

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи магістра

на тему «Дослідження впливу термоізоляційного профілю
VSThermo на приведений опір теплопередачі цегляних стін.

Виконав: студент групи 2мБП
спеціальності 192 Будівництво та цивільна
інженерія

Печериця Ігор Володимирович

Керівник к.т.н., доц. Юрін О.І.

Полтава – 2026 року

ЗМІСТ

1. Вступ	7
1. Аналіз Застосування термоізоляційного профілю VSThermo	9
1.1. Переваги застосування термоізоляційного профілю VST	10
1.2. Характеристики профілю VST:.....	11
1.3. Підготовка до монтажу.	11
1.4. Монтаж профілів.	12
1.5. Монтаж вікон та їх герметизація	12
1.6. Дослідження температур на ділянці з'єднання вікна зі стіною.....	15
Висновок по розділу 1	16
2. Визначення лінійних коефіцієнтів теплопередачі при спіранні вікна на цеглу	17
2. Лінійні коефіцієнти теплопередачі при спіранні вікна на цеглу.....	18
2.1 Лінійні коефіцієнти теплопередачі примикання вікна до стіни в зоні перемички	18
2.1.1 Товщина стіни 0,25 м.....	18
2.1.1.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	18
2.1.1.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	19
2.1.1.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	20
2.1.2 Товщина стіни 0,38 м.....	21
2.1.2.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	21
2.1.2.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	23
2.1.2.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	24
2.1.3 Товщина стіни 0,51 м.....	25
2.1.3.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	25
2.1.3.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	26
2.1.3.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	28
2.2 Лінійні коефіцієнти теплопередачі примикання вікна до стіни в зоні підвіконня	29
2.2.1 Товщина стіни 0,25 м.....	29
2.2.1.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	29
2.2.1.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	30

					601-БМ.12175641.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Дослідження впливу термоізоляційного профілю VSThermo на приведений опір теплопередачі цегляних стін.</i>	Стадія	Арк.	Аркцшв
Розроб.	Печериця І.В.						2	104
Перевір.	Юрін О.І.					НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ		
Консульт.	Юрін О.І.							
Н. Контр.	Юрін О.І.							
Затверд.	Семко О.В.							

2.2.1.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	32
2.2.2 Товщина стіни 0,38 м.....	33
2.2.2.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	33
2.2.2.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	34
2.2.2.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	36
2.2.3 Товщина стіни 0,51 м.....	37
2.2.3.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	37
2.2.3.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	38
2.2.3.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	40
2.3 Лінійні коефіцієнти теплопередачі примикання вікна до стіни в зоні рядового сполучення	41
2.3.1 Товщина стіни 0,25 м.....	41
2.3.1.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	41
2.3.1.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	42
2.3.1.3 Товщина утеплювача 0,20 м.....	44
2.3.2 Товщина стіни 0,38 м.....	45
2.3.2.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	45
2.3.2.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	46
2.3.2.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	48
3. Визначення лінійних коефіцієнтів теплопередачі при спиранні вікна на термоізоляційний профіль VST	54
3. Лінійні коефіцієнти теплопередачі при спиранні вікна на термоізоляційний профіль VST	55
3.1 Лінійні коефіцієнти теплопередачі примикання вікна до стіни в зоні перемички	55
3.1.1 Товщина стіни 0,25 м.....	55
3.1.1.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	55
3.1.1.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	56
3.1.1.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	57
3.1.2 Товщина стіни 0,38 м.....	58
3.1.2.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	58
3.1.2.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	60
3.1.2.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	61
3.1.3 Товщина стіни 0,51 м.....	62
3.1.3.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	62
3.1.3.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	63

3.1.3.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	65
3.2 Лінійні коефіцієнти теплопередачі примикання вікна до стіни в зоні підвіконня	66
3.2.1 Товщина стіни 0,25 м.....	66
3.2.1.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	66
3.2.1.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	67
3.2.1.3 Товщина утеплювача 0,20 м.....	69
3.2.2 Товщина стіни 0,38 м.....	70
3.2.2.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	70
3.2.2.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	71
3.2.2.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	73
3.2.3 Товщина стіни 0,51 м.....	74
3.2.3.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	74
3.2.3.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	75
3.2.3.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	77
3.3 Лінійні коефіцієнти теплопередачі примикання вікна до стіни в зоні рядового сполучення	78
3.3.1 Товщина стіни 0,25 м.....	78
3.3.1.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	78
3.3.1.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	79
3.3.1.6 Товщина утеплювача 0,2 м.....	81
3.3.2 Товщина стіни 0,38 м.....	82
3.3.2.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	82
3.3.2.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	83
3.3.2.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	85
3.3.3 Товщина стіни 0,51 м.....	86
3.3.3.1 Товщина утеплювача 0,1 м.....	86
3.3.3.2 Товщина утеплювача 0,15 м.....	87
3.3.3.3 Товщина утеплювача 0,2 м.....	89
Висновок по розділу 3.	93
4. Визначення впливу застосування термоізоляційного профілю VST на приведений опір теплопередачі цегляної стіни	94
4. Варіант 1. Спиранні вікна на шар цегли	96
4.1. Розрахункова схем 1.....	96
4.1.1. Товщина цегли 0,25 м.	96

4.1.1.1. Товщина утеплювача 0,1 м.....	96
4.1.1.2. Товщина утеплювача 0,15 м.....	97
4.1.1.3. Товщина утеплювача 0,2 м.....	98
4.1.2. Товщина цегли 0,38 м.	99
4.1.2.1. Товщина утеплювача 0,1 м.....	99
4.1.2.2. Товщина утеплювача 0,15 м.....	100
4.1.2.3. Товщина утеплювача 0,2 м.....	100
4.1.3. Товщина цегли 0,51 м.	101
4.1.3.1. Товщина утеплювача 0,1 м.....	101
4.1.3.2. Товщина утеплювача 0,15 м.....	102
4.1.3.3. Товщина утеплювача 0,2 м.....	103
4.2. Розрахункова схема 2.....	104
4.2.1. Товщина цегли 0,25 м.	104
4.2.1.1. Товщина утеплювача 0,1 м.....	104
4.2.1.2. Товщина утеплювача 0,15 м.....	105
4.2.1.3. Товщина утеплювача 0,2 м.....	106
4.2.2. Товщина цегли 0,38 м.	107
4.2.2.1. Товщина утеплювача 0,1 м.....	107
4.2.2.2. Товщина утеплювача 0,15 м.....	108
4.2.2.3. Товщина утеплювача 0,2 м.....	109
4.2.3. Товщина цегли 0,51 м.	109
4.2.3.1. Товщина утеплювача 0,1 м.....	109
4.2.3.2. Товщина утеплювача 0,15 м.....	110
4.2.3.3. Товщина утеплювача 0,2 м.....	111
5. Варіант 2. Спиранні вікна на термоізоляційний профіль VST.....	112
5.1. Розрахункова схем 1.....	112
5.1.1. Товщина цегли 0,25 м.	112
5.1.1.1. Товщина утеплювача 0,1 м.....	112
5.1.1.2. Товщина утеплювача 0,15 м.....	113
5.1.1.3. Товщина утеплювача 0,2 м.....	114
5.1.2. Товщина цегли 0,38 м.	115
5.1.2.1. Товщина утеплювача 0,1 м.....	115
5.1.2.2. Товщина утеплювача 0,15 м.....	116
5.1.2.3. Товщина утеплювача 0,2 м.....	117
5.1.3. Товщина цегли 0,51 м.	118
5.1.3.1. Товщина утеплювача 0,1 м.....	118

5.1.3.2. Товщина утеплювача 0,15 м.....	119
5.1.3.3. Товщина утеплювача 0,2 м.....	119
5.2. Розрахункова схем 2.....	120
5.2.1. Товщина цегли 0,25 м.	120
5.2.1.1. Товщина утеплювача 0,1 м.....	120
5.2.1.2. Товщина утеплювача 0,15 м.....	121
5.2.1.3. Товщина утеплювача 0,2 м.....	122
5.2.2. Товщина цегли 0,38 м.	123
5.2.2.1. Товщина утеплювача 0,1 м.....	123
5.2.2.2. Товщина утеплювача 0,15 м.....	124
5.2.2.2. Товщина утеплювача 0,2 м.....	125
5.2.3. Товщина цегли 0,51 м.	126
5.2.3.1. Товщина утеплювача 0,1 м.....	126
5.2.3.2. Товщина утеплювача 0,15 м.....	127
5.2.3.3. Товщина утеплювача 0,2 м.....	127
Висновки по розділу 5	130
Загальні висновки	131
ЛІТЕРАТУРА	132

1. Вступ

Актуальність теми.

В наш час, у зв'язку з нагальною необхідністю збереження енергетичних ресурсів, термомодернізація огорожувальних конструкцій будинків набуває все більшого значення. Тому значна частина досліджень, що виконується в країні присвячена саме цьому питанню. Розробляються різні способи підвищення приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, покращення тепловологісного їх стану, теплостійкості, підвищення температури на внутрішній поверхні огорожень, особливо в місцях теплопровідних включень. Одним з таких способів є застосування термоізоляційного профілю VSThermo, який встановлюється навколо рами вікна та кріпиться до зовнішньої поверхні цегляної стіни. Як стверджують виробники, за рахунок того, що профіль має низьку теплопровідність втрати тепла через ділянки стіни навколо вікна зменшуються, що приводить до підвищення температури у місці з'єднання внутрішньої поверхні стіни та рами вікна, що зменшує імовірність утворення конденсату на цій ділянці. Дослідження впливу застосування термоізоляційного профілю VSThermo на приведений опір теплопередачі зовнішньої стіни виконувалися. Тому дослідження цього питання є актуальною задачею.

Зв'язок роботи з науковими програмами

Магістерська робота пов'язана з науковими дослідженнями кафедри БгаЦД.

Метою роботи є дослідження впливу застосування термоізоляційного профілю VSThermo на приведений опір теплопередачі зовнішнього огороження.

Задачі дослідження:

- визначити та порівняти лінійні коефіцієнти теплопередачі вікна при застосуванні термоізоляційного профілю VSThermo та без нього;
- визначити та порівняти приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій при застосуванні термоізоляційного профілю VSThermo та без нього;

Об'єкт дослідження: зовнішні огорожувальні конструкції з термоізоляційним профілем VSThermo та без нього.

								Арк.
								7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>			

Методи дослідження: використання температурних полів для визначення лінійних коефіцієнтів теплопередачі, розрахунки приведенного опору теплопередачі.

Наукова новизна.

Показаний вплив застосування термоізоляційного профілю VSThermo на приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Обсяг та структура роботи. Робота містить 17 аркушах креслень, пояснювальної записки на 139 сторінках, списку з 64 використаних літературних джерел. Пояснювальна записка складається зі вступу та 4 розділів.

					<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

1. Аналіз застосування термоізоляційного профілю VSThermo

					<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

У джерелах [1-9] представлені характеристики профіль VST. Описані стадії підготовки до монтажу: розріз та з'єднання профілів, кріплення теплоізоляційного профілю до стіни, їх монтажу, монтажу вікон, герметизації стиків. Представлені переваги застосування профілів.

1.1. Переваги застосування термоізоляційного профілю VST

Термоізоляційний профіль VST використовується для виконання виносного монтажу. При виносному монтажу вікна висовують за межі цегляної стіни в утеплювач ближче до оздоблення будинку.

Мета виносного монтажу – збільшити теплоізоляцію зовнішніх стін. Завдяки цьому відбувається:

- захист від промерзання;
- вікно виноситься у «теплу зону». Це знижує утворення містків холоду на краях вікна;
- відсутність конденсату;
- на внутрішньому відкосі рядом з вікном температура стає вище точки роси, тому конденсації водяної пари на цій поверхні не відбувається;
- економія на опаленні будівлі. Зменшується тепловий потік через шви вікна;
- покращується естетичний вигляд.

Виносний монтаж актуальний для будинків із зовнішнім утепленням та для енергоефективних будівель, де важливо мінімізувати тепловтрати.

Термоізоляційний VST 80×90 – дозволяє виконувати монтаж вікон в шарі теплоізоляції. Він дозволяє виносити профіль на 90 мм від цегляної частини стіни. Виробник профілю VST вважає оптимальним винесення на відстань від стіни більше 70 мм.

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.2. Характеристики профілю VST:

Матеріал	ESP
Колір	зелений
Густина матеріалу	140 кг/м ³
Теплопровідність матеріалу	0,042 Вт/(м·К)
Розміри профілю	80x90x100 мм
Довжина профілю	1200 мм
Винос профілю від цегляної стіни	90 мм
Міцність	1800 кПа
Вогнестійкість. Клас	E
Водопоглинання	0,55 %
Твердість	80 умовних одиниць

1.3. Підготовка до монтажу.

Перед монтажем VST, видаляють зі стіни бруд та залишки розчину. Поверхня де встановлюється профіль повинна бути рівною та міцною. Основа де встановлюється профіль повинна бути стійкою, без плям жиру та наледій. Перед монтажем профілю проводять випробування на адгезію. Не допускається точкове нанесення клею.

Розріз профілів.

Термоізоляційні профілі розрізають з використанням:

- циркулярної пилки;
- електролобзика з великими зубцями;
- електричного різачка;
- ножа.

З'єднання профілів.

Для монтажу термоізоляційні профілі VST мають спеціальні замки. При з'єднанні на торець профілю наносять спеціальний клей VST MS-15. Потім виконують з'єднання профілів. Частина профілю, з замком використовується тільки в місцях з'єднання. Не використовують профілі з замком на початку віконного прорізу.

								Арк.
								11
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>			

Профіль відрізають по розмітці на профілі враховуючи розміри прорізу. Потрібну довжину профілів розраховують використовуючи розміри віконного прорізу. Відрізок профілю повинен бути рівним або більшим за 300 мм.

1.4. Монтаж профілів.

На профіль VST наносять клей вздовж довгих країв профіля. Смуту клею наносять без розривів, на відстані 12 мм від краю профілю. Монтаж починають із встановлення горизонтального профілю знизу вікна. Профіль притискають до стіни, щоб клей рівномірно розподілився по поверхні стіни. Профіль вирівнюють горизонтально, використовуючи лазерний нівелір.

За допомогою гвинтів закріплюють термоізоляційний профіль на стіні. Довжина гвинта підбирається в залежності від матеріалу стіни.

Потім встановлюються вертикальні елементи профілю.

З'єднання профілів проклеюється малярною стрічкою.

Вертикальний елемент спирається на горизонтальний по всій площині. На торець вертикального профілю наносять клей.

Аналогічні методи використовують для верхнього горизонтального профілю.

Під нижній профіль встановлюють додаткові опори. Ці опори виконують з обрізків основного профілю. Опори виконують довжиною не менше 150 мм. Відстань між опорами не більше 600 мм. Монтаж опор такий як і інших брусів. При розташуванні опор враховують конфігурацію вікон.

1.5. Монтаж вікон та їх герметизація

Монтаж вікон виконують через 24 години після монтажу профілів. Монтаж вікон виконується у відповідності до норм, Для закріплення вікна використовуються гвинти, які заглиблюються на максимальну глибину в профіль VST.

Для герметизації шва використовують:

- паропроникний герметики;
- монтажні стрічки;
- стрічку ПСУС.

						<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			12

Розташування теплоізоляційних профілів наведено на рис. 1.

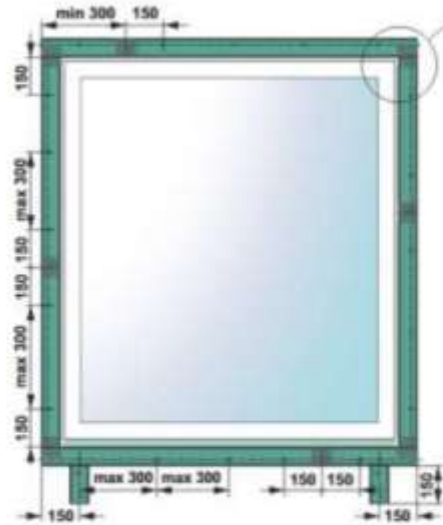


Рис. 1 Розташування теплоізоляційних профілів

Розташування опор під нижній горизонтальний теплоізоляційний профіль наведено на рис. 2.

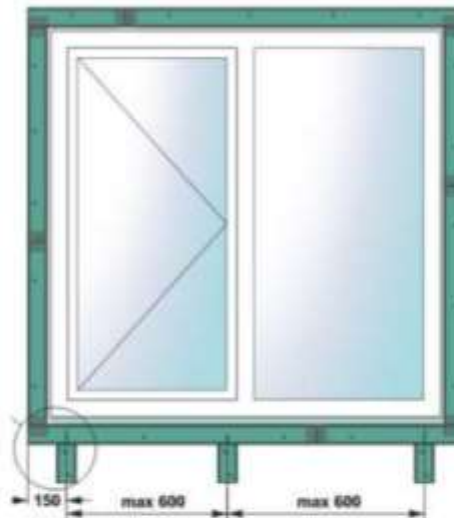


Рис. 2 Розташування опор під нижній горизонтальний теплоізоляційний профіль

З'єднання теплоізоляційних профілів наведено на рис. 3.

					<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

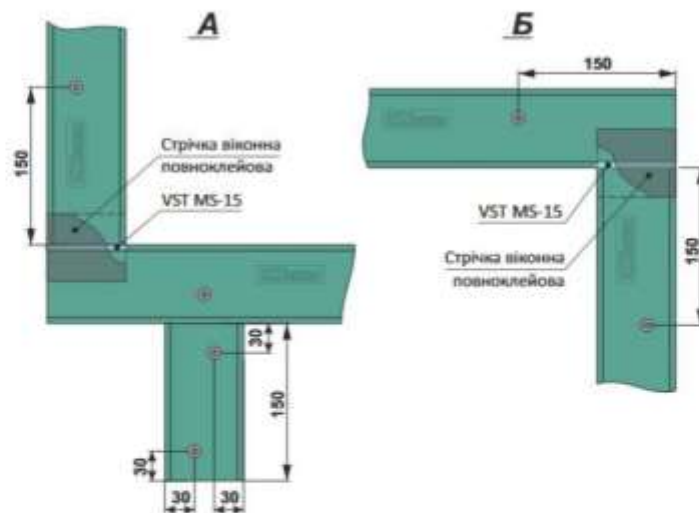


Рис. 3 З'єднання теплоізоляційних профілів

Вузли кріплення теплоізоляційного профілю до стіни та спирання вікна на нього наведено на рис. 4.

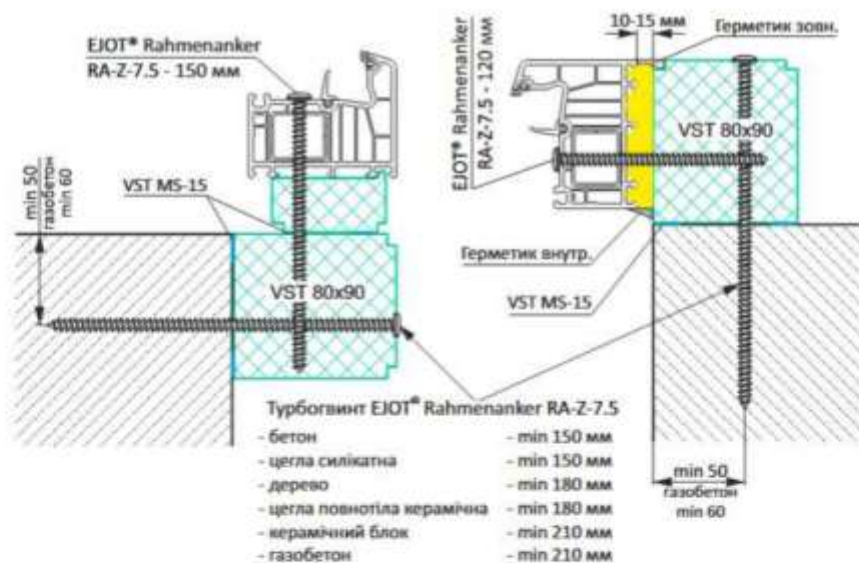


Рис. 4 Вузли кріплення теплоізоляційного профілю до стіни та спирання вікна на нього

Розташування теплоізоляційних профілів в цегляній стіні наведено на рис. 5.

					2МБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

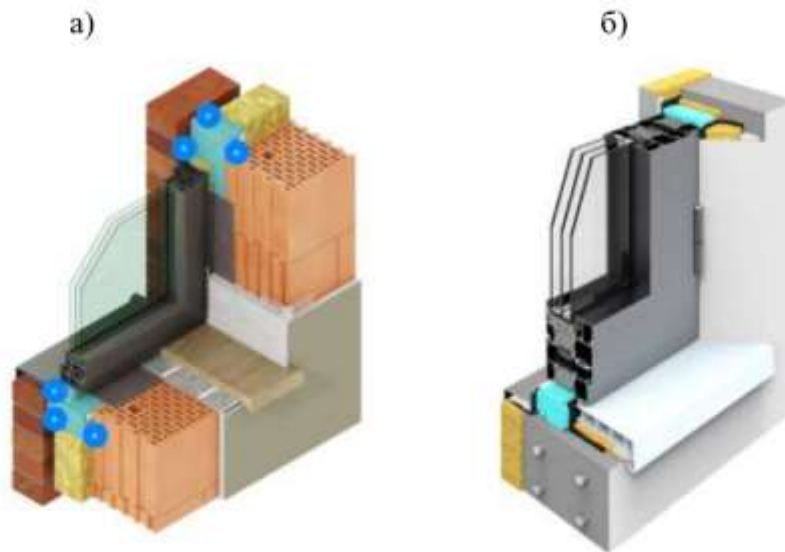


Рис. 5 Розташування теплоізоляційних профілів в цегляній стіні а) з облицюванням цеглою; б) з опоряджувальним шаром

1.6. Дослідження температур на ділянці з'єднання вікна зі стіною

Температурні поля ділянок стіни з використанням теплоізоляційних профілів наведені на рис. 6.

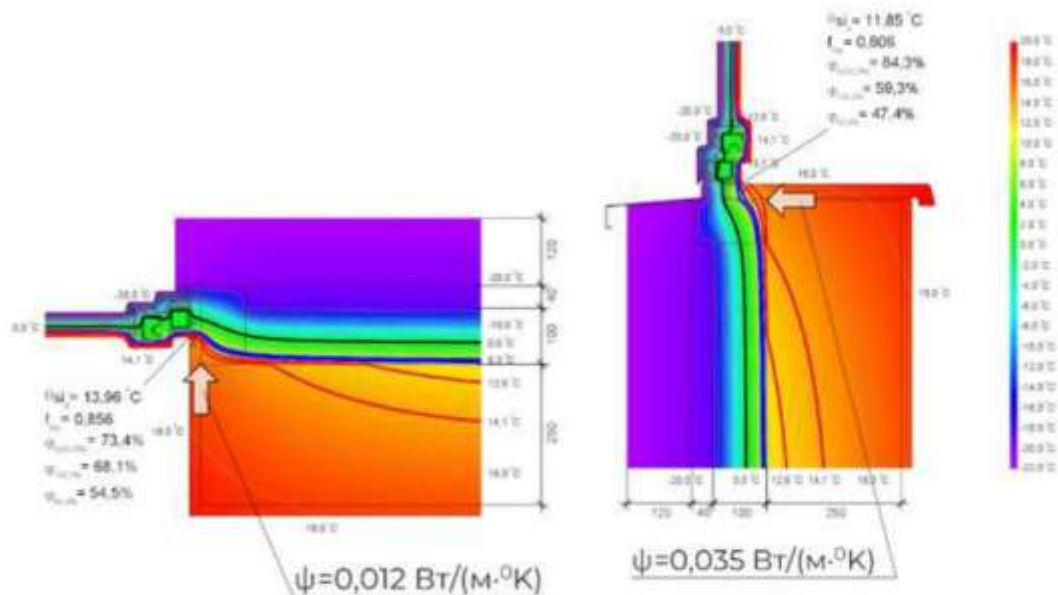


Рис. 6 Температурні поля ділянок стіни з використанням теплоізоляційних профілів в зоні підвіконня та бокового примикання

						<i>2МБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			15

Висновки по розділу 1

1. Виробники профілю VST у своїх дослідженнях показали, що його застосування приводить до підвищення температури у місці з'єднання внутрішньої поверхні стіни та рами вікна, що зменшує імовірність утворення конденсату на цій ділянці.

2. Вплив профілю на приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій не розглядався.

					<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

2. Визначення лінійних коефіцієнтів теплопередачі при спиранні вікна на цеглу

					<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

Методика розрахунку лінійних коефіцієнтів теплопередачі наведена у [10-14].
Дослідження лінійних коефіцієнтів теплопередачі наведені у роботах [15-19].

2. Лінійні коефіцієнти теплопередачі при спиранні вікна на цеглу

2.1 Лінійні коефіцієнти теплопередачі примикання вікна до стіни в зоні перемички

2.1.1 Товщина стіни 0,25 м

2.1.1.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 7.

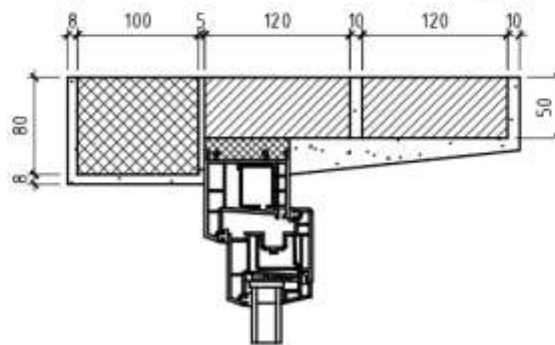


Рис. 7 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 8.

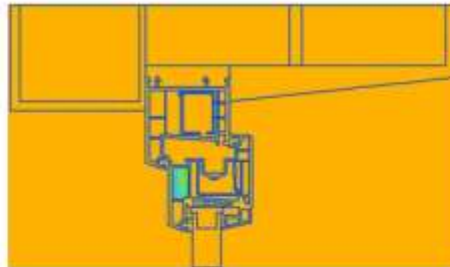


Рис. 8 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,168 - 0,4 \cdot 0,05 = 0,15$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			18

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{7,08}{20 - (-22)} = 0,169 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 7,08$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ - температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,49} = 0,401 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ - опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,24}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{1}{23} = 2,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 - довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

2.1.1.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 9.

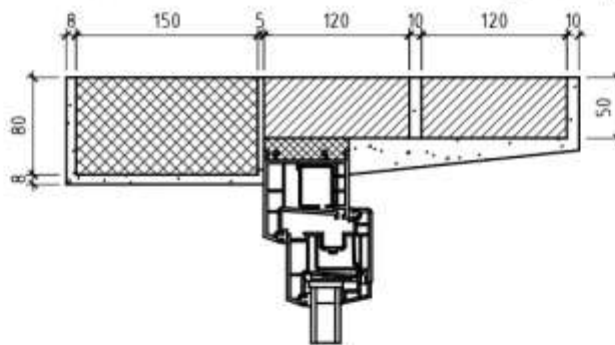


Рис. 9 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 10.



Рис. 10 – Температурне поле

						2МБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			19

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,166 - 0,288 \cdot 0,05 = 0,155$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{7,043}{20 - (-22)} = 0,166 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ – тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 7,043$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,49} = 0,288 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,013}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{1}{23} = 3,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

2.1.1.3 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 11.

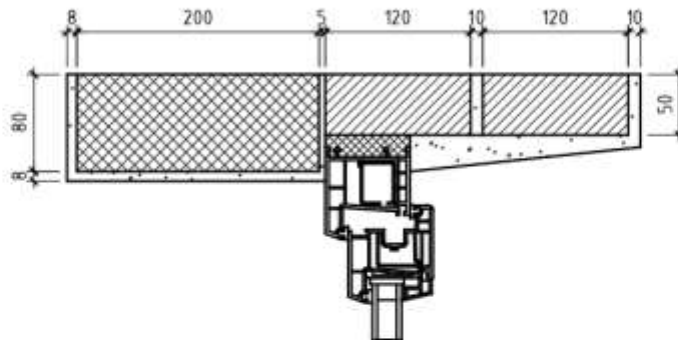


Рис. 11 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 12.

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

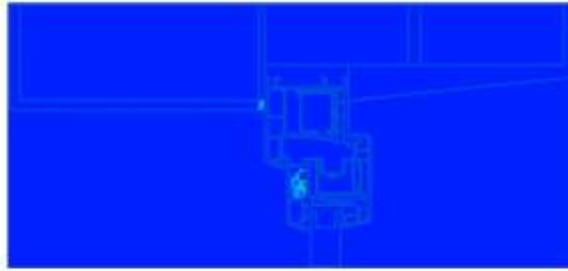


Рис. 12 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,167 - 0,222 \cdot 0,05 = 0,156$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{7,036}{20 - (-22)} = 0,167 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 7,036$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,49} = 0,222 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,013}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{1}{23} = 4,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

2.1.2 Товщина стіни 0,38 м

2.1.2.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 13.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			21

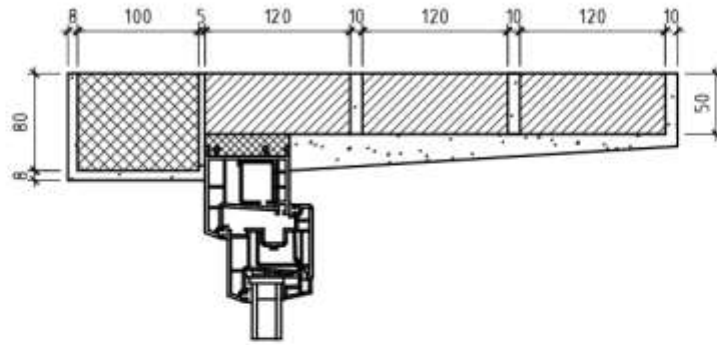


Рис. 13 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 14.

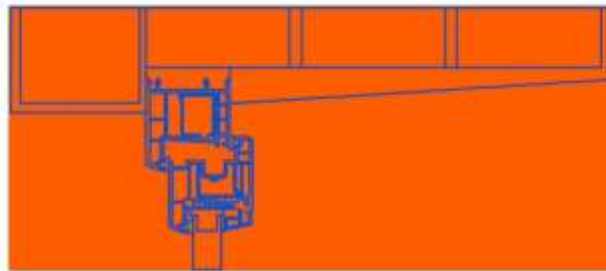


Рис. 14 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,168 - 0,378 \cdot 0,05 = 0,149$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{7,03}{20 - (-22)} = 0,168 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 7,031$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,65} = 0,378 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,013}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{1}{23} = 2,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

2.1.2.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 15.

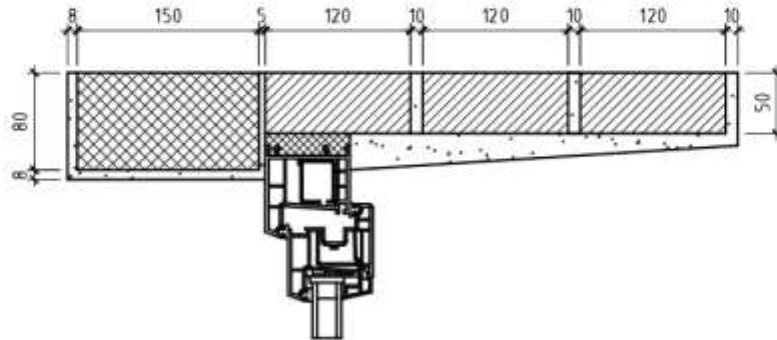


Рис. 15 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 16.

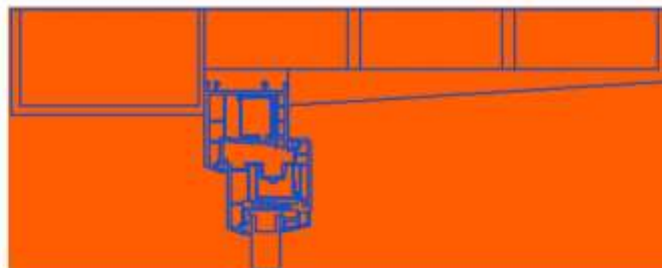


Рис. 16 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,165 - 0,275 \cdot 0,05 = 0,153$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{6,99}{20 - (-22)} = 0,165 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 6,992$ Вт

								Арк.
								23
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>			

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °C, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °C; $\theta_{ext} = -22$ °C

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,66} = 0,275 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma 1}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,36}{0,81} + \frac{0,014}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{1}{23} = 3,66 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

2.1.2.3 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 17.

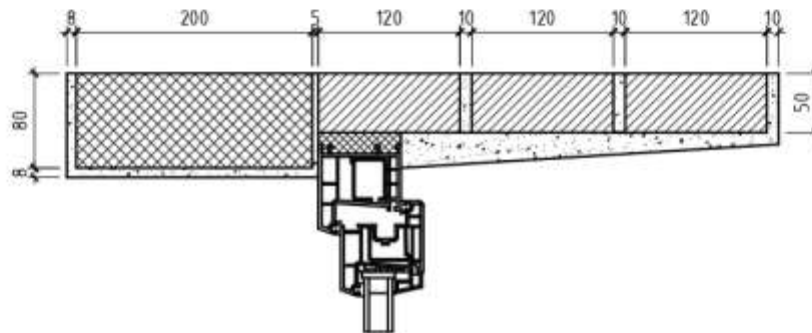


Рис. 17 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 18.

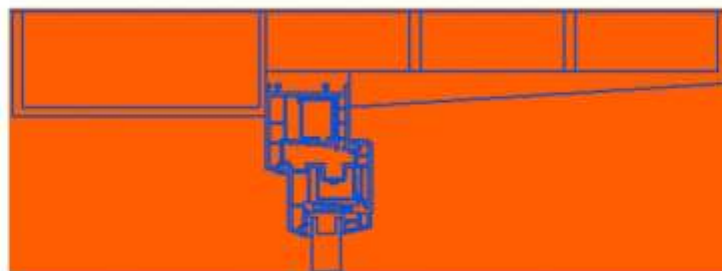


Рис. 18 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,165 - 0,216 \cdot 0,05 = 0,156$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{6,98}{20 - (-22)} = 0,165 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ – тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 6,98$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,65} = 0,216 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,36}{0,81} + \frac{0,014}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{1}{23} = 4,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

2.1.3 Товщина стіни 0,51 м

2.1.3.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 19.

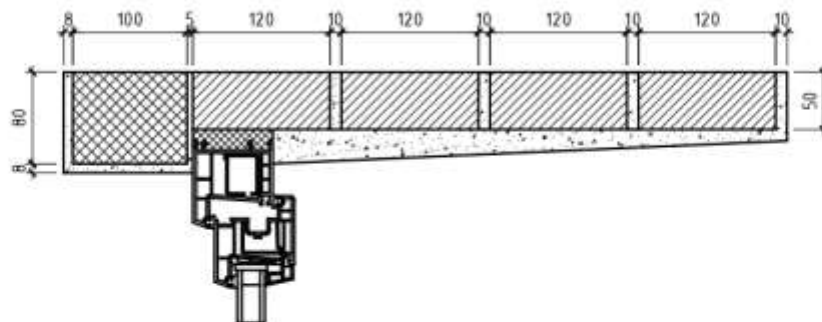


Рис. 19 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 20.

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

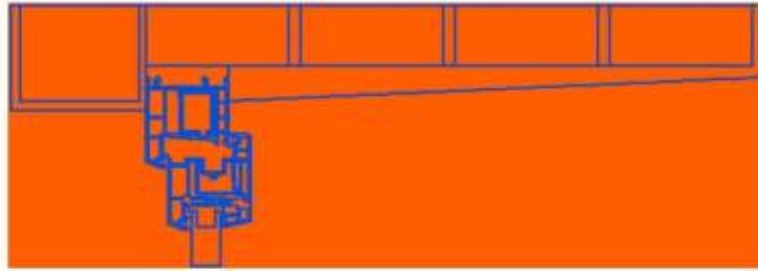


Рис. 20 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,162 - 0,353 \cdot 0,05 = 0,144$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{6,777}{20 - (-22)} = 0,162 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 6,777$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,81} = 0,353 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{1}{23} = 2,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

2.1.3.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 21.

									Арк.
									26
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

2мБП.12176617.ПЗ

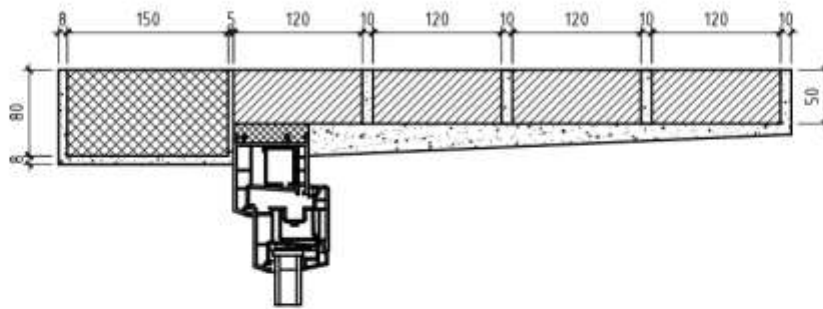


Рис. 21 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 22.

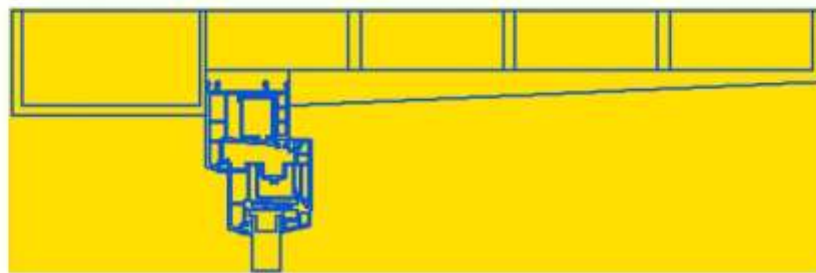


Рис. 22 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^J U_i \cdot l_i = 0,162 - 0,264 \cdot 0,05 = 0,153$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{6,85}{20 - (-22)} = 0,162 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 6,85$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,813} = 0,264 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			27

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{1}{23} = 3,813 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

2.1.3.3 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 23.

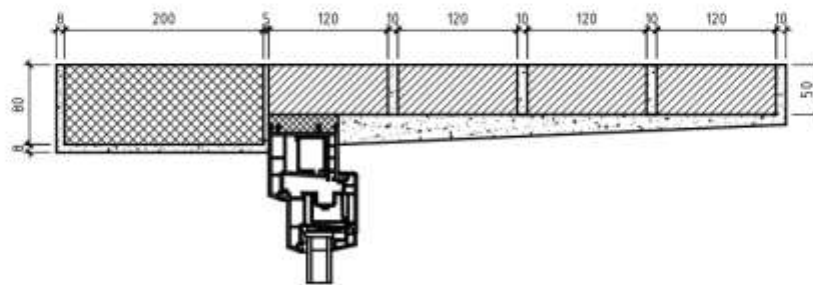


Рис. 23 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 24.

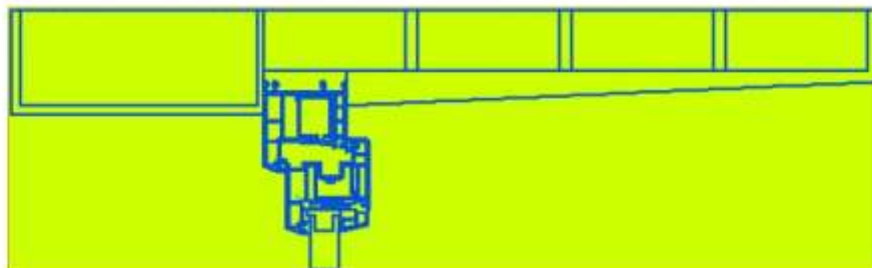


Рис. 24 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,164 - 0,209 \cdot 0,05 = 0,153$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{6,85}{20 - (-22)} = 0,164 \text{ Вт/К}$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			28

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 6,85$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ - температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,813} = 0,209 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ - опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{1}{23} = 4,813 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 - довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

2.2 Лінійні коефіцієнти теплопередачі примикання вікна до стіни в зоні підвіконня

2.2.1 Товщина стіни 0,25 м

2.2.1.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 25.

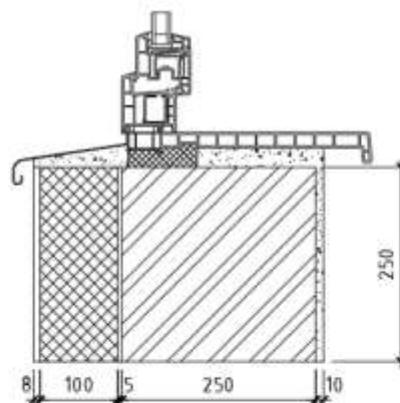


Рис. 25 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 26.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			29

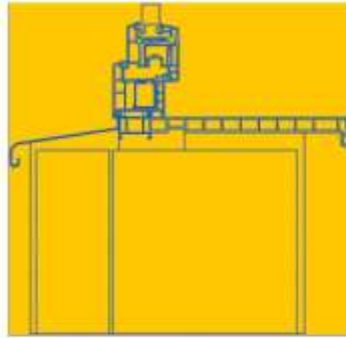


Рис. 26 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_1 \cdot l_1 = 0,272 - 0,403 \cdot 0,25 = 0,172$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{11,46}{20 - (-22)} = 0,272 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 11,46$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,49} = 0,403 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.2.1.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 27.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			30

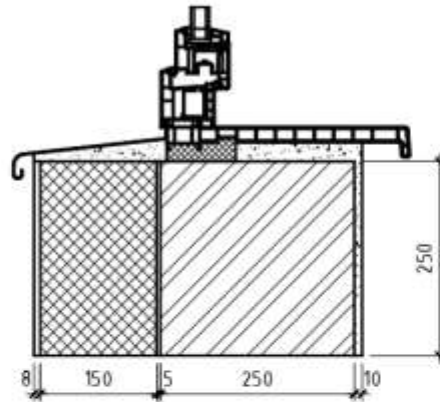


Рис. 27 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 28.

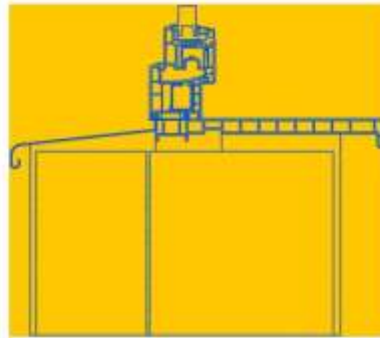


Рис. 28 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,263 - 0,287 \cdot 0,25 = 0,189$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{10,92}{20 - (-22)} = 0,263 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 10,916$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,49} = 0,287 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			31

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.2.1.3 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 29.

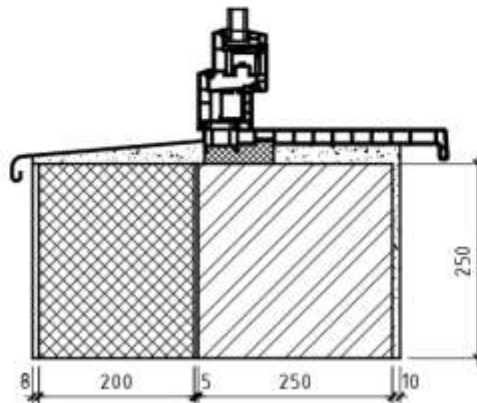


Рис. 29 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 30.

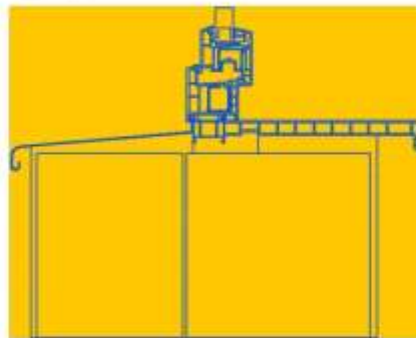


Рис. 30 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,255 - 0,224 \cdot 0,25 = 0,199$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{10,68}{20 - (-22)} = 0,255 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ – тепловий потік, який йде крізь стіну, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 10,68$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,49} = 0,224 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.2.2 Товщина стіни 0,38 м

2.2.2.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 31.

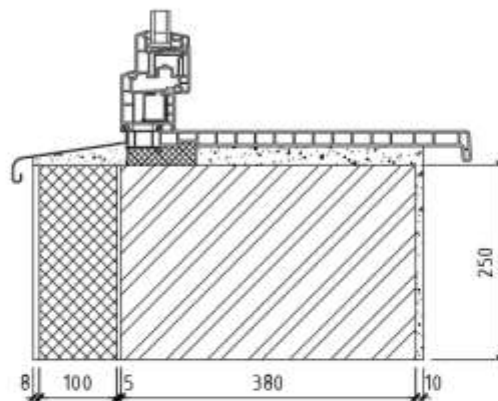


Рис. 31 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 32.

						2МБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			33

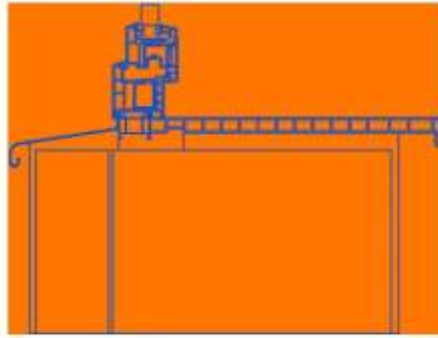


Рис. 32 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,245 - 0,377 \cdot 0,25 = 0,15$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{10,25}{20 - (-22)} = 0,245 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ – тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 10,25$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,652} = 0,378 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,652 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.2.2.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 33.

									Арк.
									34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП.12176617.ПЗ				

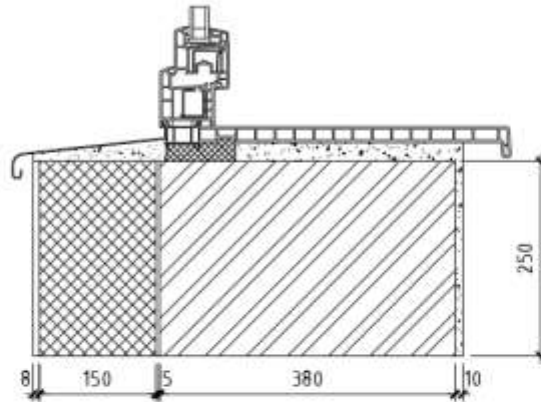


Рис. 33 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 34.

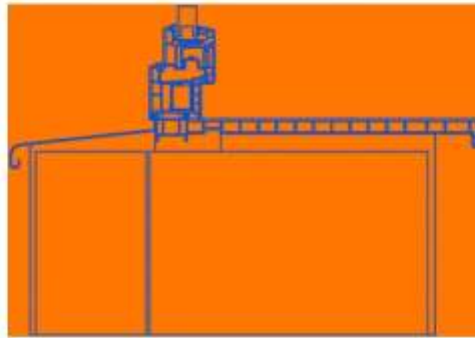


Рис. 34 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,232 - 0,275 \cdot 0,25 = 0,164$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{9,789}{20 - (-22)} = 0,232 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 9,7891$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,653} = 0,275 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			35

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,653 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.2.2.3 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 35.

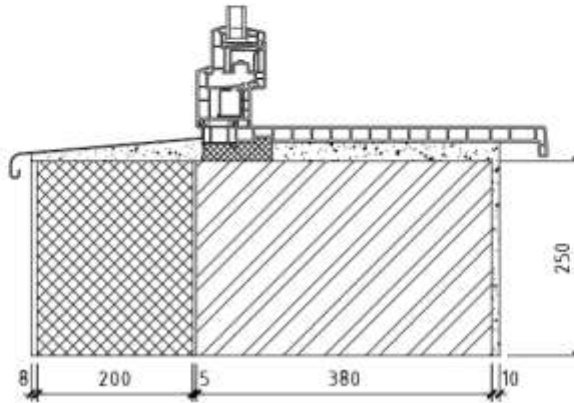


Рис. 35 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 36.

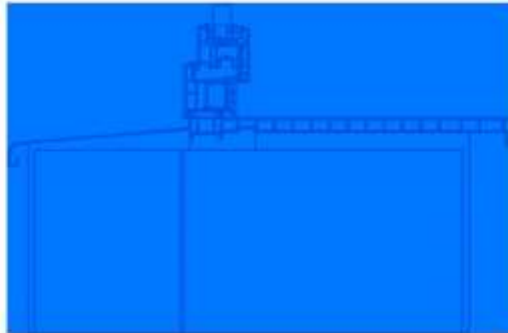


Рис. 36 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,234 - 0,216 \cdot 0,25 = 0,176$$

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{9,643}{20 - (-22)} = 0,236 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 9,643$ Вт

θ_{int} , θ_{ext} – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,653} = 0,216 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,653 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.2.3 Товщина стіни 0,51 м

2.2.3.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 37.

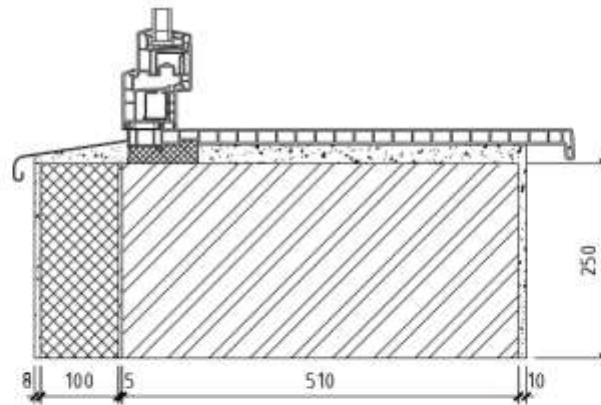


Рис. 37 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 38.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			37

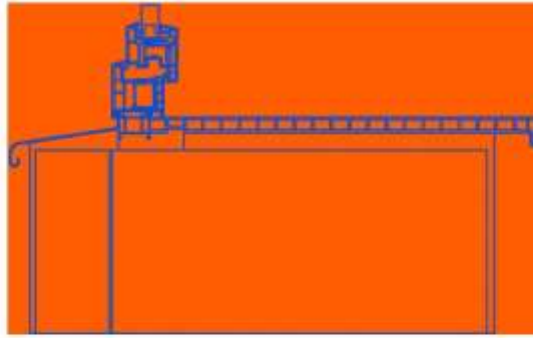


Рис. 38 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_1 \cdot l_1 = 0,233 - 0,354 \cdot 0,25 = 0,143$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{9,722}{20 - (-22)} = 0,233 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 9,722$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,815} = 0,354 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,815 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.2.3.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 39.

									Арк.
									38
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП.12176617.ПЗ				

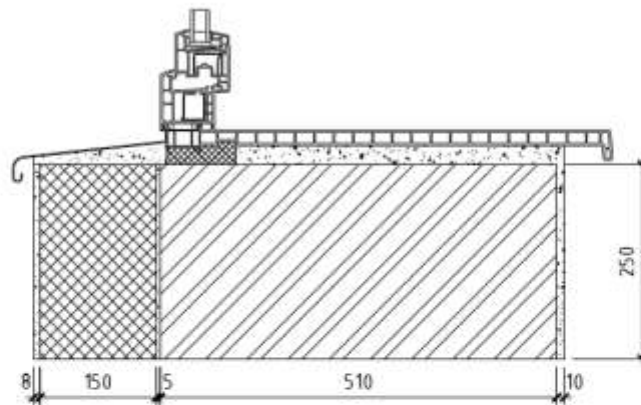


Рис. 39 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 40.

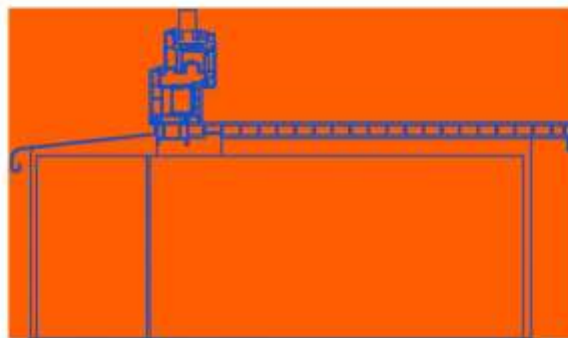


Рис. 40 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,22 - 0,261 \cdot 0,25 = 0,155$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{9,3}{20 - (-22)} = 0,22 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 9,3$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,815} = 0,261 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,815 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.2.3.3 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 41.

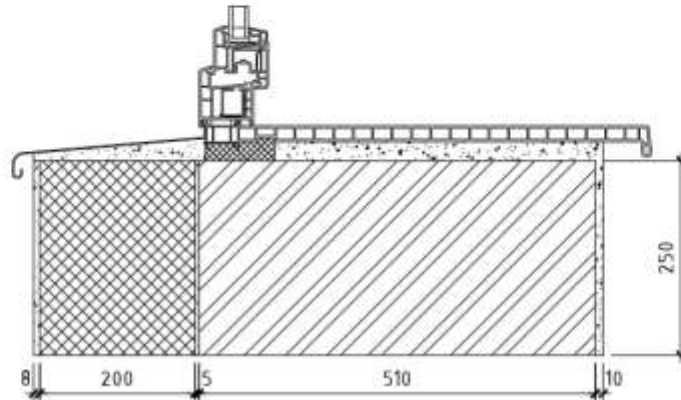


Рис. 41 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 42.

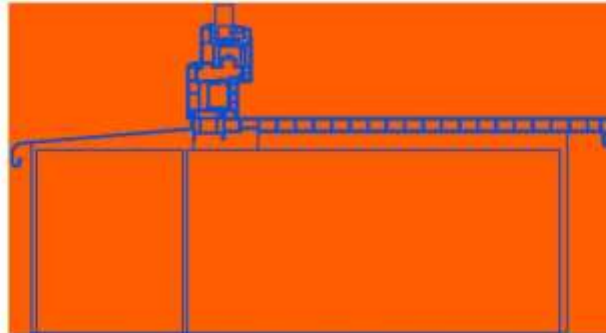


Рис. 42 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,219 - 0,209 \cdot 0,25 = 0,167$$

								Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП.12176617.ПЗ			40

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{9,147}{20 - (-22)} = 0,219 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 9,147$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,813} = 0,209 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,813 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.3 Лінійні коефіцієнти теплопередачі примикання вікна до стіни в зоні рядового сполучення

2.3.1 Товщина стіни 0,25 м

2.3.1.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 43.

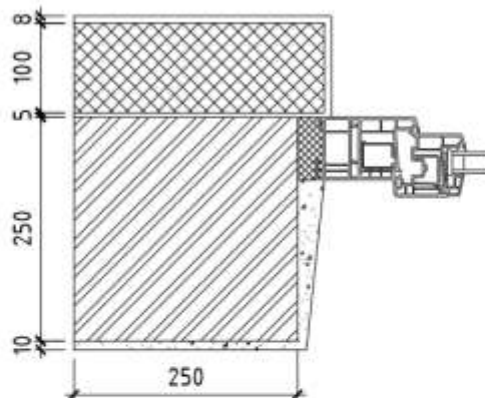


Рис. 43 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 44.

								Арк.
								41
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	2МБП.12176617.ПЗ			

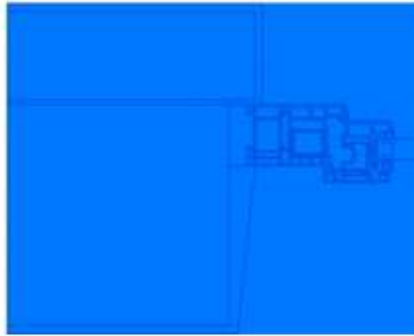


Рис. 44 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,206 - 0,405 \cdot 0,25 = 0,104$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{8,702}{20 - (-22)} = 0,206 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ – тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 8,702$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,49} = 0,405 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.3.1.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 45.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			42

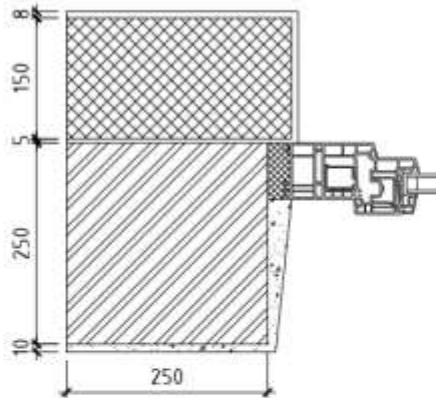


Рис. 45 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 46.

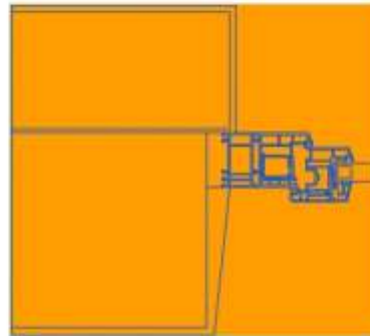


Рис. 46 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_1 \cdot l_1 = 0,188 - 0,288 \cdot 0,25 = 0,115$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{7,92}{20 - (-22)} = 0,188 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 7,92$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,49} = 0,288 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

								Арк.
								43
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП.12176617.ПЗ			

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.3.1.3 Товщина утеплювача 0,20 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 47.

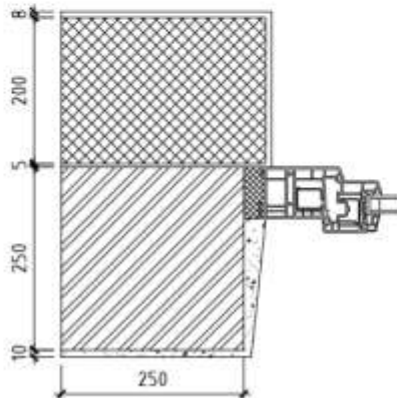


Рис. 47 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 48.

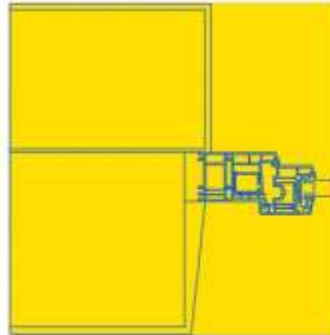


Рис. 48 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,17 - 0,225 \cdot 0,25 = 0,124$$

						<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			44

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{7,57}{20 - (-22)} = 0,17 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 7,57$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,49} = 0,225 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,20}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.3.2 Товщина стіни 0,38 м

2.3.2.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 49.

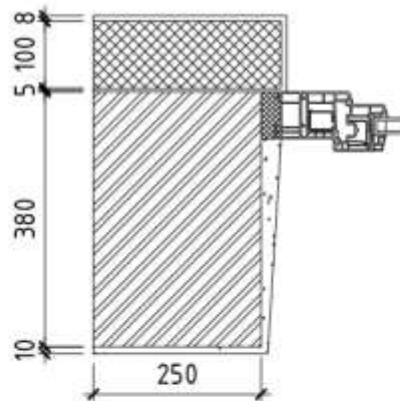


Рис. 49 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 50.

						Арк.
					2мБП.12176617.ПЗ	45
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

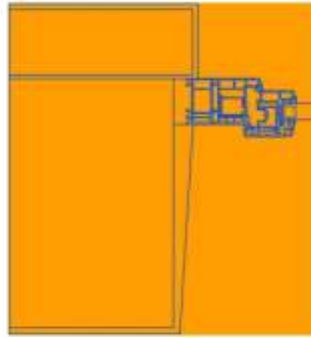


Рис. 50 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,21 - 0,378 \cdot 0,25 = 0,108$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{8,395}{20 - (-22)} = 0,21 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ – тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 8,395$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,65} = 0,378 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.3.2.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 51.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			46

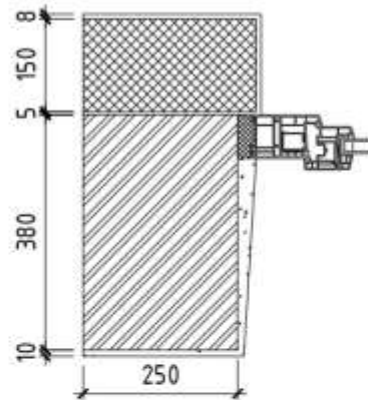


Рис. 51 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 52.

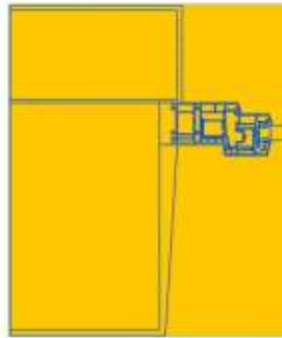


Рис. 52 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,183 - 0,277 \cdot 0,25 = 0,115$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{7,655}{20 - (-22)} = 0,183 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 7,655$ Вт

θ_{int} , θ_{ext} – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,651} = 0,277 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

						Арк.
					2мБП.12176617.ПЗ	47
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,651 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.3.2.3 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 53.

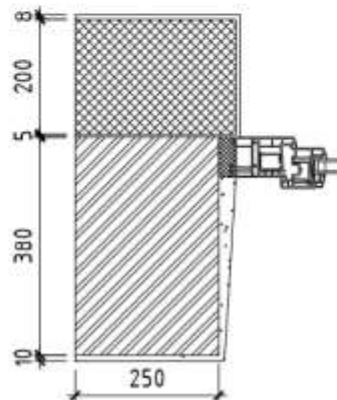


Рис. 53 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 54.

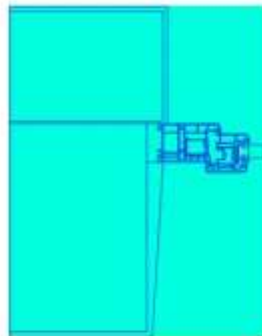


Рис. 54 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,176 - 0,214 \cdot 0,25 = 0,121$$

						<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			48

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{7,32}{20 - (-22)} = 0,176 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 7,32$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,652} = 0,214 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,20}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,652 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.3.3 Товщина стіни 0,51 м

2.3.3.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 55.

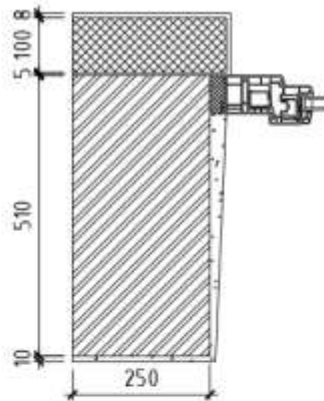


Рис. 55 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 56.

						2МБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			49

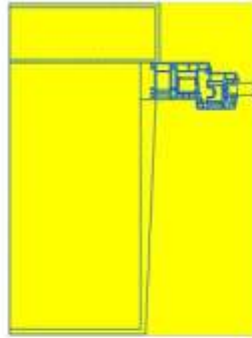


Рис. 56 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,243 - 0,357 \cdot 0,25 = 0,152$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{10,24}{20 - (-22)} = 0,243 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 10,24$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,81} = 0,357 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.3.3.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 57.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			50

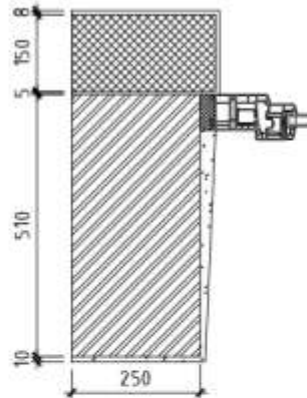


Рис. 57 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 58.

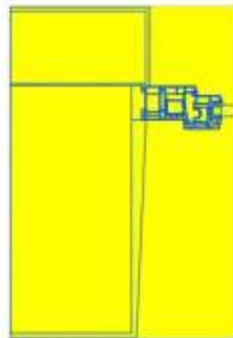


Рис. 58 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,181 - 0,264 \cdot 0,25 = 0,115$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{7,55}{20 - (-22)} = 0,181 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 7,55$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,812} = 0,264 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,812 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

2.3.3.3 Товщина утеплювача 0,20 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 59.

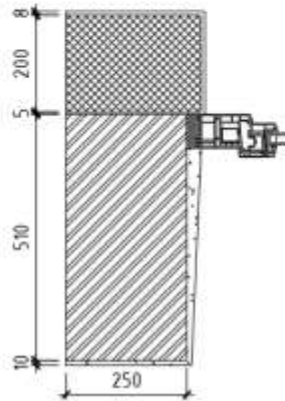


Рис. 59 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 60.

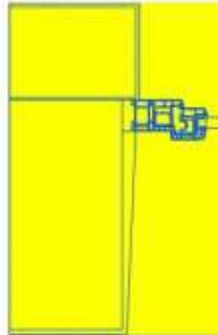


Рис. 60 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,182 - 0,205 \cdot 0,25 = 0,123$$

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		52

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{7,224}{20 - (-22)} = 0,182 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 7,224$ Вт

θ_{int} , θ_{ext} – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,818} = 0,205 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,818 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, U , $l_1 = 0,25$ м.

								Арк.
								53
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП.12176617.ПЗ			

3. Визначення лінійних коефіцієнтів теплопередачі при спиранні вікна на термоізоляційний профіль VST

					<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

3. Лінійні коефіцієнти теплопередачі при спиранні вікна на термоізоляційний профіль VST

3.1 Лінійні коефіцієнти теплопередачі примикання вікна до стіни в зоні перемички

3.1.1 Товщина стіни 0,25 м

3.1.1.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 61.

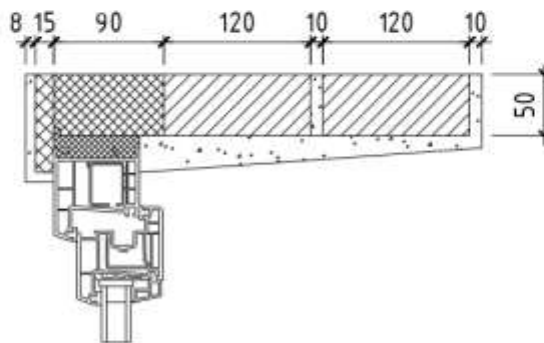


Рис. 61 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 62.



Рис. 62 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,078 - 0,403 \cdot 0,05 = 0,057$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{3,145}{20 - (-22)} = 0,078 \text{ Вт/К}$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			55

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 3,145$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ - температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,49} = 0,403 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ - опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{1}{23} = 2,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 - довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

3.1.1.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 63.

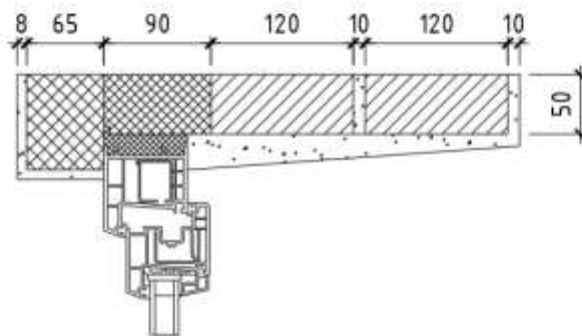


Рис. 63 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 64.



Рис. 64 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

								Арк.
								56
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				

2мБП.12176617.ПЗ

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,071 - 0,283 \cdot 0,05 = 0,055$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{3,006}{20 - (-22)} = 0,071 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ – тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 3,006$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,495} = 0,283 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{1}{23} = 3,495 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

3.1.1.3 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 65.

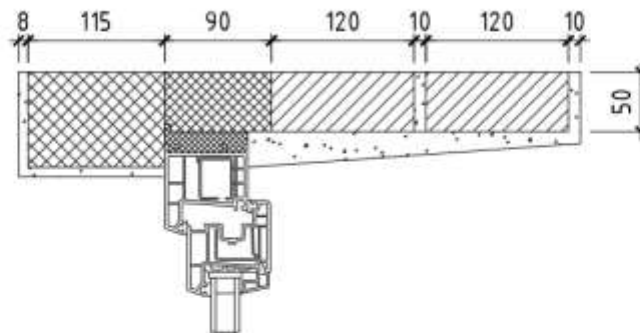


Рис. 65 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 66.

					2МБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

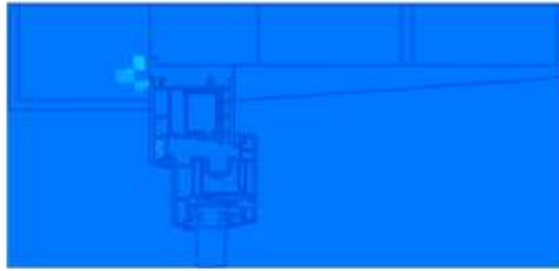


Рис. 66 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,07 - 0,221 \cdot 0,05 = 0,062$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{2,986}{20 - (-22)} = 0,07 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 2,986$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,495} = 0,221 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{1}{23} = 4,495 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

3.1.2 Товщина стіни 0,38 м

3.1.2.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 67.

									Арк.
									58
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП.12176617.ПЗ				

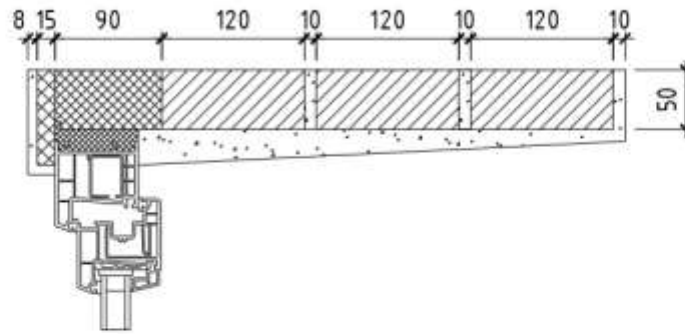


Рис. 67 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 68.

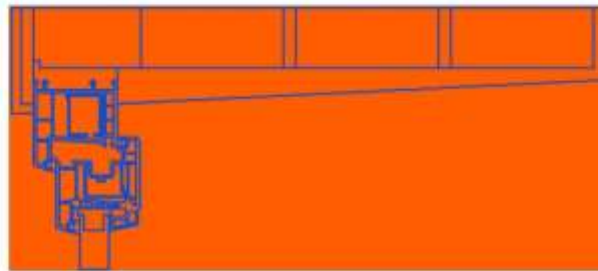


Рис. 68 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_1 \cdot l_1 = 0,075 - 0,379 \cdot 0,05 = 0,055$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{3,072}{20 - (-22)} = 0,075 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 3,072$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,65} = 0,379 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

									Арк.
									59
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП.12176617.ПЗ				

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{1}{23} = 2,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

3.1.2.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 69.

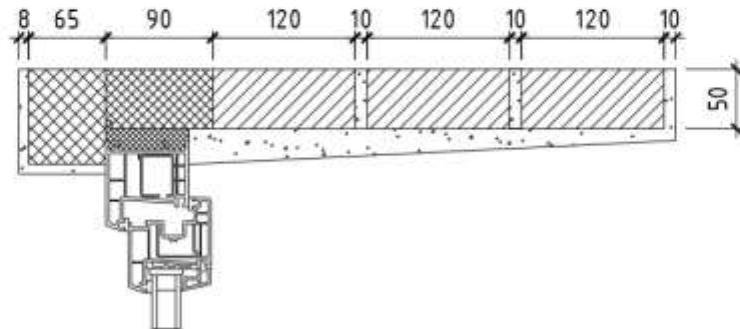


Рис. 69 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 70.

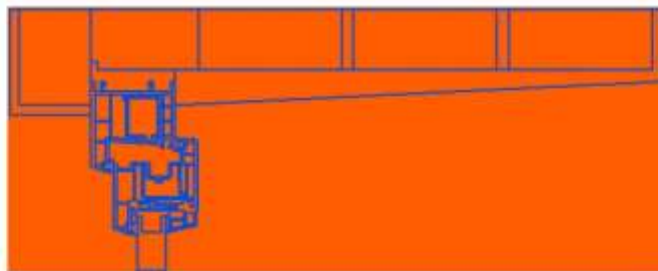


Рис. 70 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,07 - 0,272 \cdot 0,05 = 0,055$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{2,9}{20 - (-22)} = 0,07 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 2,94$ Вт

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		60

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,652} = 0,275 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma 1}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{1}{23} = 3,652 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

3.1.2.3 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 71.

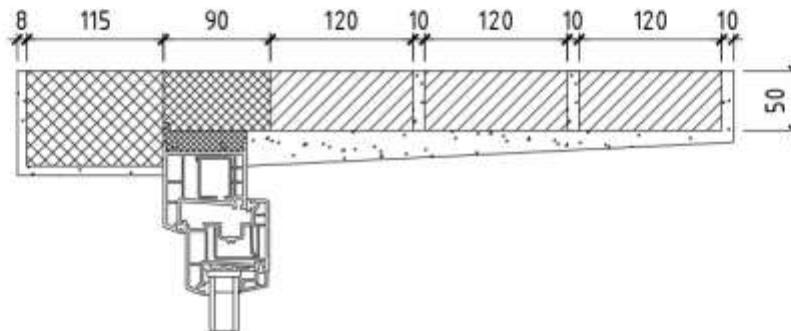


Рис. 71 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 72.

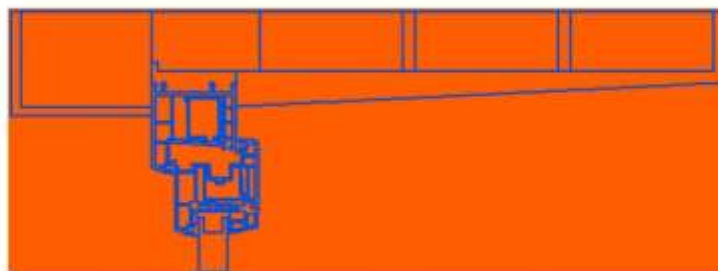


Рис. 72 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_1 \cdot l_1 = 0,073 - 0,216 \cdot 0,05 = 0,063$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{3,041}{20 - (-22)} = 0,073 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ – тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 3,041$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,653} = 0,216 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{1}{23} = 4,653 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

3.1.3 Товщина стіни 0,51 м

3.1.3.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 73.

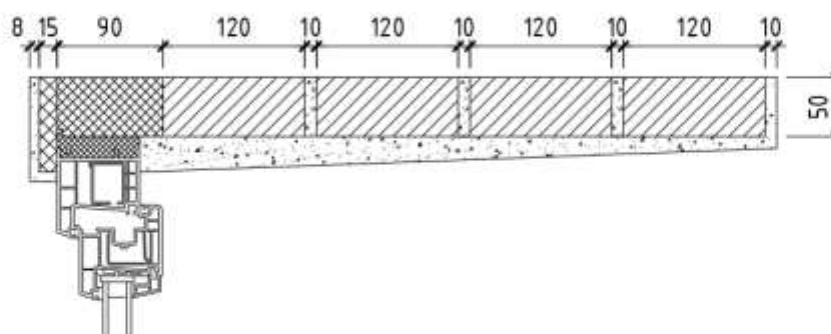


Рис. 73 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 74

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			62

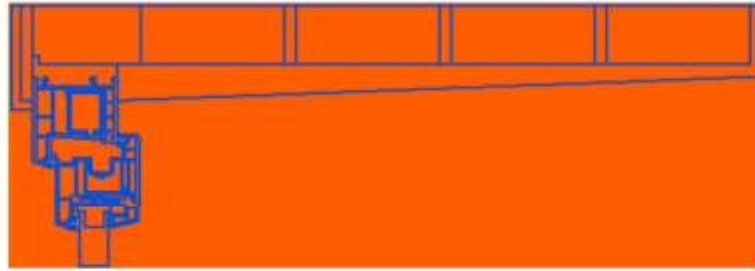


Рис. 74 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,072 - 0,357 \cdot 0,05 = 0,054$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{3,086}{20 - (-22)} = 0,072 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ – тепловий потік, який йде крізь стіну, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 3,086$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,812} = 0,357 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{1}{23} = 2,812 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

3.1.3.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 75.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			63

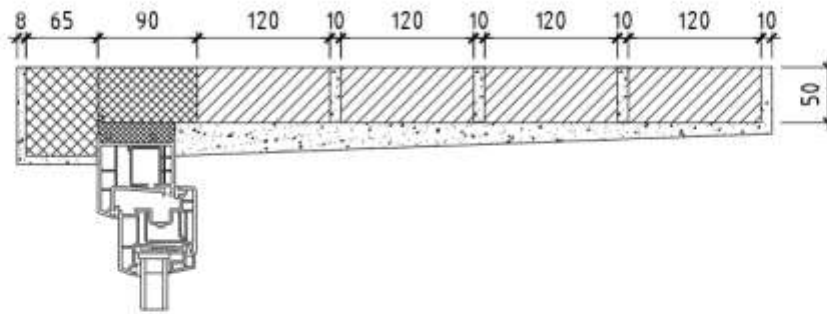


Рис. 75 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 76.

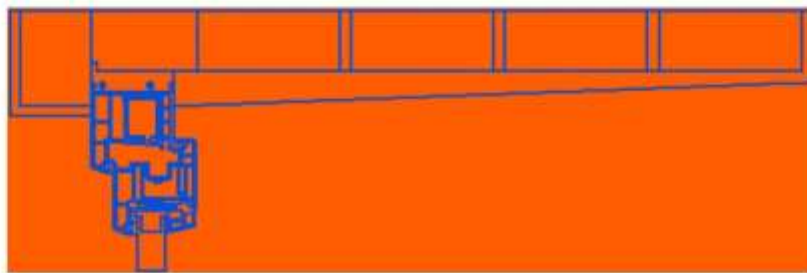


Рис. 76 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_1 \cdot l_1 = 0,58 - 0,264 \cdot 0,05 = 0,052$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{2,957}{20 - (-22)} = 0,058 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, який йде крізь стіну, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 2,957$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,812} = 0,264 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			64

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{1}{23} = 3,812 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

3.1.3.3 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 77.

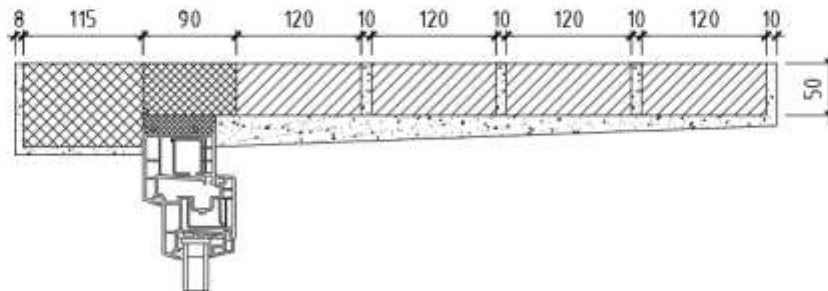


Рис. 77 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 78.

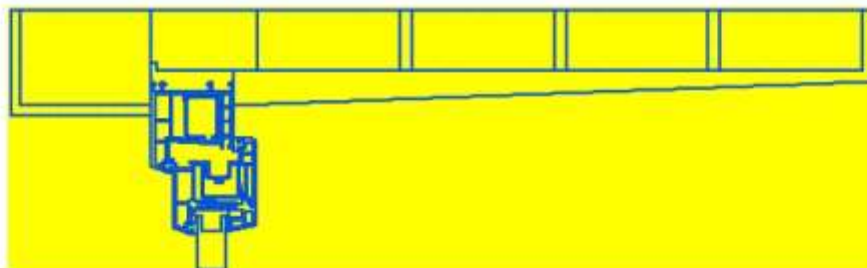


Рис. 78 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,071 - 0,205 \cdot 0,05 = 0,061$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{2,959}{20 - (-22)} = 0,071 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, який йде крізь стіну, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 2,959$ Вт

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,817} = 0,205 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,013}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{1}{23} = 4,817 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,05$ м.

3.2 Лінійні коефіцієнти теплопередачі примикання вікна до стіни в зоні підвіконня

3.2.1 Товщина стіни 0,25 м

3.2.1.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 79.

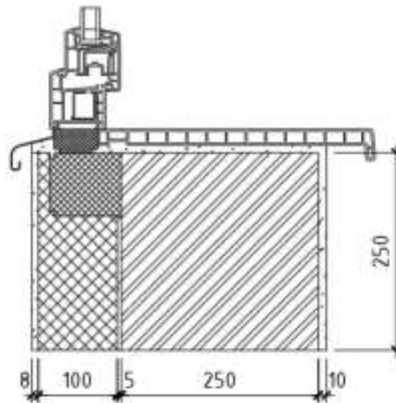


Рис. 79 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 80.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			66

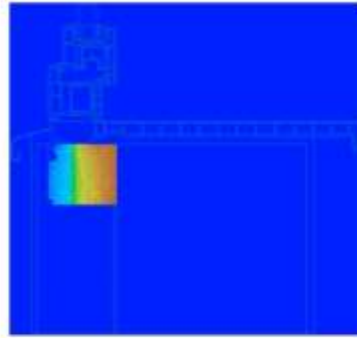


Рис. 80 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,113 - 0,403 \cdot 0,25 = 0,0142$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{4,806}{20 - (-22)} = 0,113 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 4,806$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,49} = 0,403 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.2.1.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 81.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			67

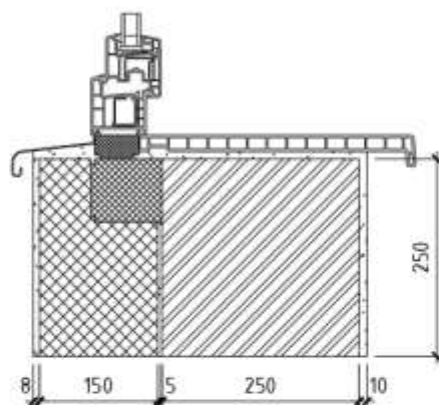


Рис. 81 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 82.

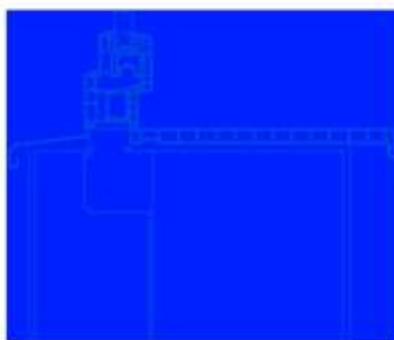


Рис. 82 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,097 - 0,288 \cdot 0,25 = 0,025$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{4,02}{20 - (-22)} = 0,097 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 4,02$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,491} = 0,288 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		68

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,491 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.2.1.3 Товщина утеплювача 0,20 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 83.

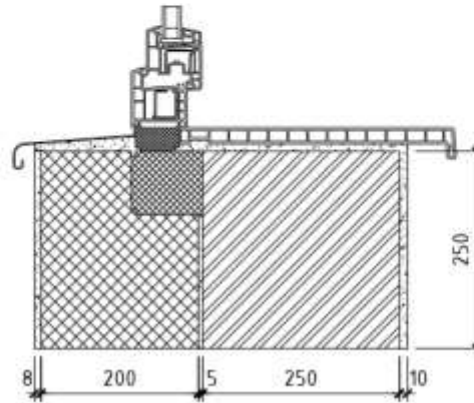


Рис. 83 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 84.

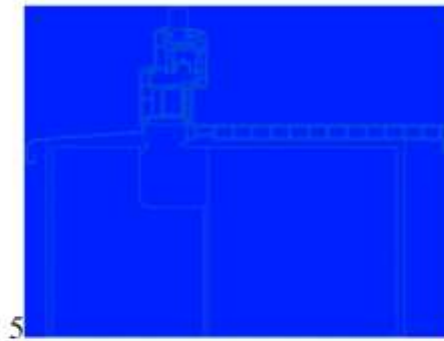


Рис. 84 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,088 - 0,227 \cdot 0,25 = 0,03$$

						<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			69

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{3,649}{20 - (-22)} = 0,088 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 3,649$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,491} = 0,227 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,491 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.2.2 Товщина стіни 0,38 м

3.2.2.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 85.

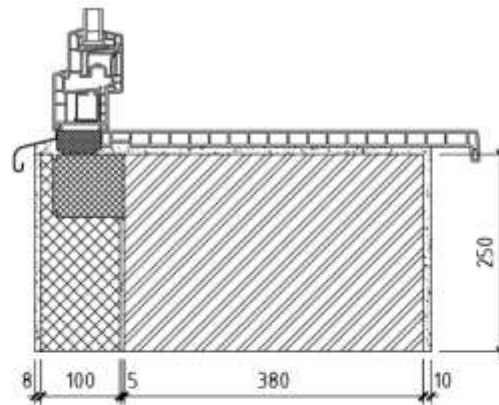


Рис. 85 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 86.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			70

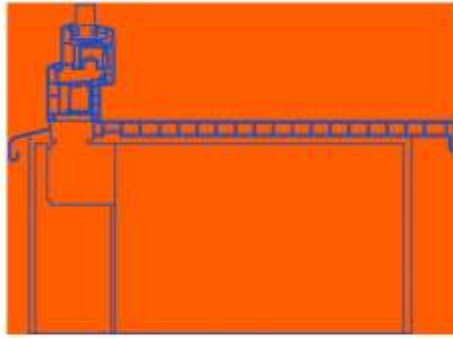


Рис. 86 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,109 - 0,379 \cdot 0,25 = 0,0135$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{4,539}{20 - (-22)} = 0,109 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ – тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 4,539$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,651} = 0,379 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,651 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.2.2.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 87.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			71

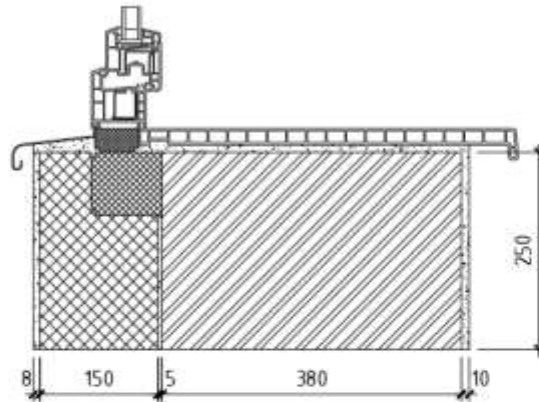


Рис. 87 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 88.

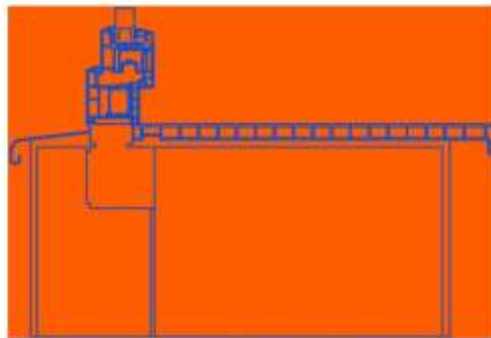


Рис. 88 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,088 - 0,275 \cdot 0,25 = 0,02$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{3,779}{20 - (-22)} = 0,088 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 3,779$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,653} = 0,275 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			72

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{3,482}{20 - (-22)} = 0,082 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 3,482$ Вт

θ_{int} , θ_{ext} – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,655} = 0,214 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,655 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.2.3 Товщина стіни 0,51 м

3.2.3.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 91.

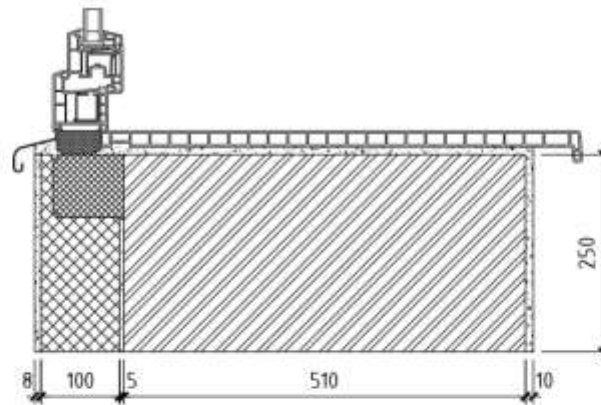


Рис. 91 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 92.

								Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				74

2МБП.12176617.ПЗ

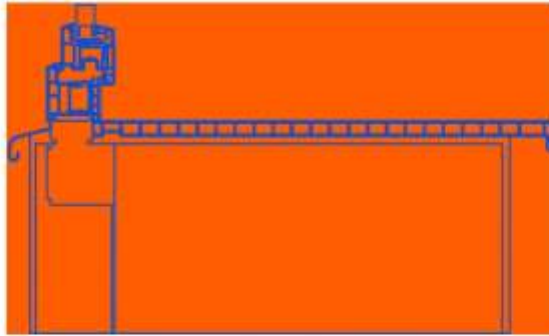


Рис. 92 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_1 \cdot l_1 = 0,107 - 0,356 \cdot 0,25 = 0,017$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{4,441}{20 - (-22)} = 0,107 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 4,44$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,816} = 0,356 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,816 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.2.3.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 93.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			75

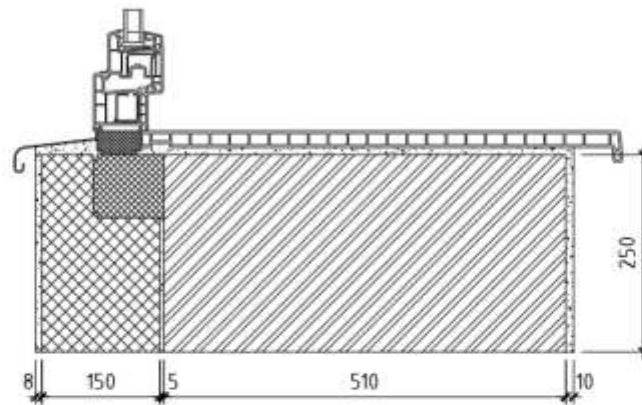


Рис. 93 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 94.

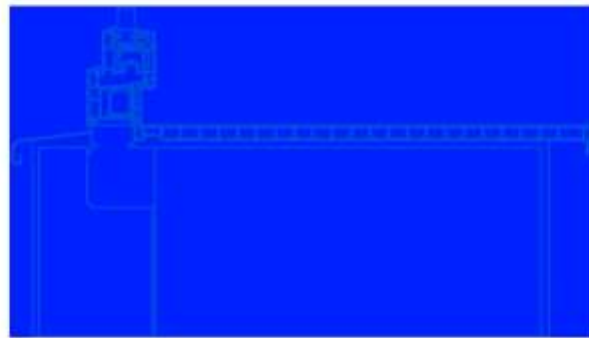


Рис. 94 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,089 - 0,26 \cdot 0,25 = 0,024$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{3,709}{20 - (-22)} = 0,089 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 3,709$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,816} = 0,26 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,816 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.2.3.3 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 95.

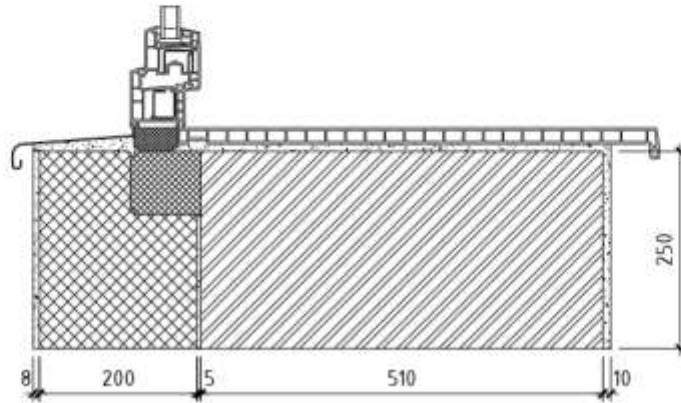


Рис. 95 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 96.

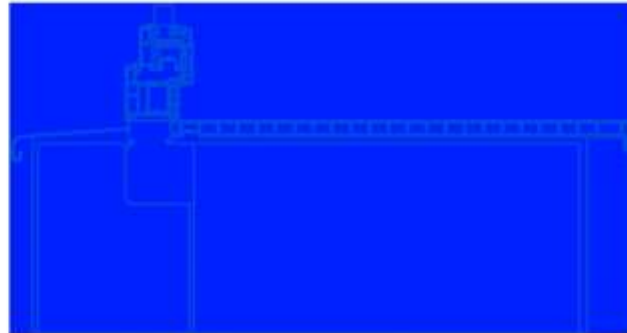


Рис. 96 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,08 - 0,209 \cdot 0,25 = 0,026$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			77

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{3,412}{20 - (-22)} = 0,08 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 3,412$ Вт

$\theta_{int}, \theta_{ext}$ – температура, °С, в приміщенні та назовні $\theta_{int} = 20$ °С; $\theta_{ext} = -22$ °С

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,812} = 0,209 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,812 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.3 Лінійні коефіцієнти теплопередачі примикання вікна до стіни в зоні рядового сполучення

3.3.1 Товщина стіни 0,25 м

3.3.1.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 97.

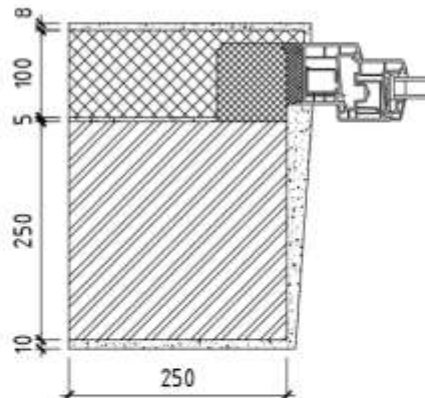


Рис. 97 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 98.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			78

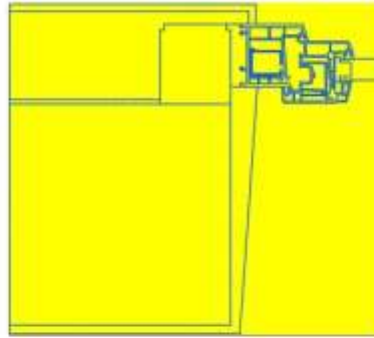


Рис. 98 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,155 - 0,4 \cdot 0,25 = 0,055$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{6,459}{20 - (-22)} = 0,155 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ – тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 6,459$ Вт

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,492} = 0,4 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,492 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.3.1.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 99.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			79

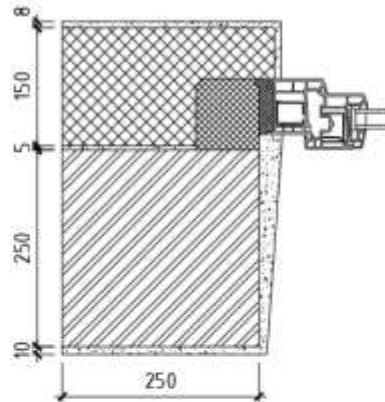


Рис. 99 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 100.

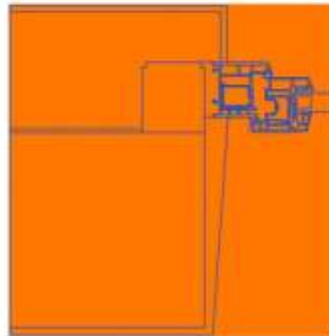


Рис. 100 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,128 - 0,285 \cdot 0,25 = 0,057$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{5,43}{20 - (-22)} = 0,128 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 5,43$ Вт

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,491} = 0,285 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			80

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,491 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.3.1.6 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 101.

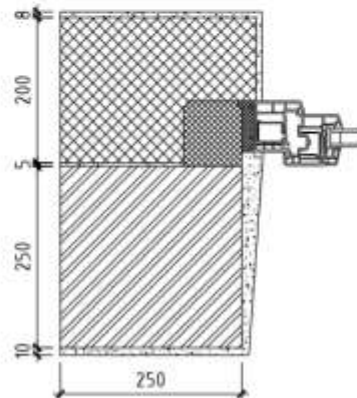


Рис. 101 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 102.

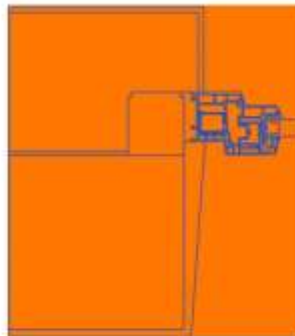


Рис. 102 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,118 - 0,222 \cdot 0,25 = 0,061$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		81

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{4,982}{20 - (-22)} = 0,118 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 4,982$ Вт

U_1 - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,494} = 0,222 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ - опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,494 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 - довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.3.2 Товщина стіни 0,38 м

3.3.2.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 103.

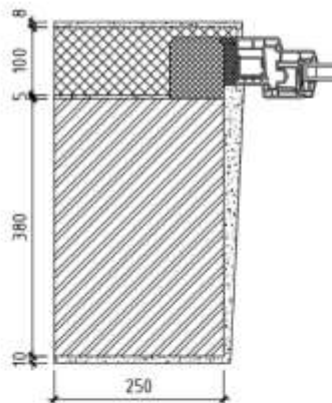


Рис. 103 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 104.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			82

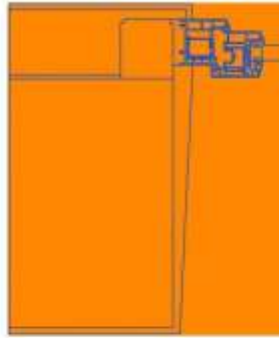


Рис. 104 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,15 - 0,376 \cdot 0,25 = 0,055$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{6,318}{20 - (-22)} = 0,15 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 6,318$ Вт

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,655} = 0,376 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,655 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.3.2.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 105.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			83

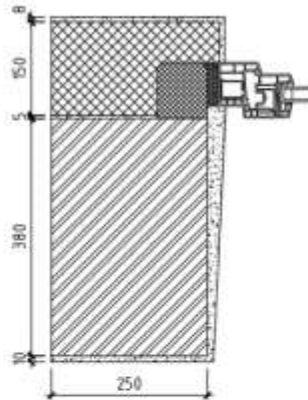


Рис. 105 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 106.

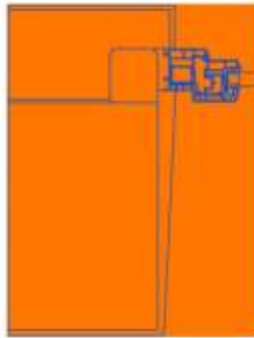


Рис. 106 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,126 - 0,376 \cdot 0,25 = 0,057$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{5,32}{20 - (-22)} = 0,126 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 5,32$ Вт

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,653} = 0,376 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		84

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,653 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.3.2.3 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 107.

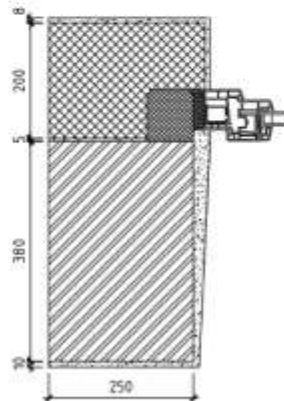


Рис. 107 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 108.

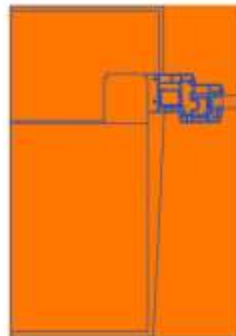


Рис. 108 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,115 - 0,216 \cdot 0,25 = 0,06$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

					2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		85

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{4,91}{20 - (-22)} = 0,115 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 4,91$ Вт

U_1 - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,652} = 0,216 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ - опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,652 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 - довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.3.3 Товщина стіни 0,51 м

3.3.3.1 Товщина утеплювача 0,1 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 109.

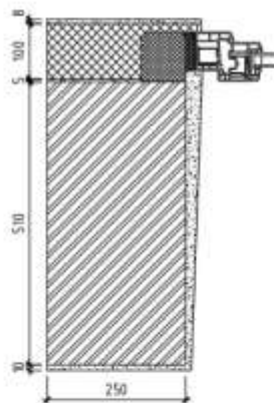


Рис. 109 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 110.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			86

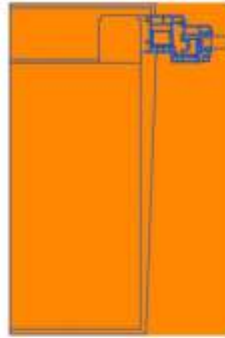


Рис. 110 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,15 - 0,351 \cdot 0,25 = 0,062$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{6,267}{20 - (-22)} = 0,15 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 6,26$ Вт

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{2,816} = 0,351 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 2,816 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.3.3.2 Товщина утеплювача 0,15 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 111.

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			87

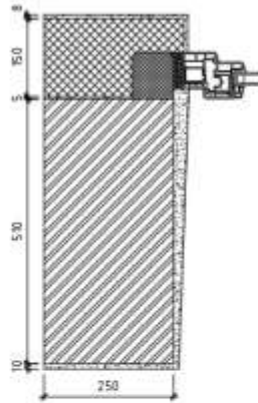


Рис. 111 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 112.

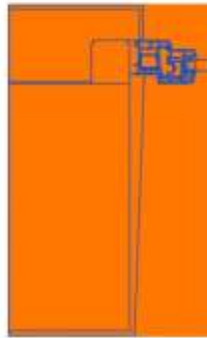


Рис. 112 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_1 \cdot l_1 = 0,125 - 0,263 \cdot 0,25 = 0,061$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{5,284}{20 - (-22)} = 0,125 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 5,284$ Вт

U_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{3,81} = 0,263 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ – опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

						<i>2МБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			88

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 3,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 – довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

3.3.3.3 Товщина утеплювача 0,2 м

Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту наведена на рис. 113.

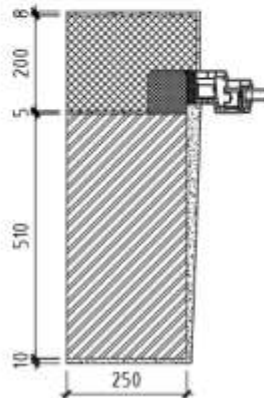


Рис. 113 – Розрахункова схема для визначення лінійного коефіцієнту

Температурне поле розрахункової схеми наведено на рис. 114.

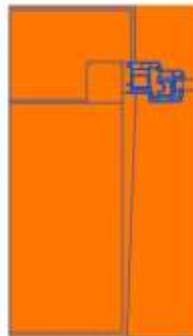


Рис. 114 – Температурне поле

Лінійний коефіцієнт знаходимо за формулою:

$$\psi_{m1} = L_1^{2D} - \sum_{i=1}^j U_i \cdot l_i = 0,116 - 0,209 \cdot 0,25 = 0,066$$

де L_1^{2D} – коефіцієнт зв'язку, Вт/К

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			89

$$L_1^{2D} = \frac{Q_{\Sigma 1}}{\theta_{int} - \theta_{ext}} = \frac{4,884}{20 - (-22)} = 0,116 \text{ Вт/К}$$

де $Q_{\Sigma 1}$ - тепловий потік, Вт, $Q_{\Sigma 1} = 4,884$ Вт

U_1 - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м² · К)

$$U_1 = \frac{1}{R_{\Sigma 1}} = \frac{1}{4,811} = 0,209 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

де $R_{\Sigma 1}$ - опір теплопередачі стіни, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma}^1 = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,012}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{1}{23} = 4,811 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

l_1 - довжина, м, $U, l_1 = 0,25$ м.

Лінійні коефіцієнти теплопередачі наведені у табл. 1

Таблиця 1

Лінійні коефіцієнти теплопередачі

Розташування лінійного коефіцієнта теплопередачі	Товщина стіни, м	Товщина утеплювача, м	Лінійні коефіцієнти теплопередачі, Вт/(м · К), при	
			спіранні вікна на цеглу	спіранні вікна на термоізоляційний профіль VST
в зоні перемички	0,25	0,12	0,199	0,105
		0,17	0,203	0,107
		0,22	0,206	0,11
	0,38	0,12	0,199	0,104
		0,17	0,203	0,106
		0,22	0,206	0,112
	0,51	0,12	0,194	0,106
		0,17	0,2	0,107
		0,22	0,203	0,11
в зоні підвіконня	0,25	0,12	0,223	0,064

								Арк.
								90
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	2мБП.12176617.ПЗ			

		0,17	0,238	0,074
		0,22	0,249	0,081
		0,38	0,2	0,064
	0,38	0,17	0,215	0,072
		0,22	0,226	0,079
		0,51	0,193	0,067
	0,51	0,17	0,206	0,073
		0,22	0,216	0,079
		в зоні рядового сполучення	0,25	0,157
0,25	0,17		0,167	0,108
	0,22		0,175	0,113
	0,38	0,12	0,156	0,106
0,17		0,164	0,108	
0,22		0,171	0,113	
0,51	0,12	0,158	0,11	
	0,17	0,164	0,11	
	0,22	0,17	0,114	

Відсоток зниження лінійних коефіцієнтів теплопередачі при застосуванні термоізоляційного профілю VST наведено у табл. 2

Таблиця 2

Відсоток зниження лінійних коефіцієнтів теплопередачі при застосуванні термоізоляційного профілю VST

Розташування лінійного коефіцієнта теплопередачі	Товщина стіни, м	Товщина утеплювача, м	Відсоток зниження лінійних коефіцієнтів теплопередачі при застосуванні термоізоляційного профілю VST
--	------------------	-----------------------	--

Висновок по розділу 3.

Застосування профілю приводить до зниження лінійних коефіцієнтів відкосів вікна на величину від 3 до 50 %.

					<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		93

**4. Визначення впливу застосування
термоізоляційного профілю VST на приведений опір
теплопередачі цегляної стіни**

					<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		94

Дослідження приведеного опору теплопередачі розглядалося в роботах [19-64].

Розглядалося два варіанта:

1. спіранні вікна на шар цегли;
2. спіранні вікна на термоізоляційний профіль VST.

Розглядалося два варіанти розрахункових схем розміром 3 м на 3 м. Розмір вікна в першій розрахунковій схемі прийнятий 0,6 м на 1,5 м, в другій 2,1 м на 1,5 м (рис. 115).

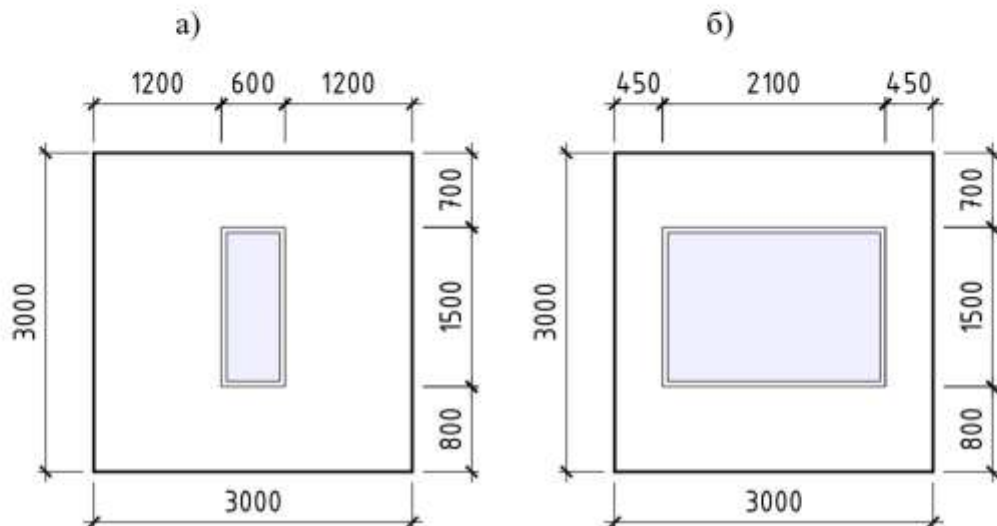


Рис. 115 - Варіанти розрахункових схем: а) 1-ша розрахункова схема; б) 2-га розрахункова схема

Товщина стін приймалася 0,25 м; 0,38 м та 0,51 м, товщина утеплювача 0,1 м; 0,15 м; 0,2 м.

Товщина та теплопровідність шарів огорожувальної конструкції наведена у табл. 3.

Таблиця 3

Товщина та теплопровідність шарів огорожувальної конструкції

№	Найменування	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м · К)
1	Вапняно-піщаний розчин	0,01	0,81
2	Цегла	0,25; 0,38; 0,51	0,81
3	Клейова суміш	0,005	0,93

4	Утеплювач (щільність 150 кг/м ³)	0,1; 0,15; 0,2	0,05
5	Шар опорядження	0,008	0,93

4. Варіант 1. Спиральні вікна на шар цегли

4.1. Розрахункова схем 1.

4.1.1. Товщина цегли 0,25 м.

4.1.1.1. Товщина утеплювача 0,1 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{8,9}{\frac{8,1}{2,493} + 0,6 * 0,149 + 0,6 * 0,173 + 1,5 * 2 * 0,107 + 49 * 0,0015} =$$

$$= 2,32 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м²;

$$A_{\Sigma} = A_1 - A_2 + A_{sl} = 9 - 0,9 + 0,8 = 8,9 \text{ м}^2$$

де A_1 – площа розрахункової схеми

$$A_1 = 3 * 3 = 9 \text{ м}^2$$

A_2 – площа вікна, м²;

$$A_2 = 1,5 * 0,6 = 0,9 \text{ м}^2$$

A_{sl} – площа укосів вікна, м²;

$$A_{sl} = 0,19 * (1,5 + 0,6) * 2 = 0,8 \text{ м}^2$$

A – площа розрахункової схеми без площі вікна, м²;

$$A = 3 * 3 - 1,5 * 0,6 = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, м² · К/Вт:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,08}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де - h_{si} , h_{se} – коефіцієнти теплообміну на поверхнях стіни, Вт/(м² · К), дод. Б

[1];

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			96

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$d_1; d_2; d_3; d_4; d_5$ – товщина шарів вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження;

$\lambda_{p1}; \lambda_{p2}; \lambda_{p3}; \lambda_{p4}; \lambda_{p5}$ – теплопровідність вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження;

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,149; \psi_2 = 0,173; \psi_3 = 0,107$$

$l_1; l_2$ – ширина та висота вікна, $l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$

χ – точковий коефіцієнт теплопередачі, $\chi = 0,0015$

N – кількість точкових теплопровідних включень, шт.

$$N = 6 * (A_1 - A_2) = 6 * (9 - 0,9) = 49 \text{ шт.}$$

4.1.1.2. Товщина утеплювача 0,15 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{8,9}{\frac{8,1}{3,493} + 0,6 * 0,153 + 0,6 * 0,188 + 1,5 * 2 * 0,117 + 49 * 0,0015} =$$

$$= 3,019 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$A_{\Sigma} = 8,9 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 0,9 \text{ м}^2$$

$$A_{sI} = 0,8 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			97

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,153; \psi_2 = 0,188; \psi_3 = 0,117$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

4.1.1.3. Товщина утеплювача 0,2 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{8,9}{\frac{8,1}{4,493} + 0,6 * 0,156 + 0,6 * 0,199 + 1,5 * 2 * 0,125 + 49 * 0,0015} =$$

$$= 3,612 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$A_{\Sigma} = 8,9 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 0,9 \text{ м}^2$$

$$A_{sI} = 0,8 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,156; \psi_2 = 0,199; \psi_3 = 0,125$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

						<i>2МБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			98

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

4.1.2. Товщина цегли 0,38 м.

4.1.2.1. Товщина утеплювача 0,1 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$
$$= \frac{9,444}{\frac{8,1}{2,654} + 0,6 \cdot 0,149 + 0,6 \cdot 0,15 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,106 + 49 \cdot 0,0015} =$$
$$= 2,607 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$A_{\Sigma} = A_1 - A_2 + A_{sl} = 9 - 0,9 + 1,344 = 9,444 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 0,9 \text{ м}^2$$

A_{sl} – площа укосів вікна, м^2 ;

$$A_{sl} = 0,32 \cdot (1,5 + 0,6) \cdot 2 = 1,344 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$
$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$
$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,149; \psi_2 = 0,15; \psi_3 = 0,106$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			99

4.1.2.2. Товщина утеплювача 0,15 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$
$$= \frac{9,444}{\frac{8,1}{3,654} + 0,6 \cdot 0,153 + 0,6 \cdot 0,165 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,114 + 49 \cdot 0,0015} =$$
$$= 3,345 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$A_{\Sigma} = 9,444 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 0,9 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 1,344 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$
$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$
$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,153; \psi_2 = 0,165; \psi_3 = 0,114$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

4.1.2.3. Товщина утеплювача 0,2 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

								Арк.
								100
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				

2мБП.12176617.ПЗ

$$= \frac{9,444}{\frac{8,1}{4,654} + 0,6 * 0,156 + 0,6 * 0,176 + 1,5 * 2 * 0,121 + 49 * 0,0015} =$$

$$= 3,975 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$A_{\Sigma} = 9,444 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 0,9 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 1,344 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,156; \psi_2 = 0,176; \psi_3 = 0,121$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

4.1.3. Товщина цегли 0,51 м.

4.1.3.1. Товщина утеплювача 0,1 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{9,99}{\frac{8,1}{2,814} + 0,6 * 0,144 + 0,6 * 0,143 + 1,5 * 2 * 0,108 + 49 * 0,0015} =$$

$$= 2,897 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$A_{\Sigma} = A_1 - A_2 + A_{sl} = 9 - 0,9 + 1,89 = 9,99 \text{ м}^2$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			101

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 0,9 \text{ м}^2$$

A_{sl} – площа укосів вікна, м^2 ;

$$A_{sl} = 0,45 * (1,5 + 0,6) * 2 = 1,89 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$
$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,144; \psi_2 = 0,143; \psi_3 = 0,108$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

4.1.3.2. Товщина утеплювача 0,15 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$
$$= \frac{9,99}{\frac{8,1}{3,814} + 0,6 * 0,15 + 0,6 * 0,156 + 1,5 * 2 * 0,114 + 49 * 0,0015} =$$
$$= 3,669 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$A_{\Sigma} = 9,99 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 0,9 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 1,89 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			102

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,15; \psi_2 = 0,156; \psi_3 = 0,114$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

4.1.3.3. Товщина утеплювача 0,2 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{9,99}{\frac{8,1}{4,814} + 0,6 * 0,153 + 0,6 * 0,166 + 1,5 * 2 * 0,12 + 49 * 0,0015} =$$

$$= 4,329 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$A_{\Sigma} = A_1 - A_2 + A_{sl} = 9 - 0,9 + 1,89 = 9,99 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 0,9 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 1,89 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

					2МБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		103

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,153; \psi_2 = 0,166; \psi_3 = 0,12$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

4.2. Розрахункова схема 2.

4.2.1. Товщина цегли 0,25 м.

4.2.1.1. Товщина утеплювача 0,1 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{7,22}{\frac{5,85}{2,493} + 2,1 \cdot 0,149 + 2,1 \cdot 0,173 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,107 + 35 \cdot 0,0015} =$$

$$= 2,126 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = A_1 - A_2 + A_{sI} = 9 - 3,15 + 1,37 = 7,22 \text{ м}^2$$

де A_1 – площа розрахункової схеми

$$A_1 = 3 \cdot 3 = 9 \text{ м}^2$$

A_2 – площа вікна, м^2 ;

$$A_2 = 1,5 \cdot 2,1 = 3,15 \text{ м}^2$$

A_{sI} – площа укосів вікна, м^2 ;

$$A_{sI} = 0,19 \cdot (1,5 + 2,1) \cdot 2 = 1,37 \text{ м}^2$$

A – площа розрахункової схеми без площі вікна, м^2 ;

$$A = 3 \cdot 3 - 1,5 \cdot 2,1 = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

								Арк.
								104
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	2МБП.12176617.ПЗ			

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де - h_{si}, h_{se} – коефіцієнти теплообміну на поверхнях стіни, Вт/(м² · К), дод. Б [1];

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}, \quad h_{se} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$$

$d_1; d_2; d_3; d_4; d_5$ – товщина шарів вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження;

$\lambda_{p1}; \lambda_{p2}; \lambda_{p3}; \lambda_{p4}; \lambda_{p5}$ – теплопровідність вапняно-піщаного розчину, цегли, клейової суміші, утеплювача, шару опорядження;

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,149; \psi_2 = 0,173; \psi_3 = 0,107$$

$l_1; l_2$ – ширина та висота вікна, $l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$

χ – точковий коефіцієнт теплопередачі, $\chi = 0,0015$

N – кількість точкових теплопровідних включень, шт.

$$N = 6 * (A_1 - A_2) = 6 * (9 - 3,15) = 35 \text{ шт.}$$

4.2.1.2. Товщина утеплювача 0,15 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{7,22}{\frac{5,85}{3,493} + 2,1 * 0,153 + 2,1 * 0,188 + 1,5 * 2 * 0,117 + 35 * 0,0015} =$$

$$= 2,584 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м²;

$$A_{\Sigma} = 7,22 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 1,37 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			105

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,153; \psi_2 = 0,188; \psi_3 = 0,117$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

4.2.1.3. Товщина утеплювача 0,2 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{7,22}{\frac{5,85}{4,493} + 2,1 \cdot 0,156 + 2,1 \cdot 0,199 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,125 + 35 \cdot 0,0015} =$$

$$= 2,917 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = 7,22 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 1,37 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,2}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

						2МБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			106

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,156; \psi_2 = 0,199; \psi_3 = 0,125$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

4.2.2. Товщина цегли 0,38 м.

4.2.2.1. Товщина утеплювача 0,1 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{8,15}{\frac{5,85}{2,654} + 2,1 \cdot 0,149 + 2,1 \cdot 0,15 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,106 + 35 \cdot 0,0015} =$$

$$= 2,545 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = A_1 - A_2 + A_{sl} = 9 - 3,15 + 2,3 = 8,15 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

A_{sl} – площа укосів вікна, м^2 ;

$$A_{sl} = 0,32 \cdot (1,5 + 2,1) \cdot 2 = 2,3 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

						Арк.
					2МБП.12176617.ПЗ	107
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\psi_1 = 0,149; \psi_2 = 0,15; \psi_3 = 0,106$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

4.2.2.2. Товщина утеплювача 0,15 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{8,15}{\frac{5,85}{3,654} + 2,1 \cdot 0,153 + 2,1 \cdot 0,165 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,114 + 35 \cdot 0,0015} =$$

$$= 3,06 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = 8,15 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

$$A_{st} = 2,3 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,153; \psi_2 = 0,165; \psi_3 = 0,114$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			108

4.2.2.3. Товщина утеплювача 0,2 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$
$$= \frac{8,15}{\frac{5,85}{4,654} + 2,1 \cdot 0,156 + 2,1 \cdot 0,176 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,121 + 35 \cdot 0,0015} =$$
$$= 3,439 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = 8,15 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 2,3 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$
$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$
$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,156; \psi_2 = 0,176; \psi_3 = 0,121$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

4.2.3. Товщина цегли 0,51 м.

4.2.3.1. Товщина утеплювача 0,1 м

Приведений опір теплопередачі:

								Арк.
								109
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	2МБП.12176617.ПЗ			

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{9,09}{\frac{5,85}{2,814} + 2,1 \cdot 0,144 + 2,1 \cdot 0,143 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,108 + 35 \cdot 0,0015} =$$

$$= 2,972 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = A_1 - A_2 + A_{sl} = 9 - 3,15 + 3,24 = 9,09 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

A_{sl} – площа укосів вікна, м^2 ;

$$A_{sl} = 0,45 \cdot (1,5 + 2,1) \cdot 2 = 3,24 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,144; \psi_2 = 0,143; \psi_3 = 0,108$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

4.2.3.2. Товщина утеплювача 0,15 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			110

$$= \frac{9,09}{\frac{5,85}{3,814} + 2,1 * 0,15 + 2,1 * 0,156 + 1,5 * 2 * 0,114 + 35 * 0,0015} =$$

$$= 3,536 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = 9,09 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 3,24 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,15; \psi_2 = 0,156; \psi_3 = 0,114$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

4.2.3.3. Товщина утеплювача 0,2 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{9,09}{\frac{5,85}{4,814} + 2,1 * 0,153 + 2,1 * 0,166 + 1,5 * 2 * 0,12 + 35 * 0,0015} =$$

$$= 3,956 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

								Арк.
								111
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>			

$$A_{\Sigma} = 9,09 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 3,24 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$
$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,153; \psi_2 = 0,166; \psi_3 = 0,12$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

5. Варіант 2. Спиранині вікна на термоізоляційний профіль VST

5.1. Розрахункова схем 1.

5.1.1. Товщина цегли 0,25 м.

5.1.1.1. Товщина утеплювача 0,1 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$
$$= \frac{9,28}{\frac{8,1}{2,493} + 0,6 * 0,055 + 0,6 * 0,014 + 1,5 * 2 * 0,054 + 49 * 0,0015} =$$
$$= 2,632 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = A_1 - A_2 + A_{sl} = 9 - 0,9 + 1,18 = 9,28 \text{ м}^2$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			112

де A_1 – площа розрахункової схеми

$$A_1 = 3 * 3 = 9 \text{ м}^2$$

A_2 – площа вікна, м^2 ;

$$A_2 = 1,5 * 0,6 = 0,9 \text{ м}^2$$

A_{sl} – площа укосів вікна, м^2 ;

$$A_{sl} = 0,28 * (1,5 + 0,6) * 2 = 1,18 \text{ м}^2$$

A – площа розрахункової схеми без площі вікна, м^2 ;

$$A = 3 * 3 - 1,5 * 0,6 = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma} &= \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} = \\ &= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} \\ h_{si} &= 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}) \end{aligned}$$

ψ_1 ; ψ_2 ; ψ_3 – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,055; \psi_2 = 0,014; \psi_3 = 0,054$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

5.1.1.2. Товщина утеплювача 0,15 м

Приведений опір теплопередачі:

$$\begin{aligned} R_{\Sigma \text{пр}} &= \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} = \\ &= \frac{9,28}{\frac{8,1}{3,493} + 0,6 * 0,057 + 0,6 * 0,024 + 1,5 * 2 * 0,058 + 49 * 0,0015} = \\ &= 3,549 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} \end{aligned}$$

$$A_{\Sigma} = 9,28 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 3 * 3 = 9 \text{ м}^2$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			113

$$A_2 = 1,5 * 0,6 = 0,9 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 1,18 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,057; \psi_2 = 0,024; \psi_3 = 0,058$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

5.1.1.3. Товщина утеплювача 0,2 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{9,28}{\frac{8,1}{4,493} + 0,6 * 0,06 + 0,6 * 0,031 + 1,5 * 2 * 0,063 + 49 * 0,0015} =$$

$$= 4,378 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$A_{\Sigma} = 9,28 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 3 * 3 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 1,5 * 0,6 = 0,9 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 1,18 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			114

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,06; \psi_2 = 0,031; \psi_3 = 0,063$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

5.1.2. Товщина цегли 0,38 м.

5.1.2.1. Товщина утеплювача 0,1 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{9,82}{\frac{8,1}{2,654} + 0,6 \cdot 0,054 + 0,6 \cdot 0,014 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,054 + 49 \cdot 0,0015} =$$

$$= 2,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = A_1 - A_2 + A_{sl} = 9 - 0,9 + 1,72 = 9,82 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 3 \cdot 3 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 1,5 \cdot 0,6 = 0,9 \text{ м}^2$$

A_{sl} – площа укосів вікна, м^2 ;

$$A_{sl} = 0,41 \cdot (1,5 + 0,6) \cdot 2 = 1,72 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

						2МБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			115

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,054; \psi_2 = 0,014; \psi_3 = 0,056$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

5.1.2.2. Товщина утеплювача 0,15 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{9,82}{\frac{8,1}{3,654} + 0,6 * 0,056 + 0,6 * 0,022 + 1,5 * 2 * 0,058 + 49 * 0,0015} =$$

$$= 3,911 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = 9,82 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 3 * 3 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 1,5 * 0,6 = 0,9 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 1,72 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

						2МБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			116

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,056; \psi_2 = 0,022; \psi_3 = 0,058$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

5.1.2.3. Товщина утеплювача 0,2 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{9,82}{\frac{8,1}{4,654} + 0,6 * 0,062 + 0,6 * 0,029 + 1,5 * 2 * 0,05 + 49 * 0,00163} =$$

$$= 4,85 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = 9,82 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 3 * 3 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 1,5 * 0,6 = 0,9 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 1,72 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,062; \psi_2 = 0,029; \psi_3 = 0,063$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			117

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

5.1.3. Товщина цегли 0,51 м.

5.1.3.1. Товщина утеплювача 0,1 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$
$$= \frac{10,37}{\frac{8,1}{2,814} + 0,6 * 0,056 + 0,6 * 0,017 + 1,5 * 2 * 0,06 + 49 * 0,0015} = 3,265 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = A_1 - A_2 + A_{sl} = 9 - 0,9 + 2,27 = 10,37 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 3 * 3 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 1,5 * 0,6 = 0,9 \text{ м}^2$$

A_{sl} – площа укосів вікна, м^2 ;

$$A_{sl} = 0,54 * (1,5 + 0,6) * 2 = 2,27 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$
$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$
$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,056; \psi_2 = 0,017; \psi_3 = 0,06$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			118

5.1.3.2. Товщина утеплювача 0,15 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$
$$= \frac{10,37}{\frac{8,1}{3,814} + 0,6 \cdot 0,057 + 0,6 \cdot 0,023 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,06 + 49 \cdot 0,0015} = 4,276 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$A_{\Sigma} = 10,37 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 3 \cdot 3 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 1,5 \cdot 0,6 = 0,9 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 2,27 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$
$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,057; \psi_2 = 0,023; \psi_3 = 0,06$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

5.1.3.3. Товщина утеплювача 0,2 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			119

$$= \frac{10,37}{\frac{8,1}{4,814} + 0,6 * 0,06 + 0,6 * 0,029 + 1,5 * 2 * 0,064 + 49 * 0,0015} = 5,181 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$A_{\Sigma} = 10,37 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 3 * 3 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 1,5 * 0,6 = 0,9 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 2,27 \text{ м}^2$$

$$A = 8,1 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,06; \psi_2 = 0,029; \psi_3 = 0,064$$

$$l_1 = 0,6 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 49 \text{ шт.}$$

5.2. Розрахункова схем 2.

5.2.1. Товщина цегли 0,25 м.

5.2.1.1. Товщина утеплювача 0,1 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{5,85}{\frac{2,493}{2,493} + 2,1 * 0,055 + 2,1 * 0,014 + 1,5 * 2 * 0,054 + 35 * 0,0015} =$$

$$= 2,908 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			120

$$A_{\Sigma} = A_1 - A_2 + A_{sl} = 9 - 3,15 + 2,02 = 7,87 \text{ м}^2$$

де A_1 – площа розрахункової схеми

$$A_1 = 3 * 3 = 9 \text{ м}^2$$

A_2 – площа вікна, м^2 ;

$$A_2 = 1,5 * 2,1 = 3,15 \text{ м}^2$$

A_{sl} – площа укосів вікна, м^2 ;

$$A_{sl} = 0,28 * (1,5 + 2,1) * 2 = 2,02 \text{ м}^2$$

A – площа розрахункової схеми без площі вікна, м^2 ;

$$A = 3 * 3 - 1,5 * 2,1 = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,055; \psi_2 = 0,014; \psi_3 = 0,054$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

5.2.1.2. Товщина утеплювача 0,15 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{7,87}{\frac{5,85}{3,493} + 2,1 * 0,057 + 2,1 * 0,024 + 1,5 * 2 * 0,058 + 35 * 0,0015} =$$

$$= 3,799 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$A_{\Sigma} = 7,87 \text{ м}^2$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			121

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 2,02 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,057; \psi_2 = 0,024; \psi_3 = 0,058$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

5.2.1.3. Товщина утеплювача 0,2 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{7,87}{\frac{5,85}{4,493} + 2,1 \cdot 0,06 + 2,1 \cdot 0,031 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,063 + 35 \cdot 0,0015} = 4,537 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$$

$$A_{\Sigma} = 7,87 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 2,02 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$:

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			122

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,25}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,49 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,06; \psi_2 = 0,031; \psi_3 = 0,063$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

5.2.2. Товщина цегли 0,38 м.

5.2.2.1. Товщина утеплювача 0,1 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{8,8}{\frac{5,85}{2,654} + 2,1 \cdot 0,054 + 2,1 \cdot 0,014 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,056 + 35 \cdot 0,0015} =$$

$$= 3,427 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = A_1 - A_2 + A_{sl} = 9 - 3,15 + 2,95 = 8,8 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

A_{sl} – площа укосів вікна, м^2 ;

$$A_{sl} = 0,41 \cdot (1,5 + 2,1) \cdot 2 = 2,95 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

						2МБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			123

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,054; \psi_2 = 0,014; \psi_3 = 0,056$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

5.2.2.2. Товщина утеплювача 0,15 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{8,8}{\frac{5,85}{3,654} + 2,1 \cdot 0,056 + 2,1 \cdot 0,022 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,058 + 35 \cdot 0,0015} =$$

$$= 4,41 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = 8,8 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

$$A_{si} = 2,95 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

						2МБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			124

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,056; \psi_2 = 0,022; \psi_3 = 0,058$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

5.2.2.2. Товщина утеплювача 0,2 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

$$= \frac{8,8}{\frac{5,85}{4,654} + 2,1 \cdot 0,062 + 2,1 \cdot 0,029 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,063 + 35 \cdot 0,0015} =$$

$$= 5,208 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = 8,8 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

$$A_{st} = 2,95 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{st}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{st}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,65 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{st} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,062; \psi_2 = 0,029; \psi_3 = 0,063$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			125

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

5.2.3. Товщина цегли 0,51 м.

5.2.3.1. Товщина утеплювача 0,1 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$
$$= \frac{9,74}{\frac{5,85}{2,814} + 2,1 \cdot 0,056 + 2,1 \cdot 0,017 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,06 + 35 \cdot 0,0015} = 3,952 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = A_1 - A_2 + A_{sl} = 9 - 3,15 + 3,89 = 9,74 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

A_{sl} – площа укосів вікна, м^2 ;

$$A_{sl} = 0,54 \cdot (1,5 + 2,1) \cdot 2 = 3,89 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$
$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,1}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 2,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$
$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,056; \psi_2 = 0,017; \psi_3 = 0,06$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			126

5.2.3.2. Товщина утеплювача 0,15 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$
$$= \frac{9,74}{\frac{5,85}{3,814} + 2,1 \cdot 0,057 + 2,1 \cdot 0,023 + 1,5 \cdot 2 \cdot 0,06 + 35 \cdot 0,0015} = 5,035 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = 9,74 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 3,89 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^I R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$
$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 3,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$
$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,057; \psi_2 = 0,023; \psi_3 = 0,06$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

5.2.3.3. Товщина утеплювача 0,2 м

Приведений опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\frac{A}{R_{\Sigma}} + l_1 \cdot \psi_1 + l_1 \cdot \psi_2 + l_2 \cdot \psi_3 + N \cdot \chi} =$$

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			127

$$= \frac{9,74}{\frac{5,85}{4,814} + 2,1 * 0,06 + 2,1 * 0,029 + 1,5 * 2 * 0,064 + 35 * 0,0015} = 5,915 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де A_{Σ} – площа розрахункової схеми, з площею укосів вікон без площі вікна, м^2 ;

$$A_{\Sigma} = 9,74 \text{ м}^2$$

$$A_1 = 9 \text{ м}^2$$

$$A_2 = 3,15 \text{ м}^2$$

$$A_{sl} = 3,89 \text{ м}^2$$

$$A = 5,85 \text{ м}^2$$

R_{Σ} , – опір теплопередачі однорідної частини конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{d_4}{\lambda_{p4}} + \frac{d_5}{\lambda_{p5}} + \frac{1}{h_{se}} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,81} + \frac{0,51}{0,81} + \frac{0,005}{0,93} + \frac{0,2}{0,05} + \frac{0,008}{0,93} + \frac{1}{23} = 4,81 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

$$h_{si} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}), \quad h_{se} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$\psi_1; \psi_2; \psi_3$ – лінійні коефіцієнти теплопередачі в зоні перемичок, підвіконня та рядового сполучення;

$$\psi_1 = 0,06; \psi_2 = 0,029; \psi_3 = 0,064$$

$$l_1 = 2,1 \text{ м}; l_2 = 1,5 \text{ м};$$

$$\chi = 0,0015$$

$$N = 35 \text{ шт.}$$

Приведений опір теплопередачі розрахункових схем 1 та 2 наведений у табл. 3.

Таблиця 3

Приведений опір розрахункових схем 1 та 2

Товщина стіни, м	Товщина утеплювача, м	Приведений опір, $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, при			
		Схема 1		Схема 2	
		спіранні вікна на цеглу	спіранні вікна на термоізоляційний профіль VST	спіранні вікна на цеглу	спіранні вікна на термоізоляційний профіль VST

						2мБП.12176617.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			128

0,25	0,1	2,32	2,332	1,826	2,608
	0,15	3,019	3,249	2,284	3,499
	0,2	3,612	4,078	2,617	4,237
0,38	0,1	2,607	2,65	2,245	3,127
	0,15	3,345	3,611	2,76	4,119
	0,2	3,975	4,55	3,139	4,908
0,51	0,1	2,897	2,965	2,672	3,652
	0,15	3,669	3,976	3,236	4,735
	0,2	4,329	4,881	3,656	5,615

Відсоток збільшення приведенного опору при застосуванні термоізоляційного профілю VST наведено у табл. 4.

Таблиця 4

Відсоток збільшення приведенного опору при застосуванні термоізоляційного профілю VST

Товщина стіни, м	Товщина утеплювача, м	Відсоток збільшення приведенного опору при застосуванні термоізоляційного профілю VST	
		Схема 1	Схема 2
0,25	0,1	8,4	31,8
	0,15	12,6	42
	0,2	16,2	50,5
0,38	0,1	8,2	29,7
	0,15	11,9	39,4
	0,2	17	46,4
0,51	0,1	7,7	28
	0,15	11,5	37,4
	0,2	14,7	44,5

									Арк.
									129
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>				

Висновки по розділу 4

1. Приведений опір при застосуванні термоізоляційного профілю VST збільшується на:

- за розрахунковою схемою 1 від 8% до 16%
- за розрахунковою схемою 2 від 28% до 51%

					<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		130

Загальні висновки

1. При застосуванні профілю лінійні коефіцієнти зменшуються.
2. Приведений опір при застосуванні профілю збільшується на:
3. за розрахунковою схемою 1 від 8% до 17%
4. за розрахунковою схемою 2 від 28% до 51%

					<i>2мБП.12176617.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		131