

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

магістра

на тему «Дослідження вологісного стану зовнішніх стін
колодязної кладки».

Виконала: студентка групи 2мБП

спеціальності

192 Будівництво та цивільна інженерія

Гуранда Тетяна Григорівна

Керівник: Юрін О.І.

Полтава – 2023 року

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ЗОВНІШНІХ СТІН КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ	6
ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 1	15
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ	16
2.1 Вплив товщини внутрішнього цегляного шару на вологісний стан ОГОРОДЖЕННЯ	17
2.1.1. Товщина внутрішнього цегляного шару 0,12 м	17
2.1.2. Товщина внутрішнього цегляного шару 0,38 м	21
2.2 Вплив довжини порожнини колодязної кладки на вологісний стан ОГОРОДЖЕННЯ	23
2.2.1. Довжина порожнини колодязної кладки 0,53 м	23
2.2.2. Довжина порожнини колодязної кладки 1,05 м	26
2.3 Вплив розташування утеплювача у порожнині колодязної кладки на ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ	29
2.3.1. Розташування утеплювача біля внутрішнього цегляного шару	29
2.3.2. Розташування утеплювача біля зовнішнього цегляного шару	32
ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 2	34
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ОГОРОДЖЕННЯ КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ	35
3.1 Визначення товщини утеплювача стіни колодязної кладки за схемою 1	36
3.1.1 Варіант 1	36
3.1.2 Варіант 2	37
3.1.3 Варіант 3	38

					2мБП. 10589134.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки	Стадія	Арк.	Аркцшів
Розроб.		Гулана Т.Г.					2	113
Перевір.		Юрін О.І.						
Консульт.		Юрін О.І.						
Н. Контр.		Юрін О.І.						
		Семко О.В.				НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ		

3.1.4	Варіант 4.....	39
3.1.5	Варіант 5.....	40
3.1.6	Варіант 6.....	41
3.1.7	Варіант 7.....	42
3.1.8	Варіант 8.....	43
3.1.9	Варіант 9.....	44
3.2	ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ УТЕПЛЮВАЧА СТІНИ КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ ЗА СХЕМОЮ 2.....	45
3.2.1	Варіант 1.....	45
3.2.2	Варіант 2.....	46
3.2.3	Варіант 3.....	47
3.2.4	Варіант 4.....	48
3.2.5	Варіант 5.....	50
3.3	ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ УТЕПЛЮВАЧА СТІНИ КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ ЗА СХЕМОЮ 1	51
3.4	ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ УТЕПЛЮВАЧА СТІНИ КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ ЗА СХЕМОЮ 2	68
	ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 3.....	85
	РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО ПРИВЕДЕННЮ ОГОРОДЖЕННЯ ДО НОРМ З ВОЛОГІСНОГО ЇХ СТАНУ.....	86
4.1	Збільшення товщини внутрішнього цегляного шару до 380 мм	86
4.2	Застосування пароізоляційного шару	93
	ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 4.....	101
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	102
	ЛІТЕРАТУРА	103

ВСТУП

Актуальність теми.

В наш час, згідно існуючих норм теплозахисту, розташування утеплювача в зовнішніх стінах регламентується з зовнішньої сторони утеплювача. Таке розташування значно обмежує вибір фактури зовнішніх стін та як наслідок знижує виразність фасадів будівель. Одним із варіантів застосування цегли в якості облицювального шару є колодязна кладка. Але її застосування потребує досліджень вологісного стану огороження в цілому, внаслідок наявності цегляних діафрагм жорсткості.

Тому дослідження теплозахисних властивостей стін колодязної кладки є актуальною задачею.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота пов'язана з напрямками наукової роботи, що виконується на кафедрі.

Мета роботи.

- аналіз існуючих досліджень вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки
- дослідження факторів, що впливають на вологісний стан огороження.
- дослідження вологісного стану огороження з колодязною кладкою
- рекомендації по приведенню огороження до норм з вологісного їх стану

Задачі дослідження виконати:

- аналіз існуючих досліджень вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки:
 - виявити фактори, що впливають на вологісний стан огороження (товщина внутрішнього цегляного шару, розташування утеплювача в порожнині, довжина порожнини)
 - виявити схему колодязної кладки з найгіршими та найкращими умовами з точки зору вологісного стану

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис			4

- розрахувати товщину утеплювача для цих схем
- дослідити вологісний стан огороження для цих схем
- розробити рекомендації по приведенню огороження до норм вологісного їх стану

Об'єкт дослідження:

Вологісний стан зовнішніх стін колодязної кладки.

Методи дослідження:

- теплотехнічні розрахунки
- розрахунки вологісного стану
- розрахунки полів парціального тиску по перетину огороження

Наукова новизна полягає в дослідженні вологісного стін колодязної кладки та розробка рекомендацій по приведенню їх до норм.

Обсяг та структура роботи. Робота складається з 000 плакатів, пояснювальної записки на 113 сторінках, у тому числі 95 рисунків та 5 таблиці, списку з 75 використаних джерел. Основний текст роботи містить вступ, 4-ри розділи, висновки.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ЗОВНІШНІХ СТІН КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ

Дослідженнями теплозахисних властивостей стін колодязної кладки займалося багато вчених.

С. В. Корнієнко [9]

Наведено методику розрахунку тепловтрат через огорожувальні конструкції будівель за опалювальний період з урахуванням крайових зон. Показано, що крайові зони огорож істотно впливають на тепловтрати та повинні враховуватися під час проектування. Розроблена методика дозволяє визначити структуру втрат і намітити шляхи вдосконалення конструктивного вирішення зовнішніх огорож.

Мосієнко А.Є. [10].

Наведено порівняльну характеристику традиційних та сучасних матеріалів зовнішніх стін. Показано, що підвищення енергоефективності малоповерхових будівель можливе при використанні багатошарових конструкцій стін та наведена теплоефективна конструкція. Розглянуто варіанти енергоефективних конструкцій зовнішніх стін з фасадними вентиляльованими системами, що дозволяють знизити опір повітрообміну при забезпеченні високих значень опору теплопередачі.

Рафальська Тетяна Анатоліївна [12].

При пов'язаної подачі теплоти в системі тепlopостачання, будівельні конструкції виконують роль теплового акумулятора. Тому при розрахунку часу остигання приміщень при аваріях в тепломережі необхідно враховувати не тільки погодні умови, але також зниження надходження тепла від системи тепlopостачання, оскільки при низьких температурах зовнішнього повітря втрати теплоти приміщеннями будуть більшими теплонадходжень від системи тепlopостачання, що призведе до накопичення вологи в матеріалах конструкцій.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис			6

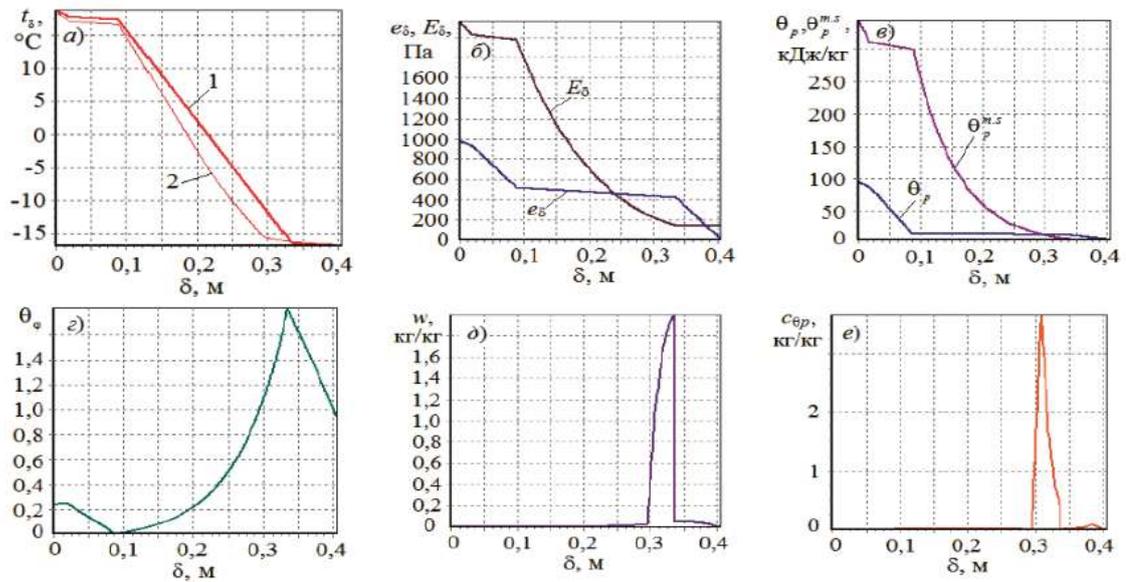


Рис. 1 – Результати розрахунку вологонакопиченню

Синіцина А.С. [20]

В даний час в облицювання будівель часто застосовується навісний фасад, що вентильється. Ця система включає в себе утеплення та оздоблення зовнішніх стін, яка взимку та влітку дозволяє підтримувати такий режим теплообміну, за якого створюються досить комфортні умови проживання, а під час опалювального сезону витрати енергоресурсів не перевищують нормативів на опалення приміщень.

В умовах широкого застосування навісних вентильованих фасадів значущою є проблема їх надійності та довговічності. Актуальними залишаються завдання моделювання їхньої надійності, засновані на обліку температурно-вологісних умов та експлуатаційних параметрів.

Процес моделювання створювався в модулі FLOWSTAR програмного комплексу COSMOS/M, в якому вивчалася швидкість вологидалення з повітряного зазору навісного вентильованого фасаду при різних зовнішніх факторів: ширина повітряного зазору, відстань між входною та вихідною щілинами (600 і 1 200 мм), звуження входної щілини, звуження вихідної щілини, шорсткості повітряного каналу.

Дослідження залежності швидкості повітряного потоку в повітряному зазорі навісного вентильованого фасаду від зовнішніх факторів показали, що одним із факторів, що знижують вологонакопичення, є швидкість руху повітря в повітряному зазорі, що визначає інтенсивність вологидалення при збільшенні відстані між

вхідною та вихідною щілинами повітряного зазору. Також було встановлено, що швидкість повітряного потоку залежить від ширини зазору і точності монтажу навісного вентиляваного фасаду.

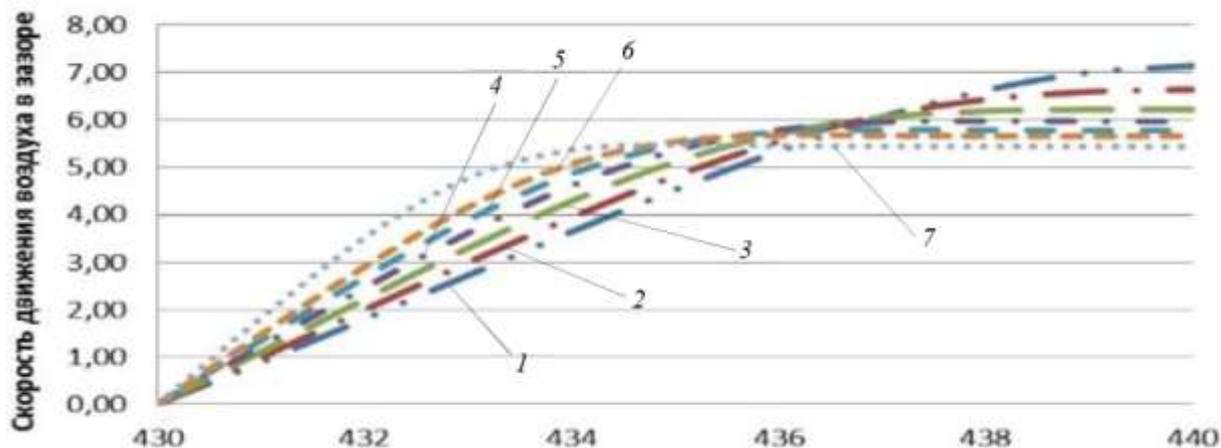


Рис. 2 - Зміна швидкості повітряного потоку в залежності від ширини зазору, що вентилюється.

Grechishkin, A. V. [23]

Початковий період експлуатації житлових будівель зі стінами з цегли може характеризуватись рядом відмов за нормативними параметрами, у тому числі і по мікроклімату приміщень. Нормативні параметри температури відносної вологості та швидкості руху повітря в приміщеннях можуть бути досягнуті при допомозі рекомендованих заходів.

Титунін, А. А. [25]

У зв'язку із збільшенням обсягів невикористовуваних відходів, у тому числі рослинного походження, проблема їх залучення у виробництво продукції стає дедалі актуальнішою. Невикористовувані м'які деревні відходи деревообробних підприємств та відходи прядіння льону та бавовни вирушають на звалище або спалюються, що негативно впливає на екологію. У вітчизняних та зарубіжних дослідженнях є розробки композитів на основі рослинних відходів, у тому числі за технологією деревостружкових плит (ДСП), а плитні матеріали, що виготовляються за технологією м'яких деревоволокнистих плит, які до цього часу не розроблялися. Композиційні плитні матеріали з деревної стружки та безповоротних відходів

переробки льону та бавовни на основі матриці з термореактивного сполучного можуть використовуватися як будівельний матеріал теплоізоляції.

У роботі визначено фізико-механічні показники композитів, виготовлених за технології ДСП та м'яких деревоволокнистих плит на фенол формальдегідному сполучному, розглянуто вплив температури та вологості навколишнього середовища на показники композиційних плитних матеріалів.

Наведено результати визначення динаміки міцності та набухання по товщині плитних матеріалів. Після циклічних випробувань «замочування – заморожування – розморожування – сушіння». Результати експерименту ментальних досліджень показали, що теплоізоляційні композити з м'яких деревних відходів фенол формальдегідному сполучному, виготовлені за технологією ДСП, мають більш високу міцність при статичному вигині порівняно з плитами з відходів прядіння рослинних волокон. Однак при цьому дерев'яні композити мають більш високе набухання по товщині після перебування у воді і більш інтенсивне зниження міцності та водостійкості. Експериментальні дані підтверджують наявність тривалості стійкості композитів до змінних температурно-вологісних впливів, це дозволило рекомендувати давати їх як теплоізоляційний елемент будівельних конструкцій.

К. Ф. Фазліахметов [26]

У роботі представлені результати дослідження температурно-вологості режиму збірної залізобетонної димової труби котельні. Проведення серії розрахунків аналітичним методом дозволило знайти мінімальну температуру продуктів згоряння, при якій реалізується сухий температурно-вологісний режим у товщі стінки димової труби. Досліджено вплив температури, швидкості продуктів згоряння та виду палива на локалізацію можливих зон конденсатоутворення в стінці збірної залізобетонної димової труби та інтенсивність масообміну вологи.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

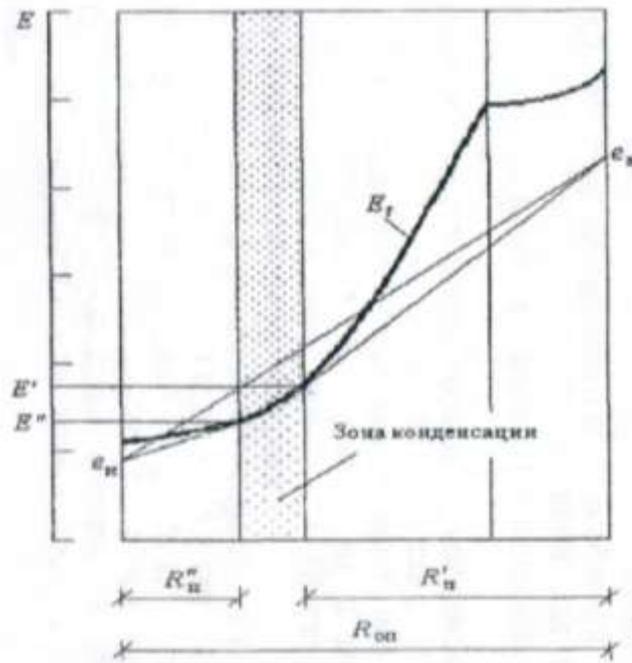


Рис. 3 - Визначення зони можливого випадання конденсату

Корольова, Т. І. [27]

Автори у своїй роботі розглянули існуючі методики розрахунку вологого поля неоднорідної огорожувальної конструкції та провели порівняльний аналіз.

Достовірність отриманих результатів та висновків обґрунтовано застосуванням класичних положень теорії тепломасообміну, зокрема теорії теплопередачі та масообміну.

У роботі вдосконалено методику розрахунку неоднорідних огорожувальних конструкцій будівель; запропоновано методику розрахунку вологого поля неоднорідних огорожувальних конструкцій; проведено розрахунок температурного та вологого стану для неоднорідної конструкції стіни полегшеної цегляної кладки.

Береговий, А. М. [28]

Вивчено механізм взаємопов'язаного впливу на теплопровідність матеріалу зовнішнього огороження його вологого стану та агресивного середовища в умовах фазових переходів вологи. Визначено коефіцієнти теплопровідності матеріалу конструкції у зонах надсорбційного зволоження, промерзання та присутності гігроскопічної солі. Шляхом розгляду вологої та мерзлої зон зовнішньої огорожі як окремих шарів знайдено їх термічні опори. На прикладах конструктивних рішень стін

дана наближена оцінка величин теплових втрат у порівнянні з загальноприйнятою методикою розрахунку.

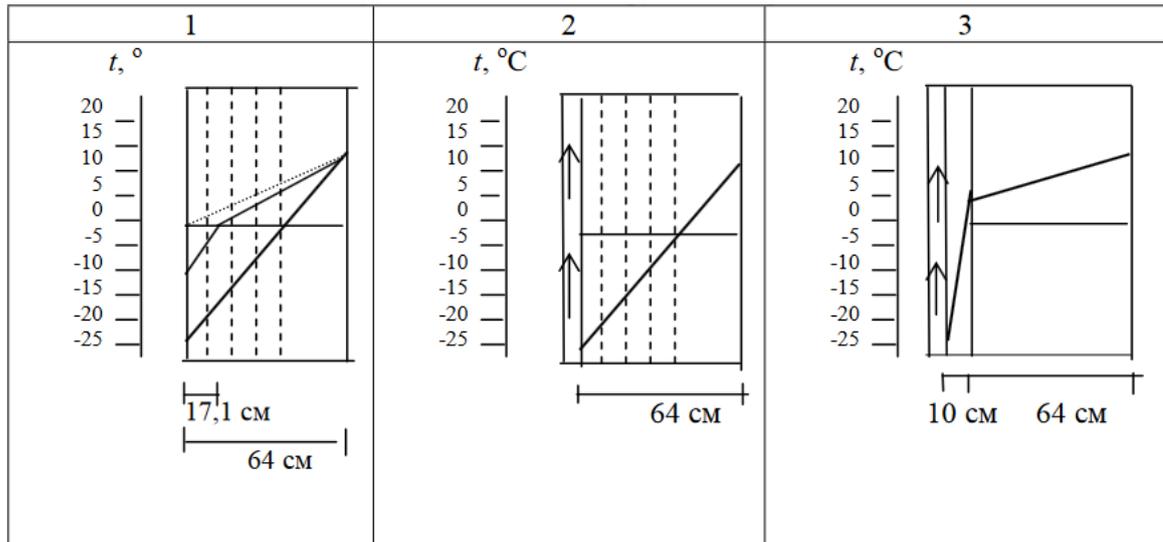


Рис. 4 – Розглянуті схеми огорожувальних конструкцій

Логаніна, В. І. [29]

Наведено відомості про вплив виду оздоблювального шару на вологий режим огорожувальних конструкцій із пористого бетону за різних умов експлуатації. Запропоновано склад сухої будівельної суміші для обробки газобетону. Визначено кількість конденсованої вологи, що накопичується в огорожі у зимовий період. Встановлено, що застосування розробленої сухої будівельної суміші дозволяє унеможливити утворення конденсату для умов мм. Ростов-на-Дону, Воронеж незалежно від марки газобетону та зменшити кількість конденсату для умов мм. Воркута та Новосибірськ.

Акоп'ян, К. А. [30]

У цій статті буде розглянуто питання дотримання температурно-волокнистого режиму у приміщеннях енергоефективної будівлі, необхідної для комфортного проживання людей. Будуть описані методи підтримки та покращення даного режиму. Також дано визначення "теплового мосту".

Фролов, М. В. [33]

Визначено закономірності конденсації вологи в зовнішніх огорожувальних конструкціях з газобетонних блоків марок D350-D600, оброблених різними видами

сухі будівельні суміші. Отримано математичну залежність температури початку конденсації в газобетонній огорожувальній конструкції від теплопровідності та паропроникності зовнішнього оздоблювального покриття. Виявлено, що при використанні для обробки газобетонних блоків марок D350-D600 вапняного складу з призменною зольних алюмосилікатних мікросфер конденсація вологи починається при нижчу температуру зовнішнього повітря.

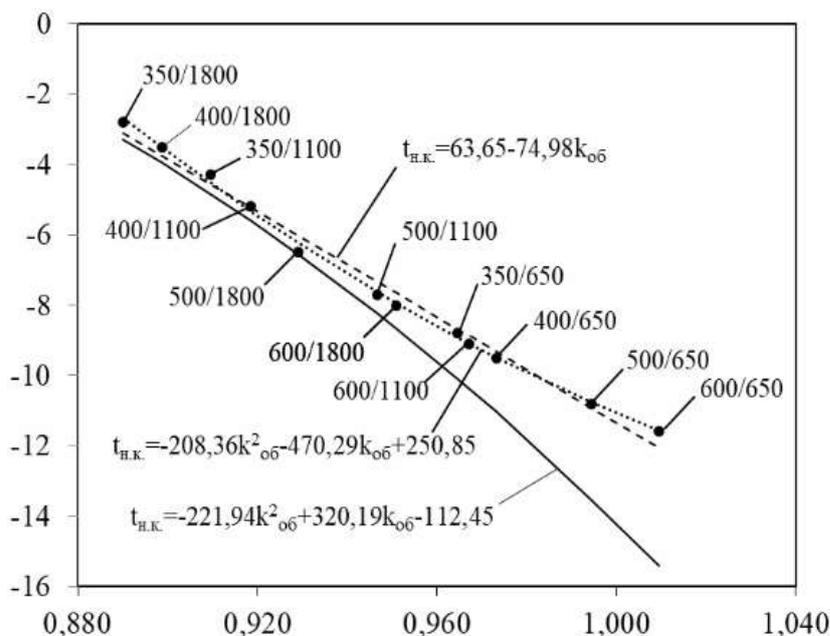


Рис. 5 - Залежність температури початку конденсації $t_{н.к}$ від узагальненого конструктивного параметра $k_{об}$

Фазліахметов, К. Ф. [34]

У роботі представлені результати дослідження впливу конструкції димової труби котельні на її температурно-вологий режим. Проведення серії графоаналітичних досліджень та аналітичних розрахунків дозволило знайти мінімальну температуру продуктів згоряння для різних типів футеровок, при якій реалізується сухий температурно-вологий режим на внутрішній поверхні та в товщі стінки димової труби. Результати розрахунку дозволяють підвищити коефіцієнт використання палива за збереження надійності димової труби.

Ільющенкова, М. К. [35]

У статті розглянуто питання тепловологісного режиму зовнішніх огорожувальних конструкцій, виконано порівняння експлуатаційних якостей та

економічної ефективності застосування різних варіантів конструкцій стін з урахуванням зміни вологості матеріалів. Виявлено проблеми, пов'язані з визначенням товщини утеплювача з мінімального термічного опору, запропоновано рішення та надано рекомендації щодо влаштування стін у різних кліматичних зонах.

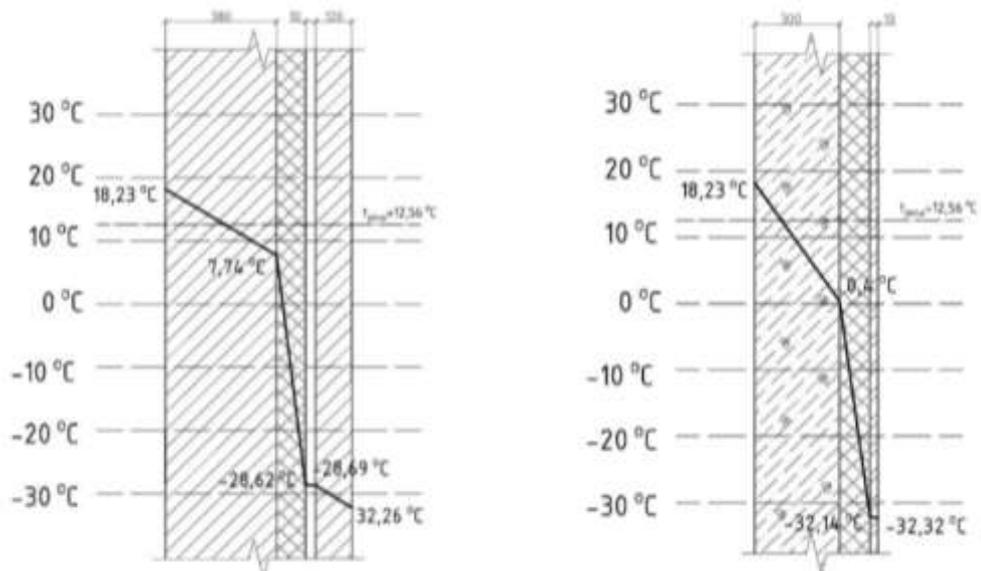


Рис. 6 – Визначення точки роси

Верхотіна, А. В. [36]

Наводиться аналітична перевірка виконання вимог до повітряного та вологого режиму зовнішніх конструкцій, що захищають будівлі центру дозвілля. Побудовано графіки розподілу температур, дійсної та максимальної пружності водяної пари по перерізу зовнішньої огорожі. Встановлено, що зовнішні стіни забезпечують достатній захист від вологи і мають необхідне повітропроникнення, що дозволяє уникнути зайвих тепловтрат.

О. В. Оханцев [37]

Для забезпечення сучасних нормативних теплотехнічних вимог і для дотримання умов політики енергозбереження створюються нові технічні рішення та матеріали. на температурно-вологісний режим кладки з теплоефективних керамічних каменів. Вирішувалися завдання: вивчення проектного вирішення стінових огорож будівлі; визначення фактичної конструкції збудованих стінових огорож; розрахунок опору теплопередачі з урахуванням неоднорідності стіни, порівняння проектного та фактичного рішень; оцінка додаткових теплових втрат стіни за рахунок

теплопровідних вкладок. Представлені часті варіанти включень, описані недоліки кожного рішення, дані результати теплотехнічного розрахунку. На основі розрахунків виявлено відсутність перевищення нормованого температурного перепаду для стін.

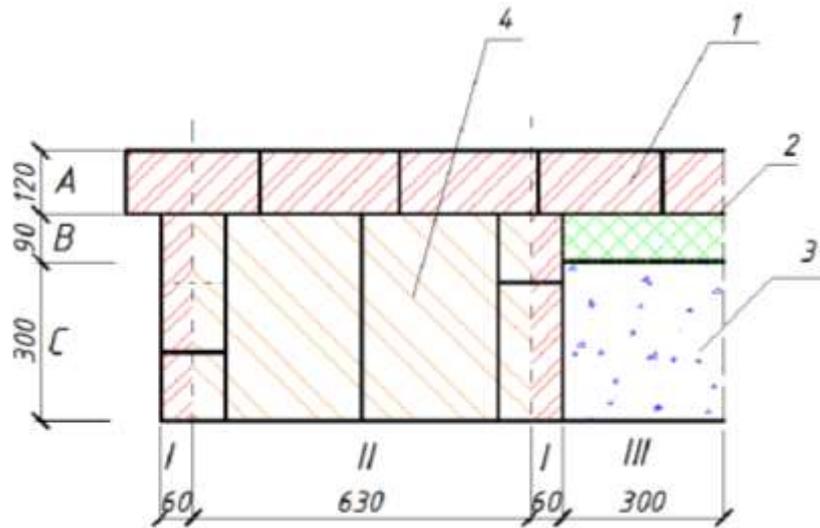


Рис. 7 – Розрахункова схема теплопровідного включення

Логаніна, В. І. [40]

Наведено результати дослідження закономірності вологісного режиму в стінових, пофарбованих різними видами фасадних фарб. Як основні матеріалів стін використані: газобетон марок D400, D600, цегла та керамзитобетон, у якості утеплювачів використані: мінеральна вата та пінополістирол. Оцінено вплив паропроникності фарб на температуру початку конденсації в різних огорожувальних конструкціях. Надано рекомендації щодо вибору виду фарби для стін різних конструкцій.

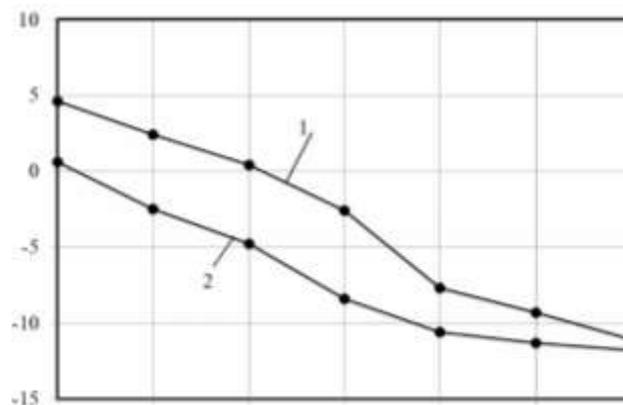


Рис. 8 – Залежність точки роси від типу фарбування

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 1

1. Питання вологісного стану стін колодязної кладки потребує подальших досліджень.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ

У наш час при зведенні стіни колодязної кладки застосовують наступні їх розміри (рис. 9)

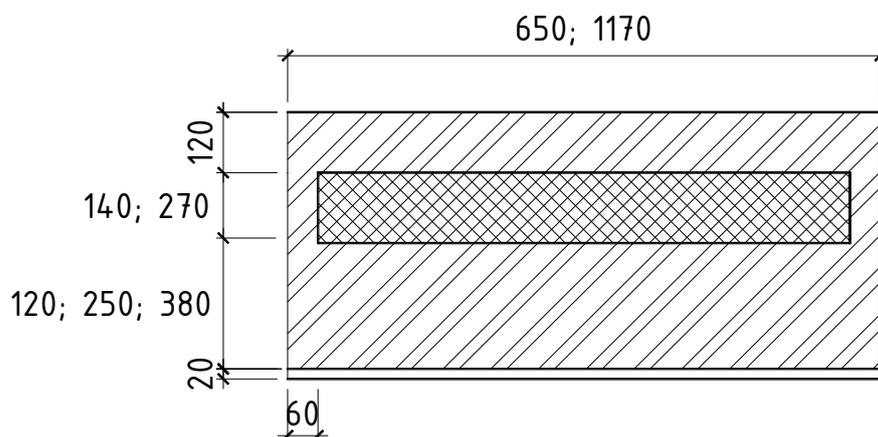


Рис. 9 – Розміри стін колодязної кладки

Характеристика матеріалів шарів огородження прийняті за [1] та наведена у табл. 1.

Таблица 1

Характеристики матеріалів шарів

№	Найменування матеріалу	Теплопровідність, Вт/(м · К)	Паропроникність, мг/(м · год · Па)
1	Цегла	0,81	0,11
2	Утеплювач	0,048	0,52
3	Вапняно-піщаний розчин	0,81	0,12

Дослідження виконувалося для кліматичних умов м. Полтави. Вологонакопичення в утеплювачі визначалося за січень. За [2] Температура зовнішнього повітря в січні дорівнює $t_3 = -5,6$ °С, а його відносна вологість $\varphi_3 = 85$ %.

Параметри внутрішнього повітря приймаємо як для житлового будинку. Тоді за [3] температура внутрішнього повітря дорівнює $t_b = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, а його відносна вологість $\varphi_b = 55 \%$.

Для дослідження приймаємо розрахункову схему колодязної кладки наведеної на рис. 10.

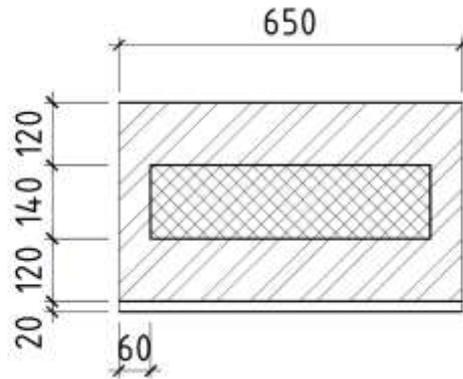


Рис. 10 - Схема колодязної кладки, що прийнята для дослідження

Дослідження вологісного стану огороження виконувалося з використанням розрахунків вологісних полів.

2.1 Вплив товщини внутрішнього цегляного шару на вологісний стан огороження

Були розглянуті дві товщини внутрішнього цегляного шару 0,12 м та 0,38 м

2.1.1. Товщина внутрішнього цегляного шару 0,12 м

Частина огороження, що прийнята для розрахунку температурного поля та поля парціального тиску водяної пари наведена на рис. 11.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

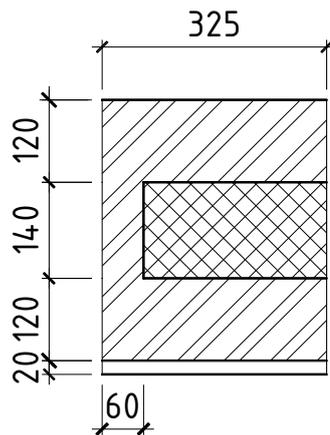


Рис. 11 - Частина огороження, що прийнята для розрахунку вологісних полів

Визначаємо парціальний тиск водяної пари внутрішнього повітря за формулою

$$e_B = E_B * \varphi_B * 0,01 = 2340 * 55 * 0,01 = 1287 \text{ Па}$$

де E_B – парціальний тиск насиченої водяної пари визначаємо за [4] використовуючи значення температури внутрішнього повітря

$$E_B = 2340 \text{ Па}$$

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 382 * 85 * 0,01 = 325 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари визначаємо за [4] використовуючи значення температури внутрішнього повітря

$$E_3 = 382 \text{ Па}$$

Температурне та поле парціальних тисків водяної пари наведено на рис. 12.

а)

б)

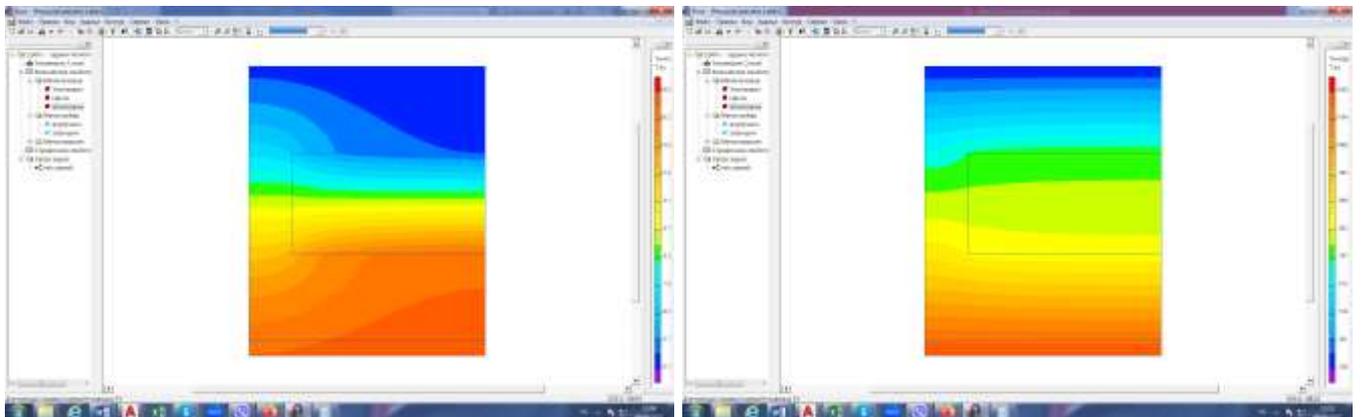


Рис. 12 - Температурне та поле парціальних тисків водяної пари; а) температурне, б) парціальних тисків

Визначаємо можливість конденсації вологи на внутрішній поверхні утеплювача. Для цього будуємо графіки зміни по довжині зовнішньої поверхні утеплювача парціального тиску e , та парціального тиску насиченої водяної пари E (рис. 13).

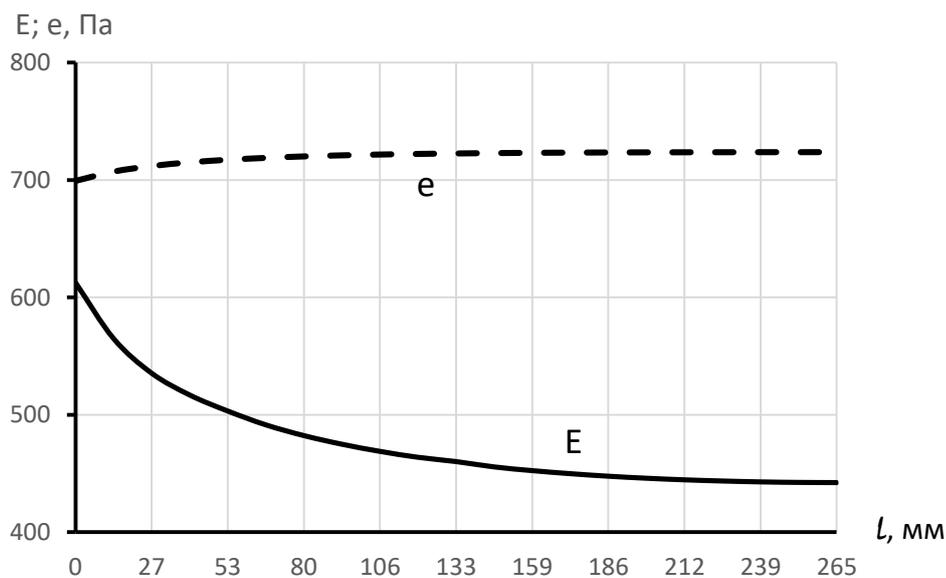


Рис. 13 - Графіки зміни по довжині зовнішньої поверхні утеплювача парціального тиску e , та парціального тиску насиченої водяної пари E

Як видно з рис. 0 по всій довжині зовнішньої поверхні утеплювача графік e вище графіка E . Тобто по всій зовнішній поверхні утеплювача відбувається конденсація вологи.

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 474}{1,527} = 532 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

де $R_{e,в}$ – опір паропроникненню, м² · год · Па, частини огороження між зоною конденсації та внутрішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{e.в} = \frac{\delta_{в}}{\mu_{в}} + \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} + \frac{\delta_{ут}}{\mu_{ут}} = \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,12}{0,11} + \frac{0,14}{0,52} = 1,527 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

p_k - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = -3,04 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_k = 474 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e.з}} = \frac{474 - 325}{1,09} = 137 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

де $R_{e.з}$ - опір паропроникненню, цегляного шару розташованого між площиною конденсації та зовнішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{e.з} = \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} = \frac{0,12}{0,11} = 1,09 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (532 - 137) * 10^{-6} = 0,294 \text{ кг}/\text{м}^2$$

де τ - кількість годин в січні визначаємо за формулою

$$\tau = 24 \times n = 24 \times 31 = 744 \text{ год.}$$

де 24 - кількість годин у добі;

n - кількість днів у січні

$$n = 31 \text{ доб.}$$

Визначаємо приріст вологи Δw , %, в утеплювачі, за формулою:

$$\Delta w = \frac{W_1}{\delta_{ут} \cdot \rho_{ут}} 100\% = \frac{0,294}{0,14 * 50} 100 = 4,2 \%$$

де $\delta_{ут}$ - товщина утеплювача, м;

$\rho_{ут}$ - густина утеплювача, кг/м³.

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

2.1.2. Товщина внутрішнього цегляного шару 0,38 м

Частина огороження, що прийнята для розрахунку температурного поля та поля парціального тиску водяної пари наведена на рис. 14.

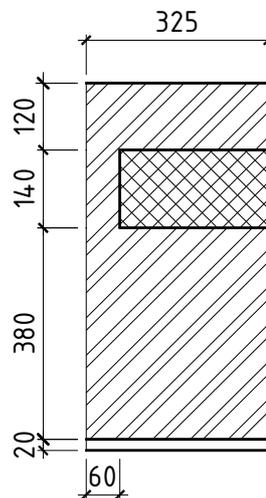


Рис. 14 - Частина огороження, що прийнята для розрахунку вологісних полів

Температурне та поле парціальних тисків водяної пари, наведено на рис. 15.

а)

б)



Рис. 15 - Температурне та поле парціальних тисків водяної пари; а) температурне, б) парціальних тисків

Визначаємо можливість конденсації вологи на внутрішній поверхні утеплювача. Для цього будуюмо графіки зміни по довжині зовнішньої поверхні

утеплювача парціального тиску e , та парціального тиску насиченої водяної пари E (рис. 16).

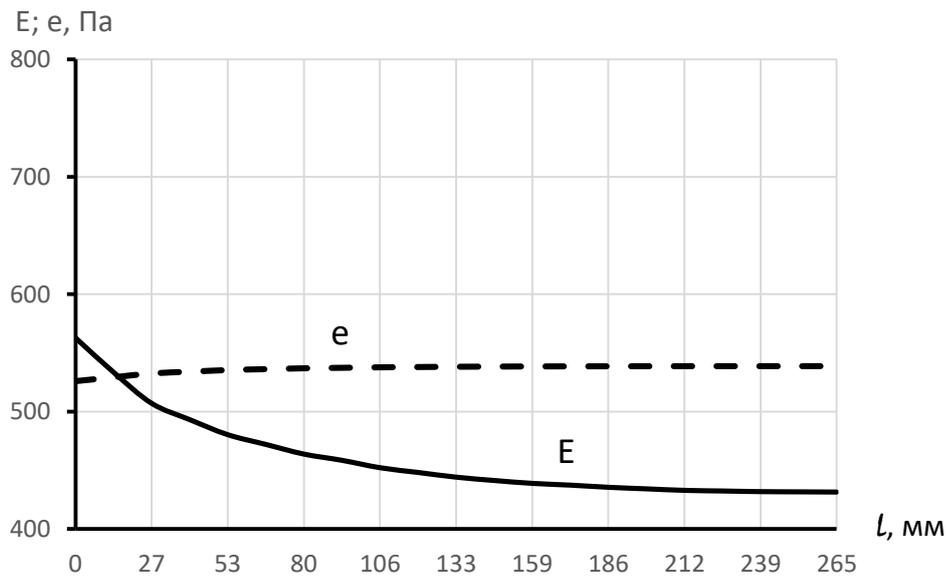


Рис. 16 - Графіки зміни по довжині зовнішньої поверхні утеплювача парціального тиску e , та парціального тиску насиченої водяної пари E

Як видно з рис. 0 по всій довжині зовнішньої поверхні утеплювача графік e вище графіка E . Тобто по всій зовнішній поверхні утеплювача відбувається конденсація вологи.

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 456}{3,89} = 214 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

де $R_{e,в}$ – опір паропроникненню, м² · год · Па, частини огороження між зоною конденсації та внутрішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{e,в} = \frac{\delta_{в}}{\mu_{в}} + \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} + \frac{\delta_{ут}}{\mu_{ут}} = \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,38}{0,11} + \frac{0,14}{0,52} = 3,89 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср,к} = -3,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 456 \text{ Па}$$

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e,3}} = \frac{456 - 325}{1,09} = 120 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

де $R_{e,3}$ – опір паропроникненню, цегляного шару розташованого між площиною конденсації та зовнішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{e,3} = \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} = \frac{0,12}{0,11} = 1,09 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (214 - 120) * 10^{-6} = 0,07 \text{ кг/м}^2$$

Визначаємо приріст вологи Δw , %, в утеплювачі), за формулою:

$$\Delta w = \frac{W_1}{\delta_{ут} \cdot \rho_{ут}} 100\% = \frac{0,07}{0,14 * 50} 100 = 1 \%$$

Як показали виконані дослідження зі збільшенням товщини внутрішнього цегляного шару вологісний стан огороження покращується.

2.2 Вплив довжини порожнини колодязної кладки на вологісний стан огороження

Були розглянуті дві довжини порожнини колодязної кладки 0,53 м та 1,05 м

2.2.1. Довжина порожнини колодязної кладки 0,53 м

Частина огороження, що прийнята для розрахунку температурного поля та поля парціального тиску водяної пари наведена на рис. 17.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

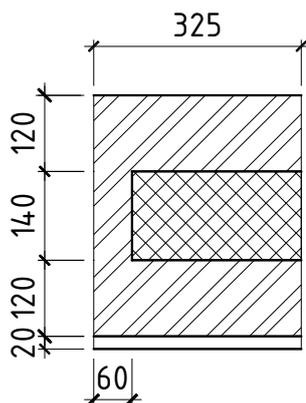


Рис. 17 - Частина огороження, що прийнята для розрахунку поля парціального тиску

Температурне та поле парціальних тисків водяної пари наведено на рис. 18.

а)

б)

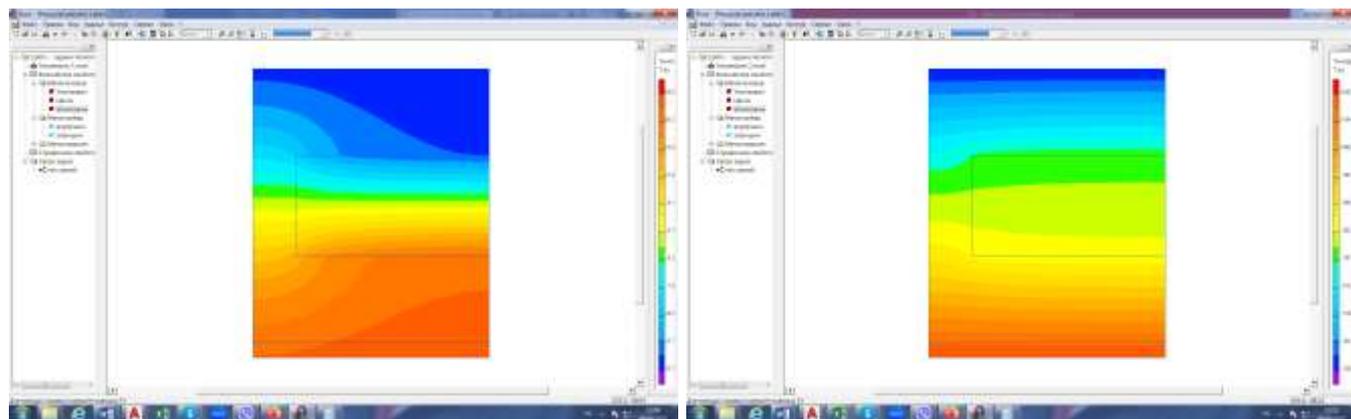


Рис. 18 - Температурне та поле парціальних тисків водяної пари; а) температурне, б) парціальних тисків

Визначаємо можливість конденсації вологи на внутрішній поверхні утеплювача. Для цього будемо графіки зміни по довжині зовнішньої поверхні утеплювача парціального тиску e , та парціального тиску насиченої водяної пари E (рис. 19).

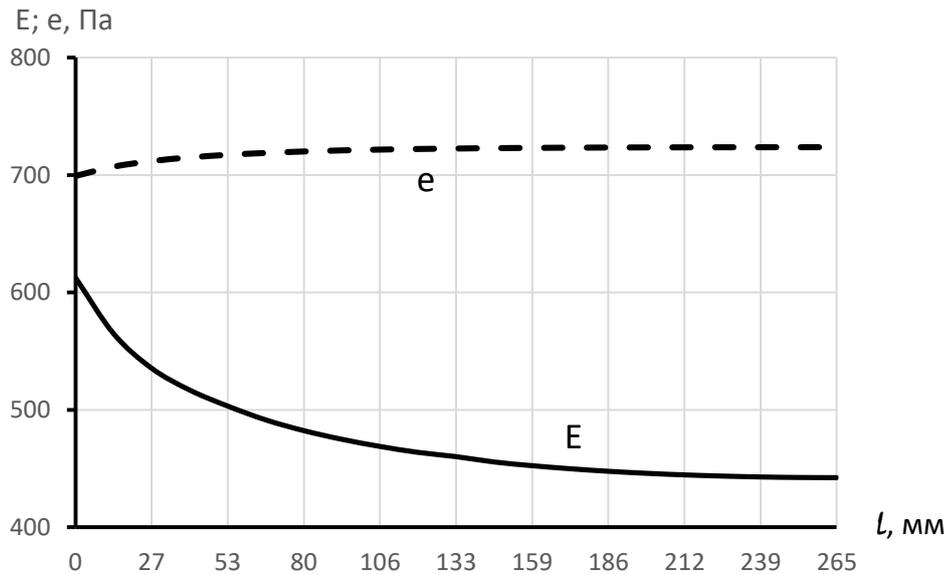


Рис. 19 – Графіки зміни по довжині зовнішньої поверхні утеплювача парціального тиску e , та парціального тиску насиченої водяної пари E

Як видно з рис. 0 по всій довжині зовнішньої поверхні утеплювача графік e вище графіка E . Тобто по всій зовнішній поверхні утеплювача відбувається конденсація вологи.

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e.в}} = \frac{1287 - 474}{1,527} = 532 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

де $R_{e.в}$ – опір паропроникненню, м² · год · Па, частини огороження між зоною конденсації та внутрішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{e.в} = \frac{\delta_{в}}{\mu_{в}} + \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} + \frac{\delta_{ут}}{\mu_{ут}} = \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,12}{0,11} + \frac{0,14}{0,52} = 1,527 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = -3,04 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 474 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e,3}} = \frac{474 - 325}{1,09} = 137 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

де $R_{e,3}$ – опір паропроникненню, цегляного шару розташованого між площиною конденсації та зовнішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{e,3} = \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} = \frac{0,12}{0,11} = 1,09 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

Визначаємо кількість вологи, $\text{кг}/\text{м}^2$, що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_b - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (532 - 137) * 10^{-6} = 0,294 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Визначаємо приріст вологи Δw , %, в утеплювачі), за формулою:

$$\Delta w = \frac{W_1}{\delta_{ут} \cdot \rho_{ут}} 100\% = \frac{0,294}{0,14 * 50} 100 = 4,2 \%$$

2.2.2. Довжина порожнини колодязної кладки 1,05 м

Частина огороження, що прийнята для розрахунку температурного поля та поля парціального тиску водяної пари наведена на рис. 20.

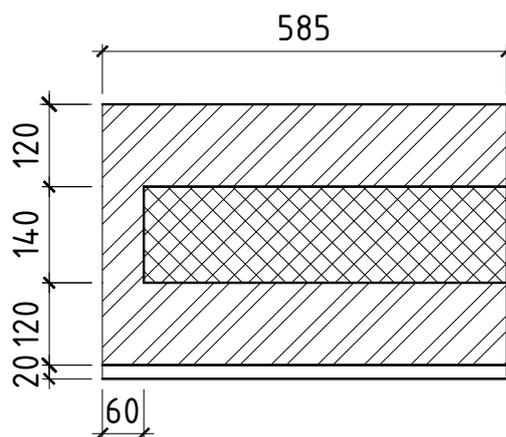


Рис. 20 - Частина огороження, що прийнята для розрахунку поля парціального тиску

Температурне та поле парціальних тисків водяної пари наведено на рис. 21.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

а)

б)

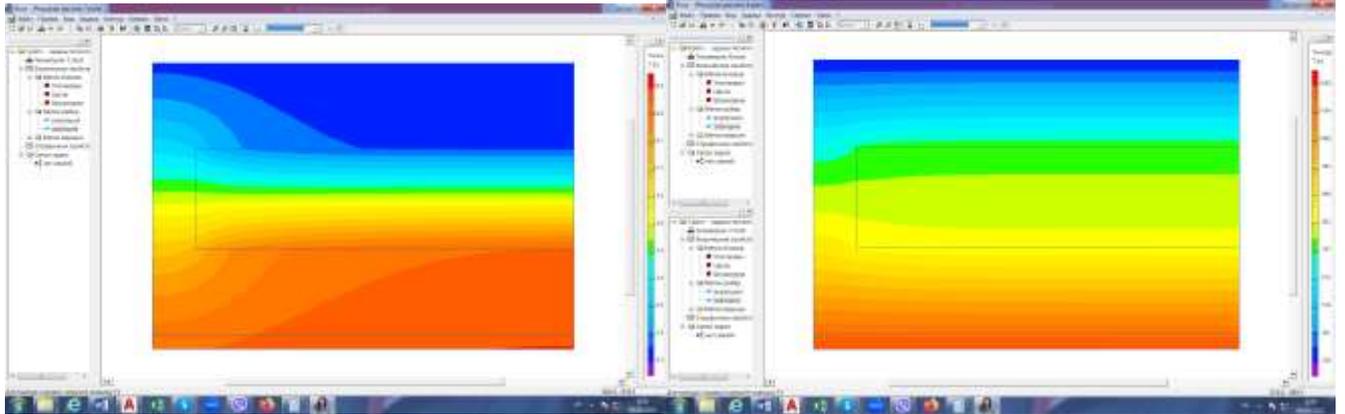


Рис. 21 - Температурне та поле парціальних тисків водяної пари; а) температурне, б) парціальних тисків

Визначаємо можливість конденсації вологи на внутрішній поверхні утеплювача. Для цього будемо графіки зміни по довжині зовнішньої поверхні утеплювача парціального тиску e , та парціального тиску насиченої водяної пари E (рис. 22).

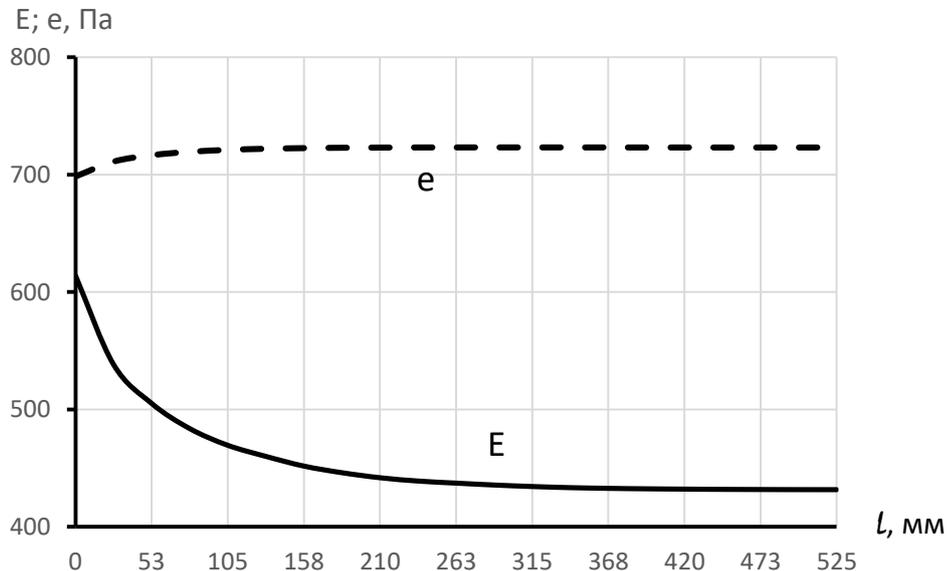


Рис. 22- Графіки зміни по довжині зовнішньої поверхні утеплювача парціального тиску e , та парціального тиску насиченої водяної пари E

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

2мБП. 10589134.ПЗ

Арк.

27

Як видно з рис. 0 по всій довжині зовнішньої поверхні утеплювача графік e вище графіка E . Тобто по всій зовнішній поверхні утеплювача відбувається конденсація вологи.

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{е.в}} = \frac{1287 - 452}{1,527} = 547 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

де $R_{е.в}$ – опір паропроникненню, м² · год · Па, частини огороження між зоною конденсації та внутрішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{е.в} = \frac{\delta_{в}}{\mu_{в}} + \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} + \frac{\delta_{ут}}{\mu_{ут}} = \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,12}{0,11} + \frac{0,14}{0,52} = 1,527 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = -3,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 452 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{е.з}} = \frac{452 - 325}{1,09} = 117 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

де $R_{е.з}$ – опір паропроникненню, цегляного шару розташованого між площиною конденсації та зовнішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{е.з} = \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} = \frac{0,12}{0,11} = 1,09 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_{з}) \cdot 10^{-6} = 744 * (547 - 117) * 10^{-6} = 0,32 \text{ кг/м}^2$$

Визначаємо приріст вологи Δw , %, в утеплювачі), за формулою:

$$\Delta w = \frac{W_1}{\delta_{ут} \cdot \rho_{ут}} 100\% = \frac{0,32}{0,14 * 50} 100 = 4,6 \%$$

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

Як показали виконані дослідження зі збільшенням довжини порожнини колодязної кладки вологісний стан огороження погіршується.

2.3 Вплив розташування утеплювача у порожнині колодязної кладки на вологісний стан огороження

Утеплювач може не повністю заповнювати порожнину колодязної кладки. Тому були розглянуті два варіанти його розташування в ній: біля внутрішнього цегляного шару та біля зовнішнього. Товщина утеплювача була прийнята умовна і дорівнювала 0,1 м.

2.3.1. Розташування утеплювача біля внутрішнього цегляного шару

Частина огороження, що прийнята для розрахунку температурного поля та поля парціального тиску водяної пари наведена на рис. 23.

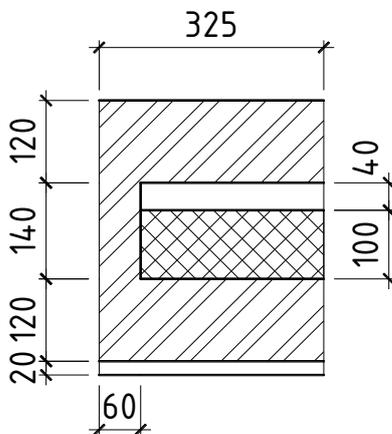


Рис. 23 - Частина огороження, що прийнята для розрахунку поля парціального тиску

Температурне та поле парціальних тисків водяної пари наведено на рис. 24.

а)

б)

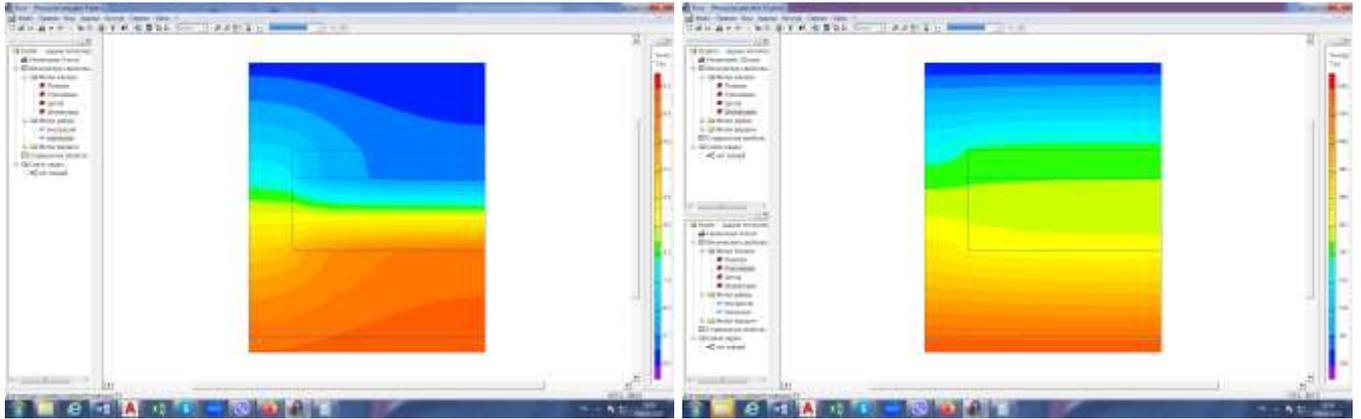


Рис. 24 - Температурне та поле парціальних тисків водяної пари; а) температурне, б) парціальних тисків

Визначаємо можливість конденсації вологи на внутрішній поверхні утеплювача. Для цього будемо графіки зміни по довжині зовнішньої поверхні утеплювача парціального тиску e , та парціального тиску насиченої водяної пари E (рис. 25).

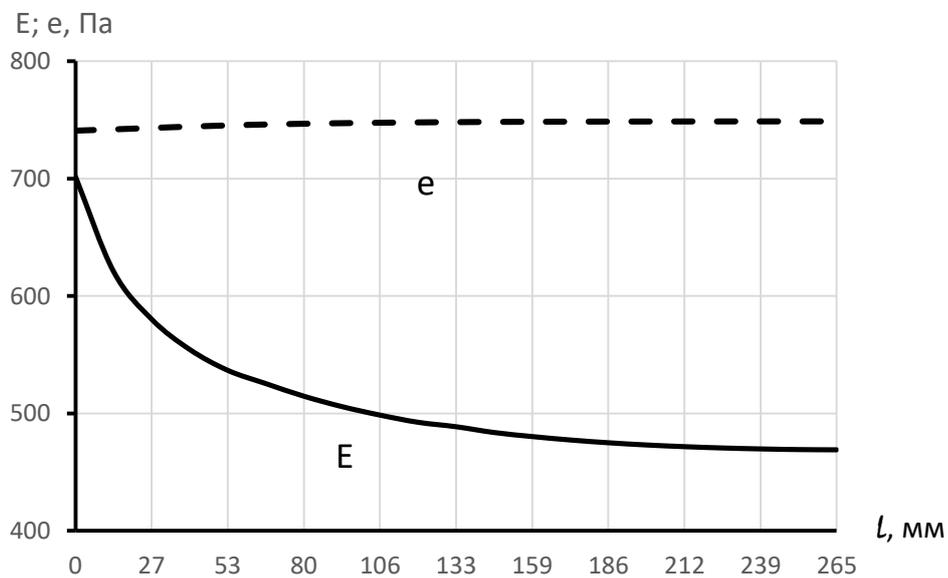


Рис. 25 - Графіки зміни по довжині зовнішньої поверхні утеплювача парціального тиску e , та парціального тиску насиченої водяної пари E

Як видно з рис. 0 по всій довжині зовнішньої поверхні утеплювача графік e вище графіка E . Тобто по всій зовнішній поверхні утеплювача відбувається конденсація вологи.

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{е.в}} = \frac{1287 - 505}{1,45} = 539 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

де $R_{е.в}$ – опір паропроникненню, м² · год · Па, частини огороження між зоною конденсації та внутрішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{е.в} = \frac{\delta_{в}}{\mu_{в}} + \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} + \frac{\delta_{ут}}{\mu_{ут}} = \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,12}{0,11} + \frac{0,1}{0,52} = 1,45 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = -2,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 505 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{е.з}} = \frac{505 - 325}{1,155} = 156 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

де $R_{е.з}$ – опір паропроникненню, цегляного шару розташованого між площиною конденсації та зовнішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{е.з} = \frac{\delta_{п.пр}}{\mu_{п.пр}} + \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} = \frac{0,04}{0,625} + \frac{0,12}{0,11} = 1,155 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_{з}) \cdot 10^{-6} = 744 * (539 - 156) * 10^{-6} = 0,285 \text{ кг/м}^2$$

Визначаємо приріст вологи Δw , %, в утеплювачі, за формулою:

$$\Delta w = \frac{W_1}{\delta_{ут} \cdot \rho_{ут}} 100\% = \frac{0,285}{0,14 * 50} 100 = 4,1 \%$$

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

2.3.2. Розташування утеплювача біля зовнішнього цегляного шару

Частина огороження, що прийнята для розрахунку температурного поля та поля парціального тиску водяної пари наведена на рис. 26.

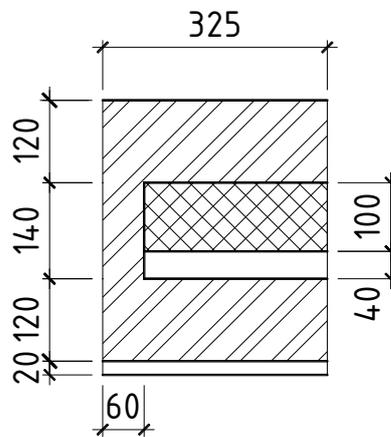


Рис. 26 - Частина огороження, що прийнята для розрахунку поля парціального тиску

Температурне та поле парціальних тисків водяної пари наведено на рис. 27.

а)

б)

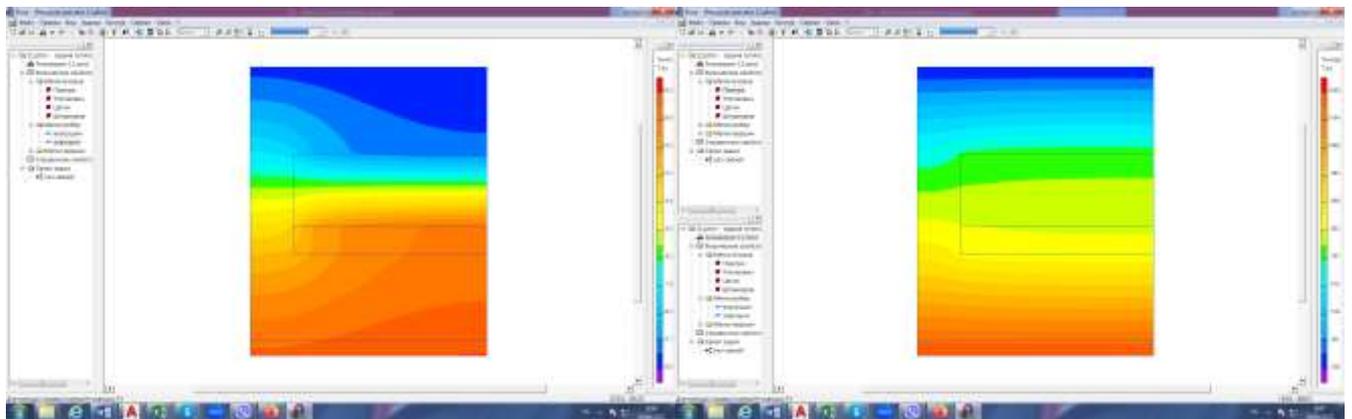


Рис. 27 - Температурне та поле парціальних тисків водяної пари; а) температурне, б) парціальних тисків

Визначаємо можливість конденсації вологи на внутрішній поверхні утеплювача. Для цього будемо графіки зміни по довжині зовнішньої поверхні

утеплювача парціального тиску e , та парціального тиску насиченої водяної пари E (рис. 28).

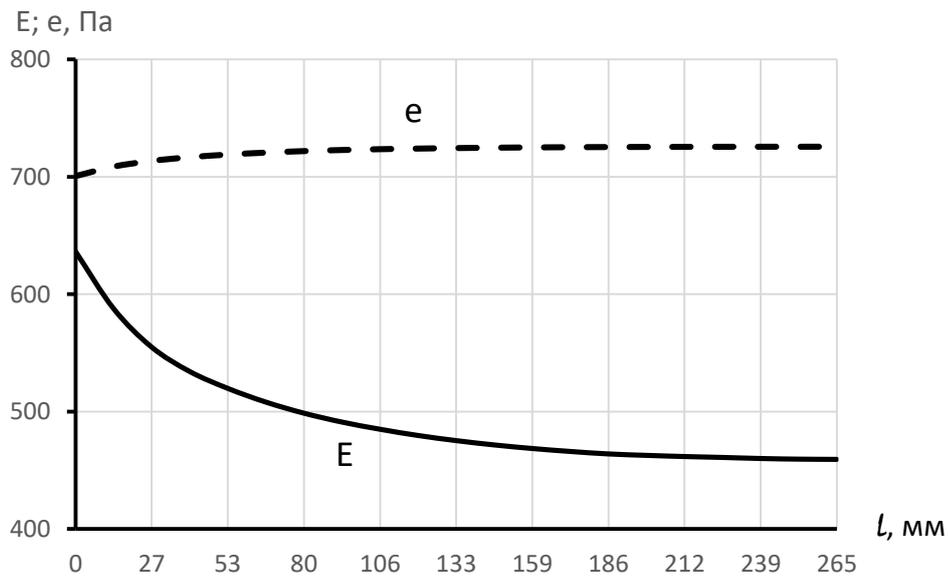


Рис. 28 - Графіки зміни по довжині зовнішньої поверхні утеплювача парціального тиску e , та парціального тиску насиченої водяної пари E

Як видно з рис. 0 по всій довжині зовнішньої поверхні утеплювача графік e вище графіка E . Тобто по всій зовнішній поверхні утеплювача відбувається конденсація вологи.

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 492}{1,514} = 525 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

де $R_{e,в}$ – опір паропроникненню, м² · год · Па, частини огороження між зоною конденсації та внутрішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{e,в} = \frac{\delta_{в}}{\mu_{в}} + \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} + \frac{\delta_{п.пр}}{\mu_{п.пр}} + \frac{\delta_{ут}}{\mu_{ут}} = \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,12}{0,11} + \frac{0,04}{0,625} + \frac{0,1}{0,52} = 1,514 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = -2,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 492 \text{ Па}$$

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e,3}} = \frac{492 - 325}{1,09} = 153 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

де $R_{e,3}$ – опір паропроникненню, цегляного шару розташованого між площиною конденсації та зовнішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{e,3} = \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} = \frac{0,12}{0,11} = 1,09 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_b - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (525 - 153) * 10^{-6} = 0,277 \text{ кг/м}^2$$

Визначаємо приріст вологи Δw , %, в утеплювачі, за формулою:

$$\Delta w = \frac{W_1}{\delta_{ут} \cdot \rho_{ут}} 100\% = \frac{0,277}{0,14 * 50} 100 = 4 \%$$

Як показали виконані дослідження при розташуванні утеплювача біля зовнішнього цегляного шару вологісний стан огороження покращується.

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 2.

1. Зі збільшенням товщини внутрішнього цегляного шару вологісний стан огороження покращується.

2. Зі збільшенням довжини порожнини колодязної кладки вологісний стан огороження погіршується.

3. При розташуванні утеплювача біля зовнішнього цегляного шару вологісний стан огороження покращується.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		34

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ОГОРОДЖЕННЯ КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ.

Дослідження вологісного стану огородження виконувалися для двох схем: з найгіршим та найкращим вологісним станом.

Дослідження виконані у розділі 2 показали, що найгірша схема (схема 1) має:

1. довжину порожнини колодезної кладки 1,05 м,
 2. товщину внутрішнього цегляного шару 0,12 м
 3. утеплювач розташований біля внутрішньої цегляного шару
- найкраща схема (схема 2) має:

4. довжину порожнини колодезної кладки 0,53 м,
5. товщину внутрішнього цегляного шару 0,38 м
6. утеплювач розташований біля зовнішнього цегляного шару

Ці варіанти огородження наведені на рис. 29.

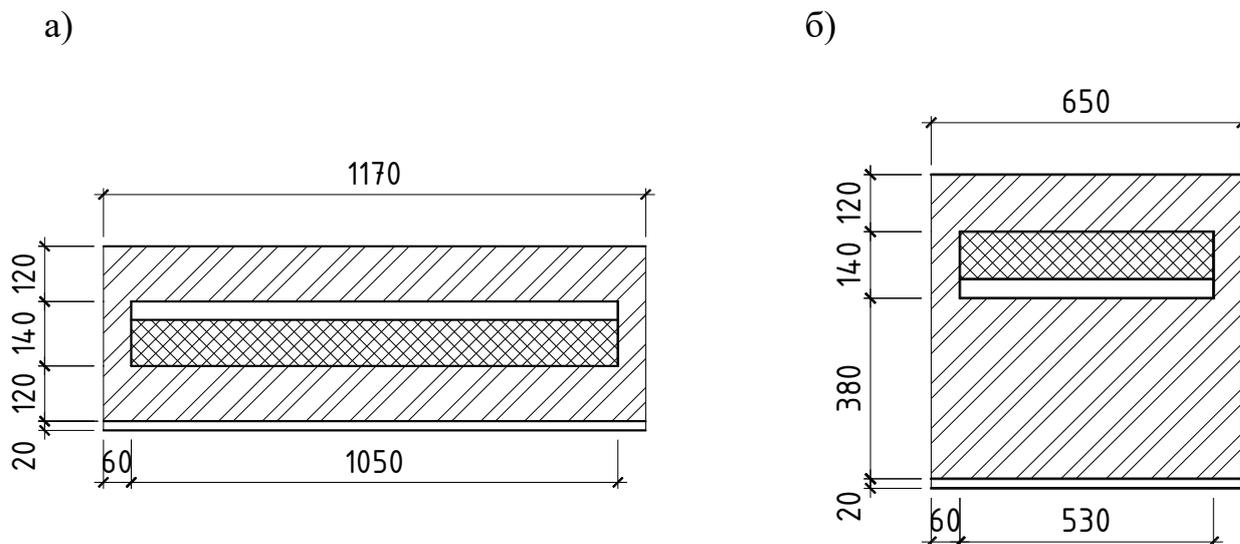


Рис. 29 – Варіанти огородження з: а) найгіршим вологісним станом, б) найкращим вологісним станом

Спочатку визначаємо для кожного варіанту товщину утеплювача при якій огородження буде відповідати нормам теплозахисту. Товщину утеплювача

визначаємо методом послідовного наближення. Розрахунок приведенного опору теплопередачі виконуємо з використанням побудови температурних полів.

3.1 Визначення товщини утеплювача стіни колодязної кладки за схемою 1

3.1.1 Варіант 1

Схема огородження наведена на рис. 30

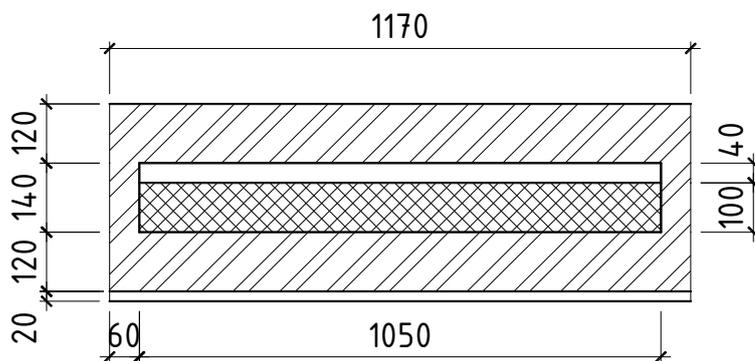


Рис. 30 – Схема огородження

Температурне поле огородження наведено на рис. 31.

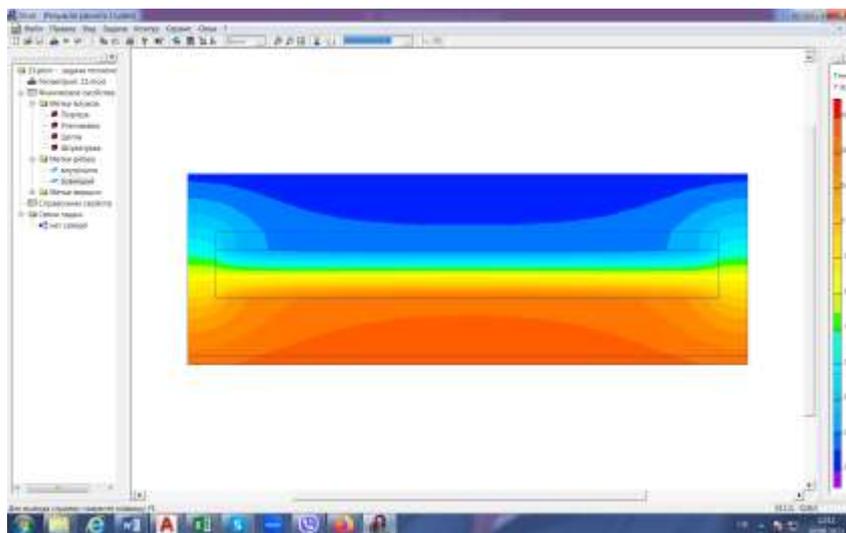


Рис. 31 - Температурне поле огородження

Приведений опір теплопередачі огородження визначаємо за формулою

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{в.ср}})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 18,25)} = 1,681 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де $t_{\text{в.ср}}$ – середня температура внутрішньої поверхні огороження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{\text{в.ср}} = 18,25 \text{ }^\circ\text{C}$

3.1.2 Варіант 2

Схема огороження наведена на рис. 32.

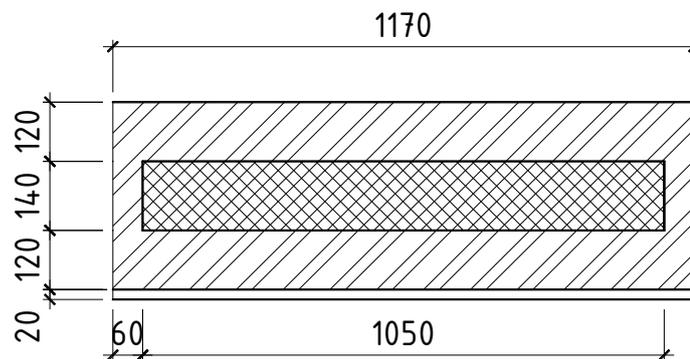


Рис. 32 – Схема огороження

Температурне поле огороження наведено на рис. 33.

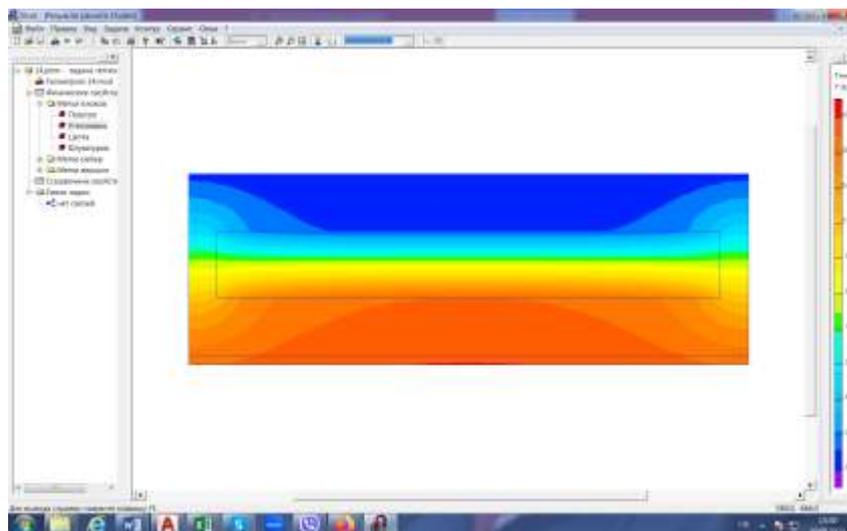


Рис. 33 - Температурне поле огороження

Приведений опір теплопередачі огороження визначаємо за формулою

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		37

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{в.ср}})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 18,51)} = 1,98 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де $t_{\text{в.ср}}$ – середня температура внутрішньої поверхні огородження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{\text{в.ср}} = 18,51 \text{ }^\circ\text{C}$

3.1.3 Варіант 3

Схема огородження наведена на рис. 34.

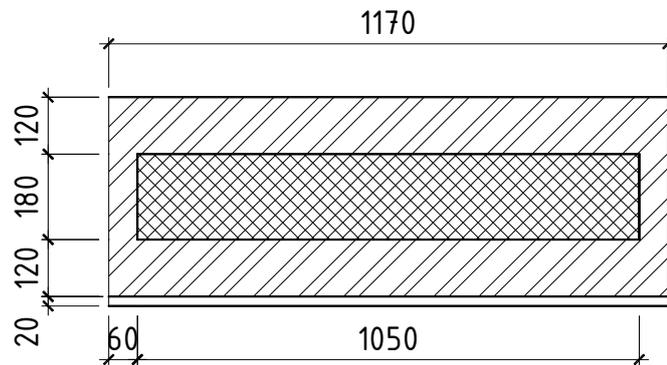


Рис. 34 – Схема огородження

Температурне поле огородження наведено на рис. 35.

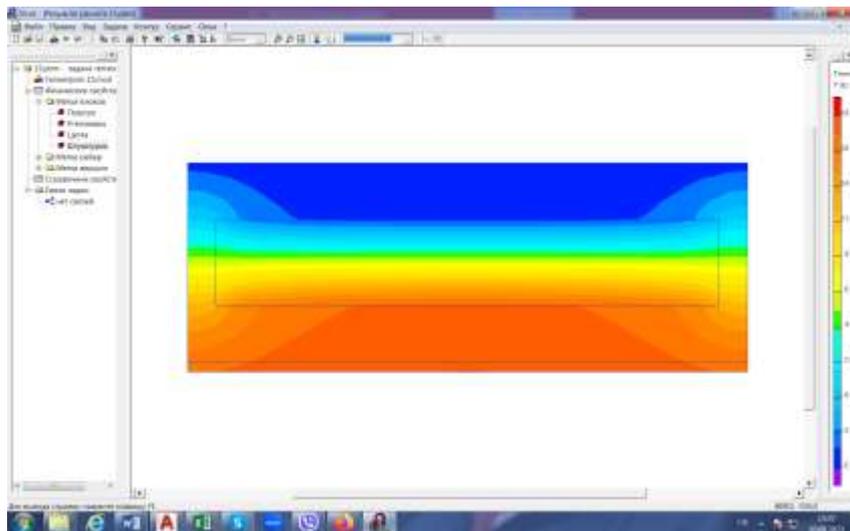


Рис. 35 - Температурне поле огородження

Приведений опір теплопередачі огородження визначаємо за формулою

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{в.ср}})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 18,733)} = 2,322 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де $t_{\text{в.ср}}$ – середня температура внутрішньої поверхні огородження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{\text{в.ср}} = 18,733 \text{ }^\circ\text{C}$

3.1.4 Варіант 4

Схема огородження наведена на рис. 36

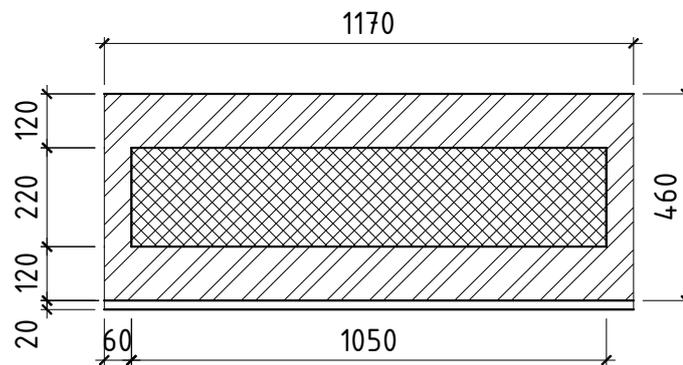


Рис. 36 – Схема огородження

Температурне поле огородження наведено на рис. 37.

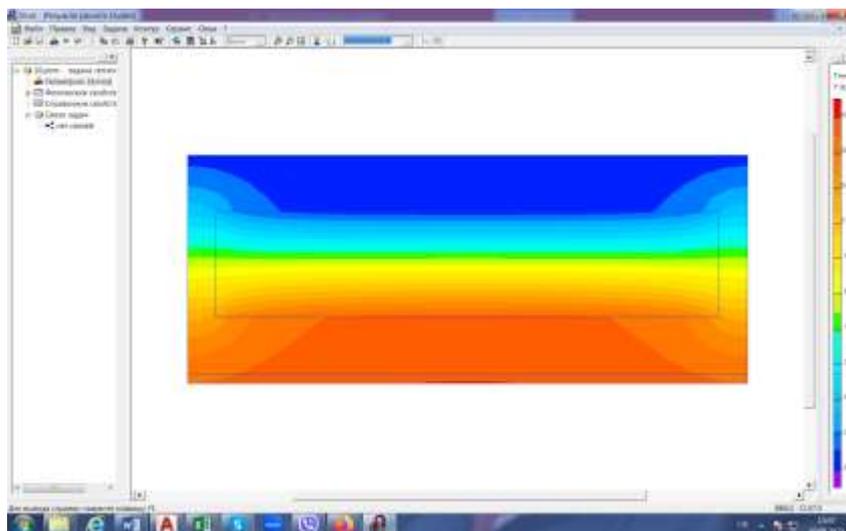


Рис. 37 - Температурне поле огородження

Приведений опір теплопередачі огородження визначаємо за формулою

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{в.ср}})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 18,893)} = 2,658 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де $t_{\text{в.ср}}$ – середня температура внутрішньої поверхні огородження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{\text{в.ср}} = 18,893 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.1.5 Варіант 5

Схема огородження наведена на рис. 38.

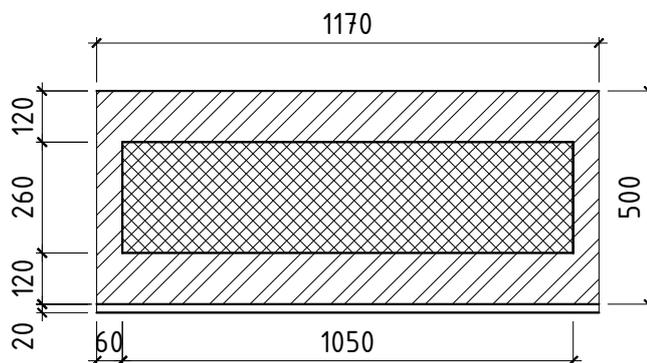


Рис. 38 – Схема огородження

Температурне поле огородження наведено на рис. 39.

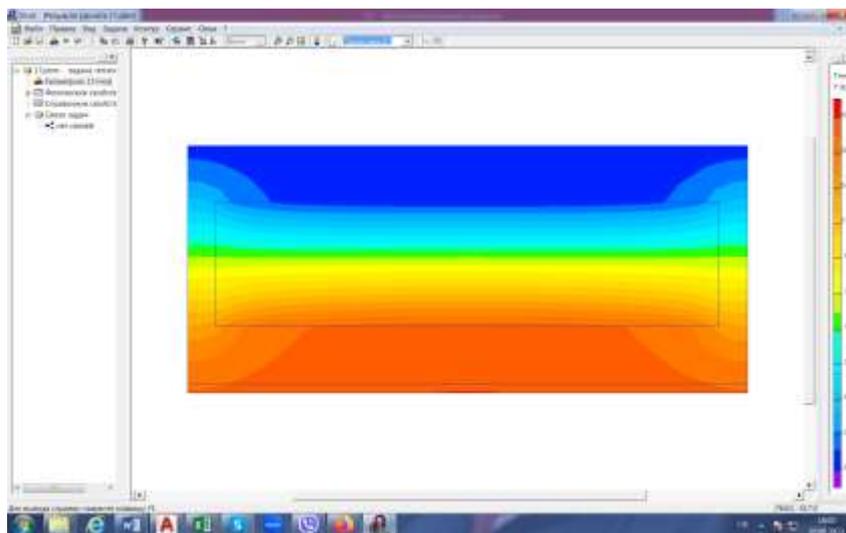


Рис. 39 - Температурне поле огородження

Приведений опір теплопередачі огородження визначаємо за формулою

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{в.ср}})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 19,014)} = 2,984 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де $t_{\text{в.ср}}$ – середня температура внутрішньої поверхні огороження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{\text{в.ср}} = 19,014 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.1.6 Варіант 6

Схема огороження наведена на рис. 40

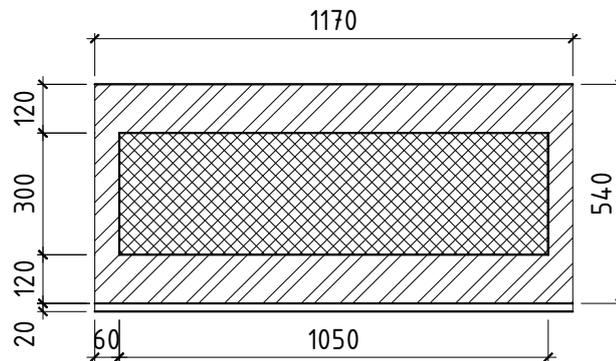


Рис. 40 – Схема огороження

Температурне поле огороження наведено на рис. 41.

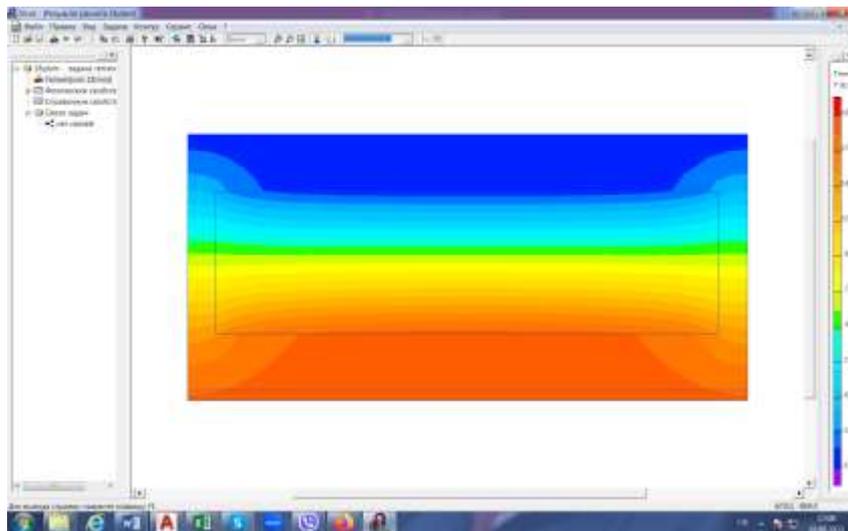


Рис. 41 - Температурне поле огороження

Приведений опір теплопередачі огороження визначаємо за формулою

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{в.ср}})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 19,111)} = 3,31 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де $t_{\text{в.ср}}$ – середня температура внутрішньої поверхні огороження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{\text{в.ср}} = 19,111 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.1.7 Варіант 7

Схема огороження наведена на рис. 42.

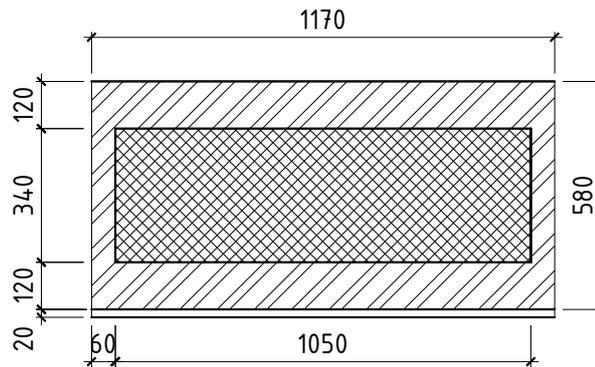


Рис. 42 – Схема огороження

Температурне поле огороження наведено на рис. 43.

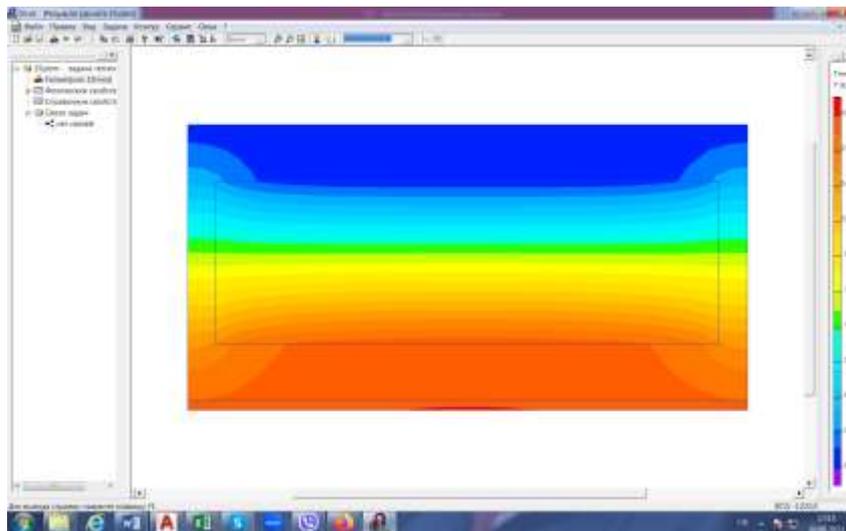


Рис. 43 - Температурне поле огороження

Приведений опір теплопередачі огороження визначаємо за формулою

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{в.ср}})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 19,111)} = 3,637 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де $t_{\text{в.ср}}$ – середня температура внутрішньої поверхні огороження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{\text{в.ср}} = 19,191 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.1.8 Варіант 8

Схема огороження наведена на рис. 44.

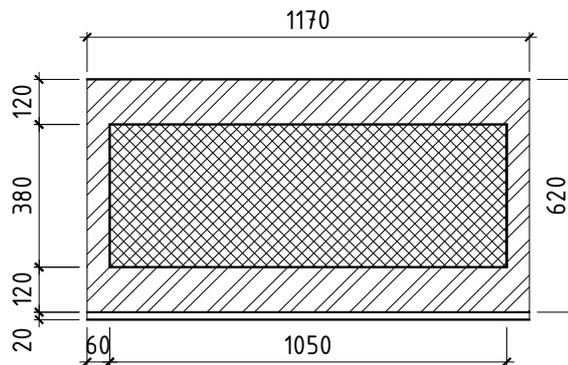


Рис. 44 – Схема огороження

Температурне поле огороження наведено на рис. 45.

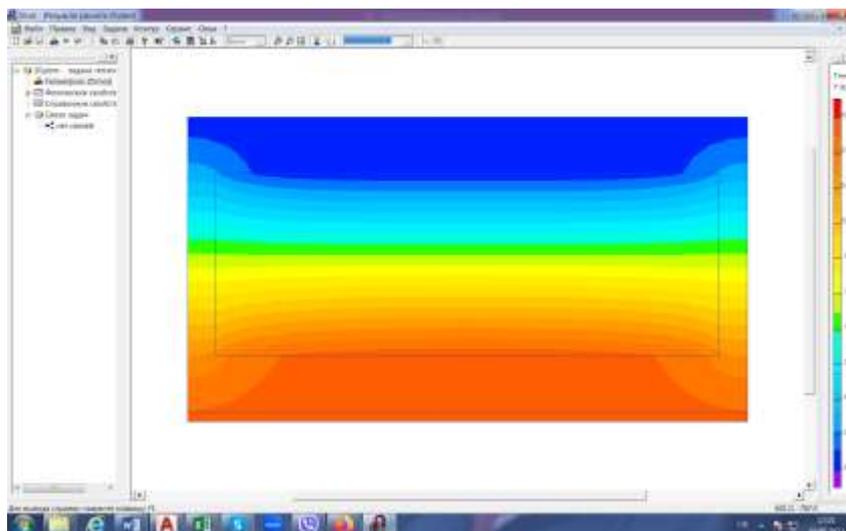


Рис. 45 - Температурне поле огороження

Приведений опір теплопередачі огороження визначаємо за формулою

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$R_{\Sigma пр} = \frac{t_B - t_3}{\alpha_B(t_B - t_{B,ср})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 19,257)} = 3,96 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де $t_{B,ср}$ – середня температура внутрішньої поверхні огороження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{B,ср} = 19,257 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.1.9 Варіант 9

Схема огороження наведена на рис. 46

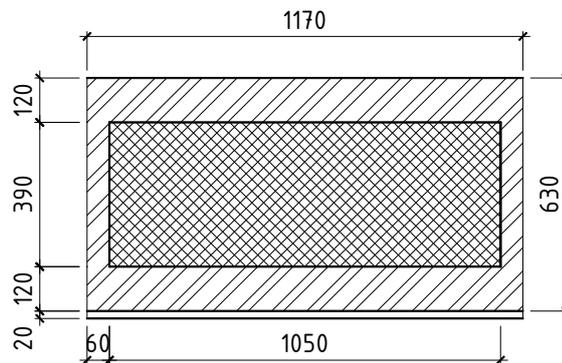


Рис. 46 – Схема огороження

Температурне поле огороження наведено на рис. 47.

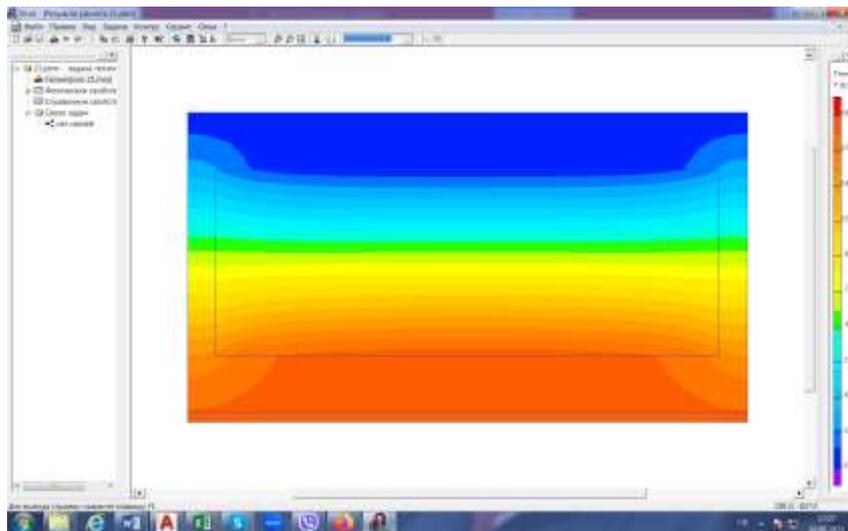


Рис. 47 - Температурне поле огороження

Приведений опір теплопередачі огороження визначаємо за формулою

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$R_{\Sigma_{\text{пр}}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{в.ср}})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 19,271)} = 4,036 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де $t_{\text{в.ср}}$ – середня температура внутрішньої поверхні огородження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{\text{в.ср}} = 19,271 \text{ }^\circ\text{C}$.

Так як $R_{\Sigma_{\text{пр}}} = 4,036 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_{q,\text{min}} = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ то теплозахисні властивості огородження відповідають нормам.

3.2 Визначення товщини утеплювача стіни колодязної кладки за схемою 2

3.2.1 Варіант 1

Схема огородження наведена на рис. 48

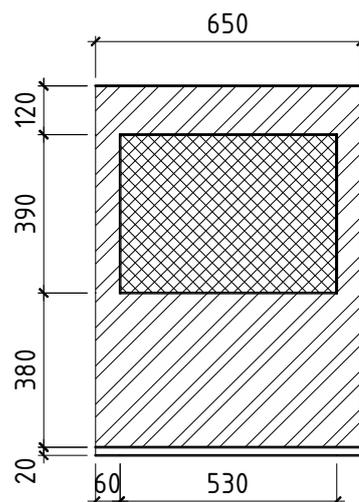


Рис. 48 – Схема огородження

Температурне поле огородження наведено на рис. 49.

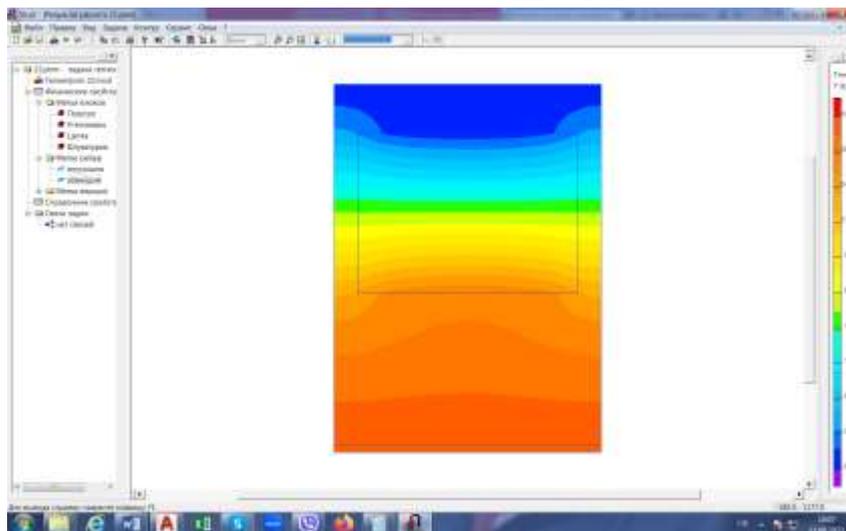


Рис. 49 - Температурне поле огородження

Приведений опір теплопередачі огородження визначаємо за формулою

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{в.ср}})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 19,066)} = 3,15 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де $t_{\text{в.ср}}$ – середня температура внутрішньої поверхні огородження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{\text{в.ср}} = 19,066 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.2.2 Варіант 2

Схема огородження наведена на рис. 50

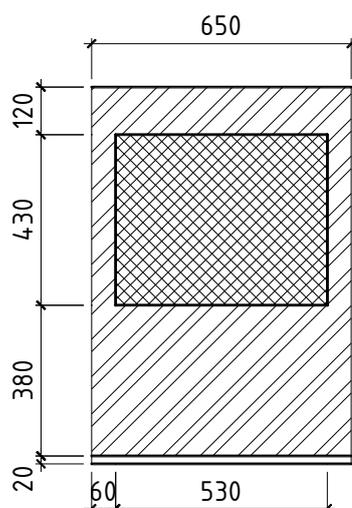


Рис. 50 – Схема огородження

Температурне поле огородження наведено на рис. 51.

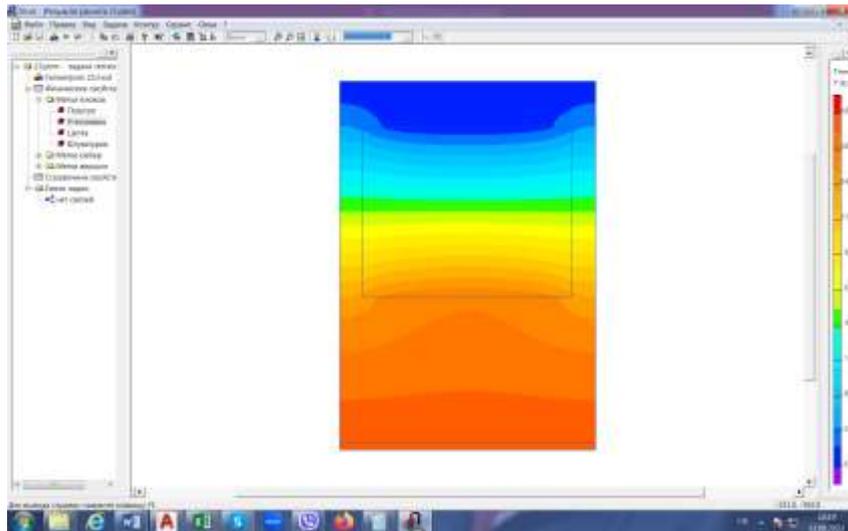


Рис. 51 - Температурне поле огородження

Приведений опір теплопередачі огородження визначаємо за формулою

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{в.ср}})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 19,125)} = 3,363 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де $t_{\text{в.ср}}$ – середня температура внутрішньої поверхні огородження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{\text{в.ср}} = 19,125 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.2.3 Варіант 3

Схема огородження наведена на рис. 52

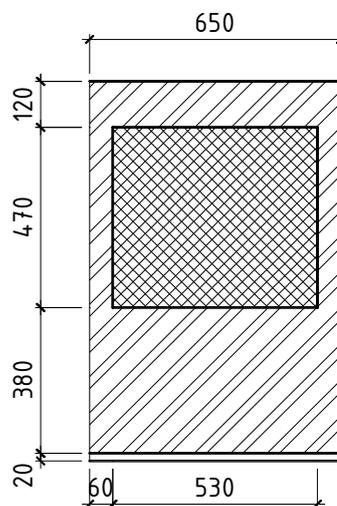


Рис. 52 – Схема огородження

Температурне поле огородження наведено на рис. 53.

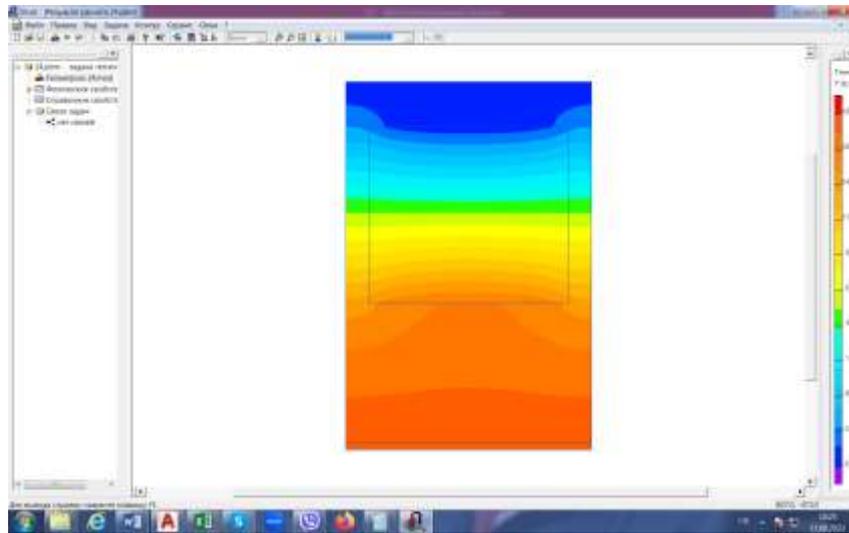


Рис. 53 - Температурне поле огородження

Приведений опір теплопередачі огородження визначаємо за формулою

$$R_{\Sigma\text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{в.ср}})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 19,177)} = 3,575 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де $t_{\text{в.ср}}$ – середня температура внутрішньої поверхні огородження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{\text{в.ср}} = 19,177 \text{ }^\circ\text{C}$.

3.2.4 Варіант 4

Схема огородження наведена на рис. 54

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

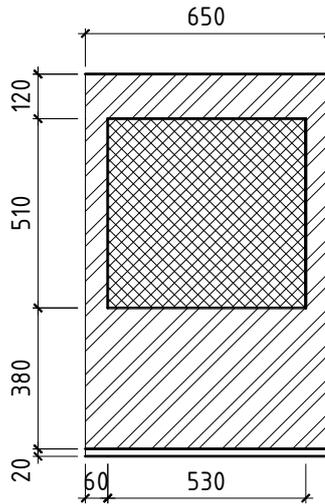


Рис. 54 – Схема огородження

Температурне поле огородження наведено на рис. 55.

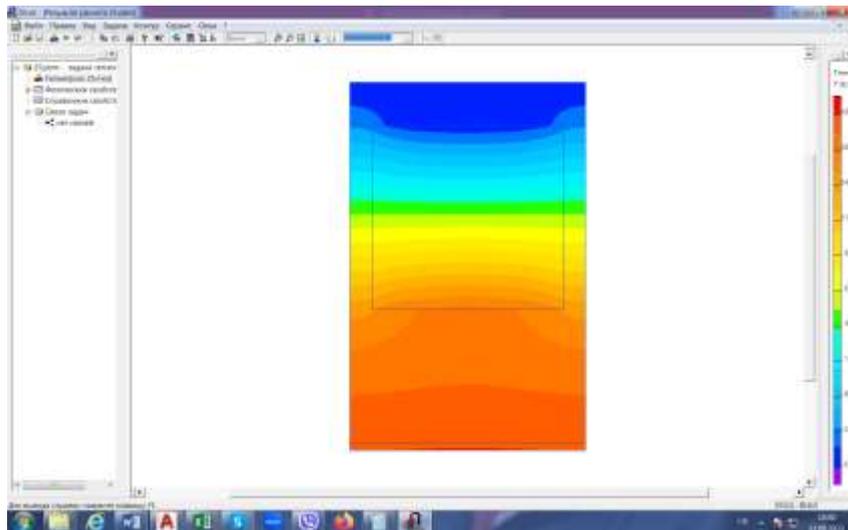


Рис. 55 - Температурне поле огородження

Приведений опір теплопередачі огородження визначаємо за формулою

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{в.ср}})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 19,224)} = 3,792 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

де $t_{\text{в.ср}}$ – середня температура внутрішньої поверхні огородження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{\text{в.ср}} = 19,224 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		49

3.2.5 Варіант 5

Схема огородження наведена на рис. 56

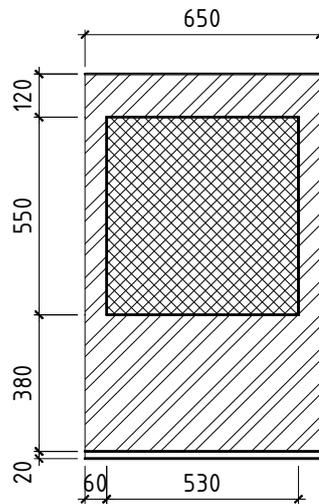


Рис. 56 – Схема огородження

Температурне поле огородження наведено на рис. 57.

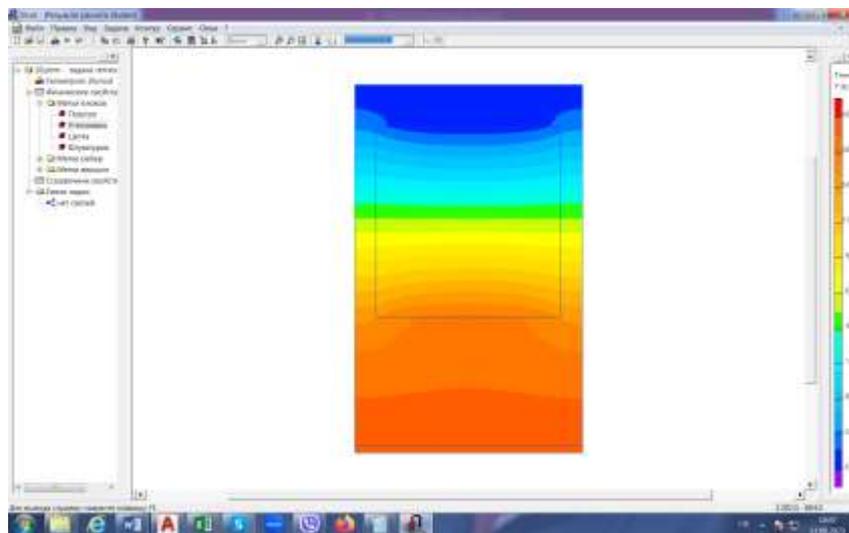


Рис. 57 - Температурне поле огородження

Приведений опір теплопередачі огородження визначаємо за формулою

$$R_{\Sigma\text{пр}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{з}}}{\alpha_{\text{в}}(t_{\text{в}} - t_{\text{в.ср}})} = \frac{20 - (-5,6)}{8,7(20 - 19,265)} = 4,003 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		50

де $t_{в.ср}$ – середня температура внутрішньої поверхні огородження. За результатами розрахунку температурного поля $t_{в.ср} = 19,265 \text{ }^\circ\text{C}$.

Так як $R_{\Sigma пр} = 4,003 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} > R_{q.min} = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ то теплозахисні властивості огородження відповідають нормам.

3.3 Дослідження вологісного стану утеплювача стіни колодязної кладки за схемою 1

Січень.

Схема огородження прийнята для розрахунку наведена на рис. 58

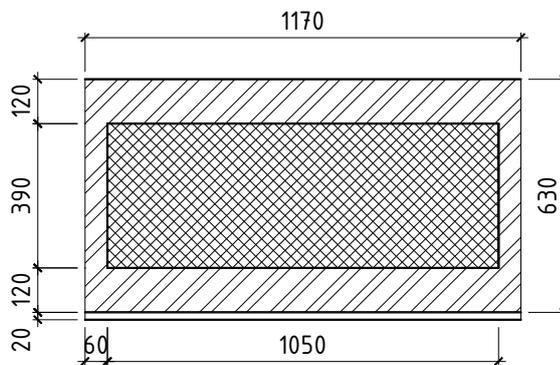


Рис. 58 – Схема огородження

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 382 * 85 * 0,01 = 325 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = -5,6 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 382 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 85\%$$

Температурне поле наведено на рис. 59.

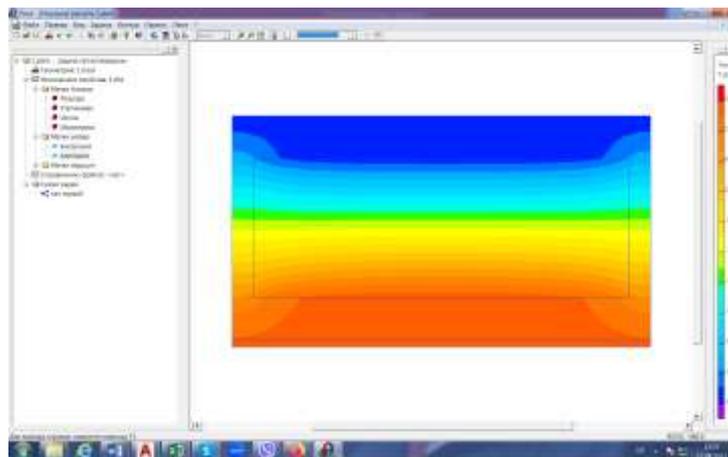


Рис. 59 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{е.в}} = \frac{1287 - 414}{2,008} = 435 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

де $R_{е.в}$ – опір паропроникненню, м² · год · Па, частини огороження між зоною конденсації та внутрішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{е.в} = \frac{\delta_{в}}{\mu_{в}} + \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} + \frac{\delta_{ут}}{\mu_{ут}} = \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,12}{0,11} + \frac{0,39}{0,52} = 2,008 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = -4,639$ °С

$$p_{к} = 414 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{е.з}} = \frac{414 - 325}{1,09} = 82 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

де $R_{е.з}$ – опір паропроникненню, цегляного шару розташованого між площиною конденсації та зовнішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{е.з} = \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} = \frac{0,12}{0,11} = 1,09 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		52

Визначаємо кількість вологи, $\text{кг}/\text{м}^2$, що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{\text{зп1}} = \tau(i_{\text{в}} - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (435 - 82) * 10^{-6} = 0,26 \text{ кг}/\text{м}^2$$

де τ – кількість годин в січні визначаємо за формулою

$$\tau = 24 \times n = 24 \times 31 = 744 \text{ год.}$$

де 24 – кількість годин у добі;

n – кількість діб у січні

$$n = 31 \text{ доб.}$$

Лютий.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 412 * 82 * 0,01 = 338 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = -4,7 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 412 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 82\%$$

Температурне поле наведено на рис. 60.

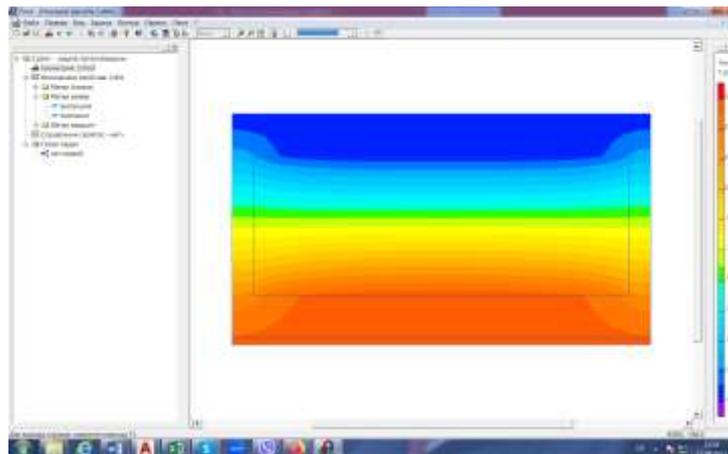


Рис. 60 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{\text{в1}}$, $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{e,B}} = \frac{1287 - 445}{2,008} = 419 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

p_K - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{\text{ср.к}} = -3,772 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_K = 445 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_K - e_3}{R_{e,3}} = \frac{445 - 338}{1,09} = 98 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{\text{зп1}} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (419 - 98) * 10^{-6} = 0,239 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Березень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 625 * 78 * 0,01 = 488 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 625 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 78\%$$

Температурне поле наведено на рис. 61.

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

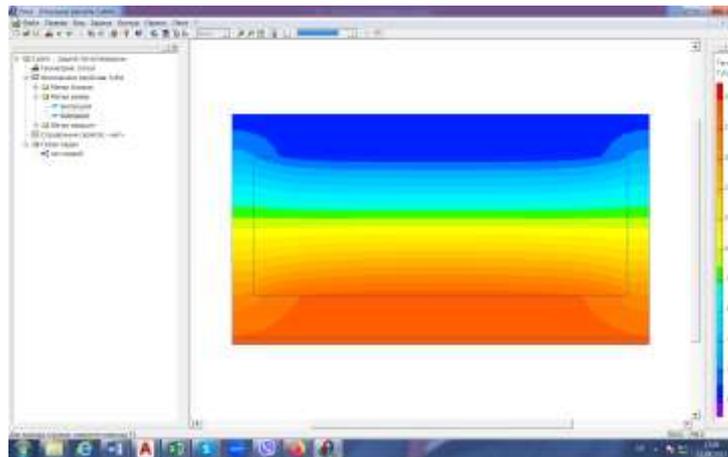


Рис. 61 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 659}{2,008} = 312 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = 1,04 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 659 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e,з}} = \frac{659 - 488}{1,09} = 157 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_{з}) \cdot 10^{-6} = 744 * (312 - 157) * 10^{-6} = 0,115 \text{ кг/м}^2$$

Квітень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_{з} = E_{з} * \varphi_{з} * 0,01 = 1149 * 66 * 0,01 = 758 \text{ Па}$$

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		55

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 9 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 1149 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 66\%$$

Температурне поле наведено на рис. 62.

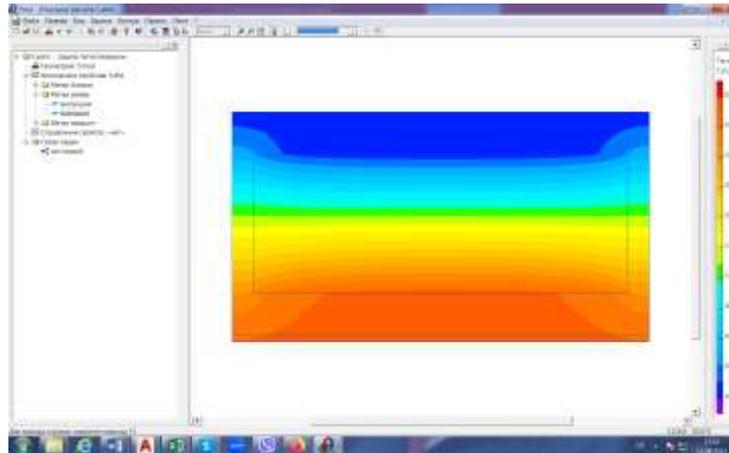


Рис. 62 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 1181}{2,008} = 53 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср,к} = 9,4131 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_{к} = 1181 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e,з}} = \frac{1181 - 758}{1,09} = 388 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$W_{зп1} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 \cdot (53 - 388) \cdot 10^{-6} = -0,25 \text{ кг/м}^2$$

Травень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 \cdot \varphi_3 \cdot 0,01 = 1751 \cdot 61 \cdot 0,01 = 1068 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 15,4 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 1751 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 61\%$$

Температурне поле наведено на рис. 63.

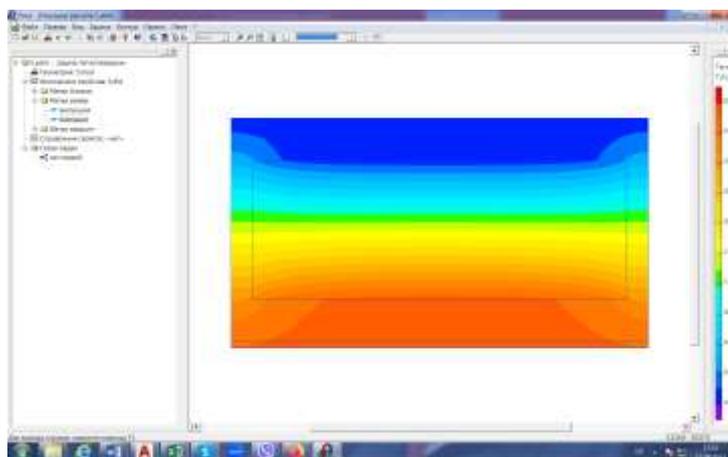


Рис. 63 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари i_{B1} , мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{e,B}} = \frac{1287 - 1771}{2,008} = -241 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

p_K - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = 15,573 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_K = 1771 \text{ Па}$$

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e,3}} = \frac{1771 - 1068}{1,09} = 645 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (-241 - 645) * 10^{-6} = -0,66 \text{ кг/м}^2$$

Червень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 2159 * 65 * 0,01 = 1403 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 18,7 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 2159 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 65\%$$

Температурне поле наведено на рис. 64.

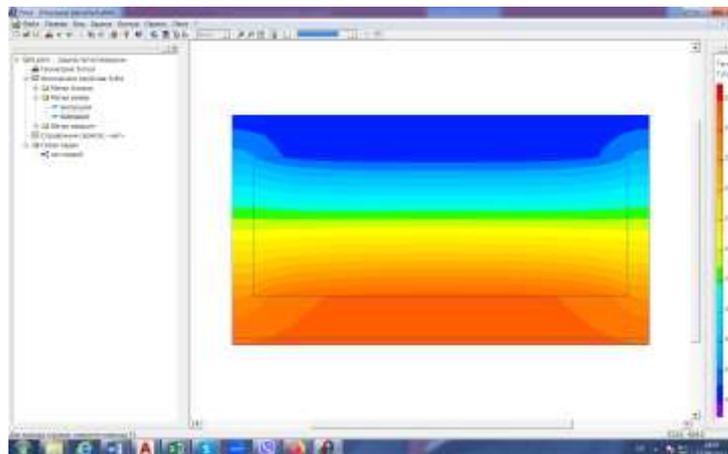


Рис. 64 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{e,B}} = \frac{1287 - 2165}{2,008} = -437 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

p_K - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{\text{ср.к}} = 18,749 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_K = 2165 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_K - e_3}{R_{e,3}} = \frac{2165 - 1403}{1,09} = 699 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{\text{зп1}} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (-437 - 699) * 10^{-6} = -0,86 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Липень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 2414 * 66 * 0,01 = 1593 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 20,5 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 2414 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 66\%$$

Температурне поле наведено на рис. 65.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

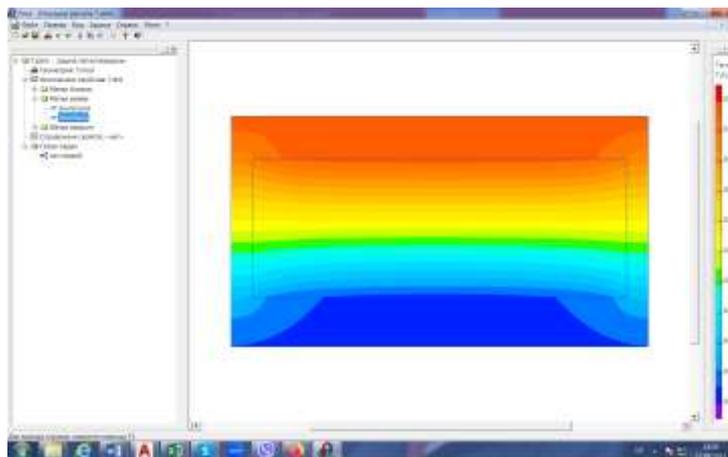


Рис. 65 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 2412}{2,008} = -560 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = 20,481 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 2412 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e,з}} = \frac{2412 - 1593}{1,09} = 751 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_{з}) \cdot 10^{-6} = 744 * (-560 - 751) * 10^{-6} = -0,96 \text{ кг/м}^2$$

Серпень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_{з} = E_{з} * \varphi_{з} * 0,01 = 2298 * 64 * 0,01 = 1471 \text{ Па}$$

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		60

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 19,7 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 2298 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 64\%$$

Температурне поле наведено на рис. 66.

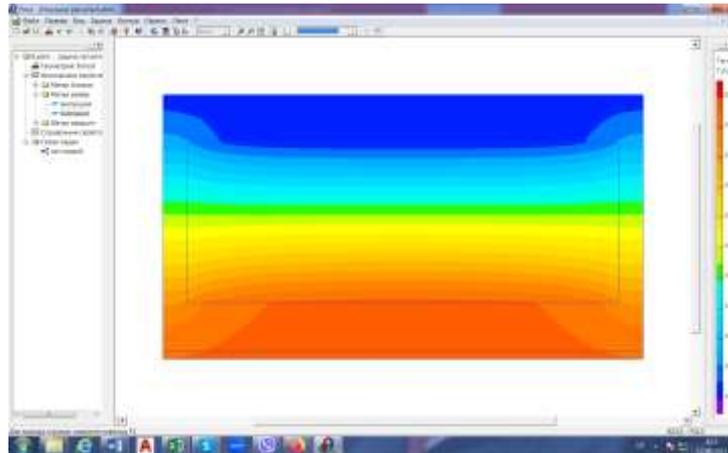


Рис. 66 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 2299}{2,008} = -504 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср,к} = 19,711 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_{к} = 2299 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e,з}} = \frac{2299 - 1471}{1,09} = 760 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$W_{зп1} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (-504 - 760) * 10^{-6} = -0,94 \text{ кг/м}^2$$

Вересень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 1632 * 69 * 0,01 = 1126 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 14,3 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 1632 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 69\%$$

Температурне поле наведено на рис. 67.

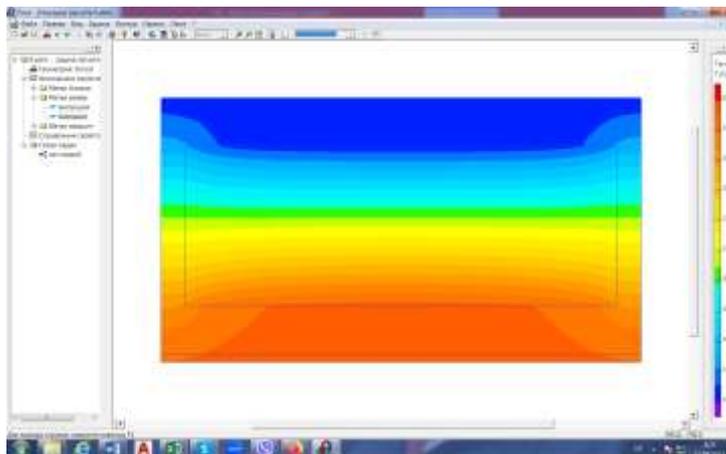


Рис. 67 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари i_{B1} , мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{e,B}} = \frac{1287 - 1655}{2,008} = -183 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

p_K - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = 14,514 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_K = 1655 \text{ Па}$$

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e,3}} = \frac{1655 - 1126}{1,09} = 485 \text{ мг/(м}^2\text{·год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 \cdot (-183 - 485) \cdot 10^{-6} = -0,5 \text{ кг/м}^2$$

Жовтень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 \cdot \varphi_3 \cdot 0,01 = 1052 \cdot 77 \cdot 0,01 = 810 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 7,7^\circ\text{C}$.

$$E_3 = 1052 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 77\%$$

Температурне поле наведено на рис. 68.

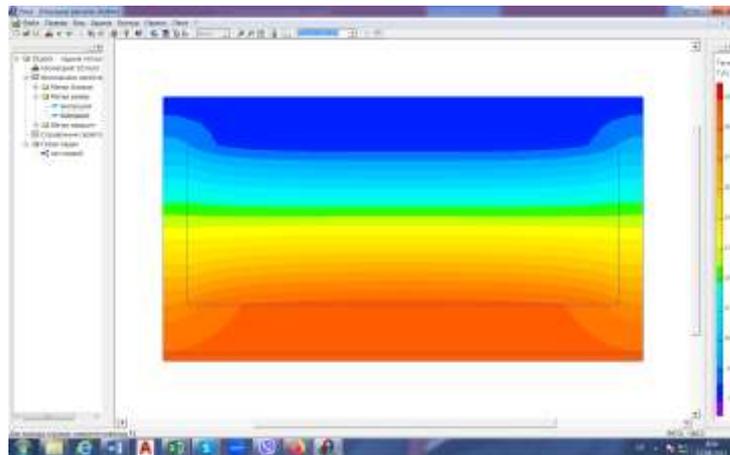


Рис. 68 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари i_{B1} , мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		63

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{e.B}} = \frac{1287 - 1086}{2,008} = 100 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

p_K - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{\text{ср.к}} = 8,1619 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_K = 1086 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_K - e_3}{R_{e.3}} = \frac{1086 - 810}{1,09} = 253 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{\text{зп1}} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (100 - 253) * 10^{-6} = -0,11 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Листопад.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 672 * 86 * 0,01 = 578 \text{ Па}$$

де E_3 - парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 1,3^\circ\text{C}$.

$$E_3 = 672 \text{ Па}$$

φ_3 - відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 86\%$$

Температурне поле наведено на рис. 69.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
						64
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

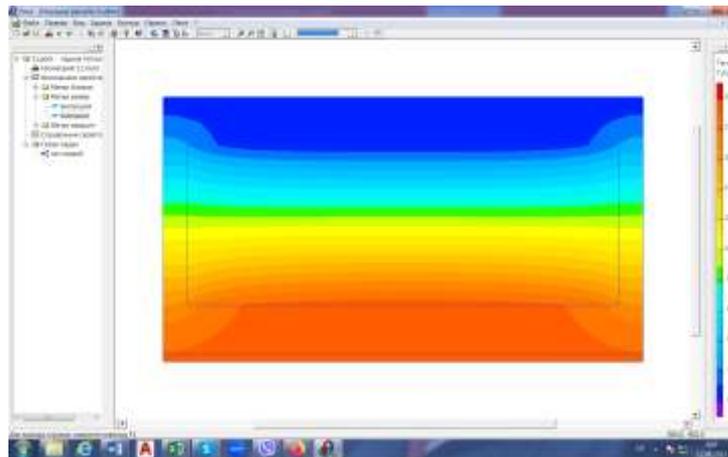


Рис. 69 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 706}{2,008} = 289 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = 8,1619 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 706 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e,з}} = \frac{706 - 578}{1,09} = 117 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_{з}) \cdot 10^{-6} = 744 * (289 - 117) * 10^{-6} = 0,128 \text{ кг/м}^2$$

Грудень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_{з} = E_{з} * \varphi_{з} * 0,01 = 461 * 87 * 0,01 = 401 \text{ Па}$$

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = -3,4^\circ\text{C}$.

$$E_3 = 461 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 87\%$$

Температурне поле наведено на рис. 70.

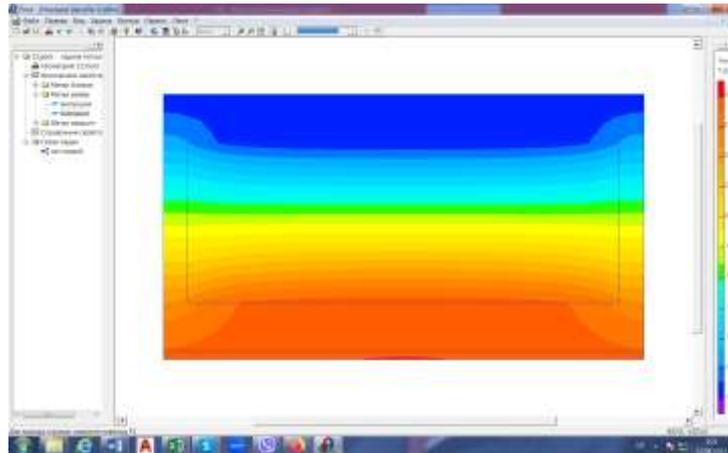


Рис. 70 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 495}{2,008} = 394 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср,к} = -2,5212^\circ\text{C}$

$$p_{к} = 495 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_{к} - e_3}{R_{e,3}} = \frac{495 - 401}{1,09} = 86 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		66

$$W_{зп1} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (394 - 86) * 10^{-6} = 0,23 \text{ кг/м}^2$$

Результати вологонакопичення в утеплювачі протягом року наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Вологонакопичення в утеплювачі протягом (схема 1)

№	Місяць року	Кількість вологи, що накопичується, кг/м ² , W _{зп}	Кількість вологи, що випаровується, кг/м ² , W _{лп}
1	Січень	0,26	
2	Лютий	0,24	
3	Березень	0,12	
4	Квітень		0,25
5	Травень		0,66
6	Червень		0,86
7	Липень		0,96
8	Серпень		0,94
9	Вересень		0,5
10	Жовтень		0,11
11	Листопад	0,13	
12	Грудень	0,23	
		W _{зп} = 0,98 кг/м ²	W _{лп} = 4,28 кг/м ²

Так як $W_{зп} = 0,98 \text{ кг/м}^2 \leq W_{лп} = 4,28 \text{ кг/м}^2$ то друга нормативна вимога виконується.

Визначаємо приріст вологи Δw , %, у шарі матеріалу, у якому відбувається конденсація вологи (у разі розташування зони конденсації на межі шарів приріст розраховується для шару, прилеглого до зони конденсації з боку внутрішньої поверхні - утеплювач), за формулою:

$$\Delta w = \frac{W_{зп}}{d_k \cdot \rho_k} 100\% = \frac{0,98}{0,39 * 50} 100 = 5,03 \%$$

де $\delta_{ут}$ – товщина утеплювача, м;

ρ_k – густина утеплювача, кг/м³.

Визначаємо, допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого відбувається конденсація вологи, % за масою, за табл. 5 [3]. $\Delta w_d = 2,5 \%$

Так як $\Delta w = 5,03 \% > \Delta w_d = 2,5 \%$ то перша нормативна вимога не виконується.

3.4 Дослідження вологісного стану утеплювача стіни колодязної кладки за схемою 2

Січень.

Схема огороження прийнята для розрахунку наведена на рис. 71.

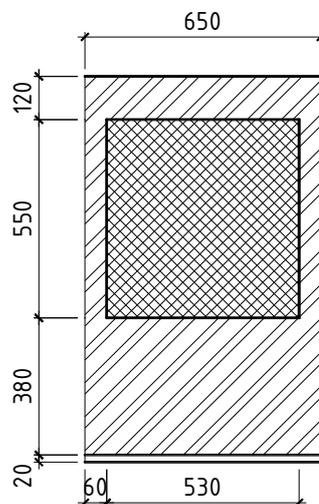


Рис. 71 – Схема огороження

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 382 * 85 * 0,01 = 325 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = -5,6 \text{ }^\circ\text{C}$

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		68

$$E_3 = 382 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 85\%$$

Температурне поле наведено на рис. 72.

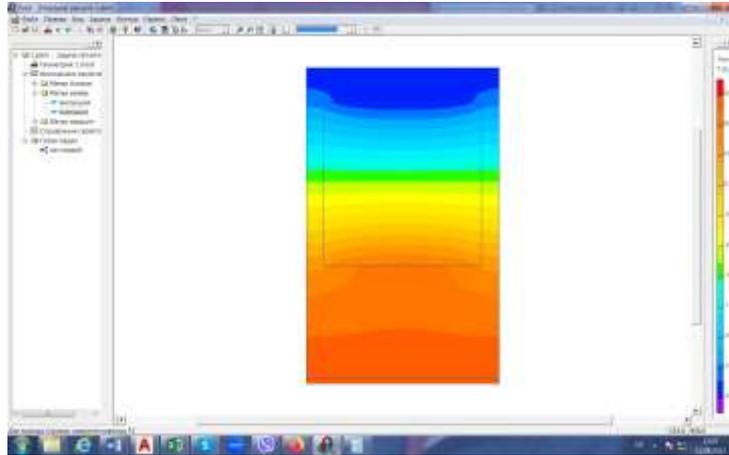


Рис. 72 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{е.в}} = \frac{1287 - 413}{4,679} = 187 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

де $R_{е.в}$ – опір паропроникненню, м² · год · Па, частини огороження між зоною конденсації та внутрішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{е.в} = \frac{\delta_{в}}{\mu_{в}} + \frac{\delta_{ц}}{\mu_{ц}} + \frac{\delta_{ут}}{\mu_{ут}} = \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,38}{0,11} + \frac{0,55}{0,52} = 4,679 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = -4,6525 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 413 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_{к} - e_3}{R_{е.з}} = \frac{413 - 325}{1,09} = 81 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		69

Визначаємо кількість вологи, $\text{кг}/\text{м}^2$, що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{\text{зп1}} = \tau(i_{\text{в}} - i_{\text{з}}) \cdot 10^{-6} = 744 * (187 - 81) * 10^{-6} = 0,08 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Лютий.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_{\text{з}} = E_{\text{з}} * \varphi_{\text{з}} * 0,01 = 412 * 82 * 0,01 = 338 \text{ Па}$$

де $E_{\text{з}}$ – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_{\text{з}} = -4,7 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_{\text{з}} = 412 \text{ Па}$$

$\varphi_{\text{з}}$ – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_{\text{з}} = 82\%$$

Температурне поле наведено на рис. 73.

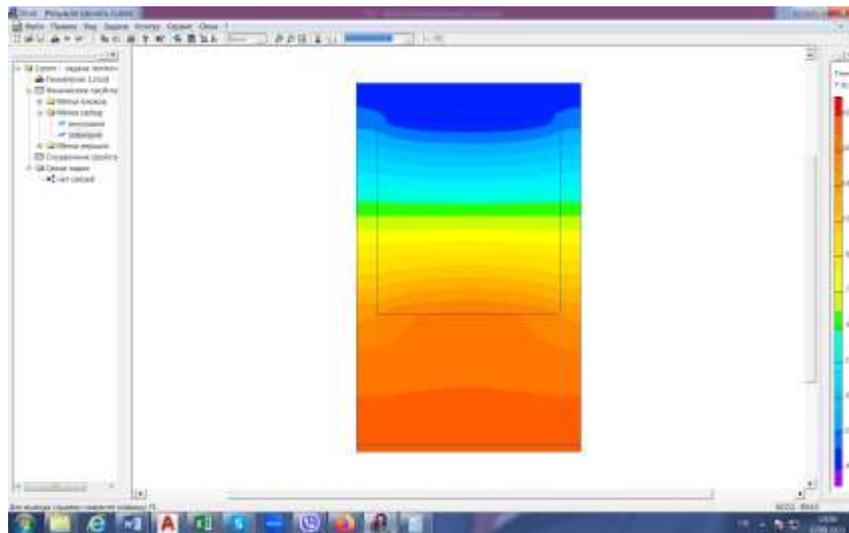


Рис. 73 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{\text{в1}}$, $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{\text{в}} = \frac{e_{\text{в}} - p_{\text{к}}}{R_{\text{е.в}}} = \frac{1287 - 445}{4,679} = 180 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		70

p_k - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{cp.k} = -3,7858 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_k = 445 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e.3}} = \frac{445 - 338}{1,09} = 98 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

Визначаємо кількість вологи, $\text{кг}/\text{м}^2$, що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (180 - 98) * 10^{-6} = 0,06 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Березень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 625 * 78 * 0,01 = 488 \text{ Па}$$

де E_3 - парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 625 \text{ Па}$$

φ_3 - відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 78\%$$

Температурне поле наведено на рис. 74.

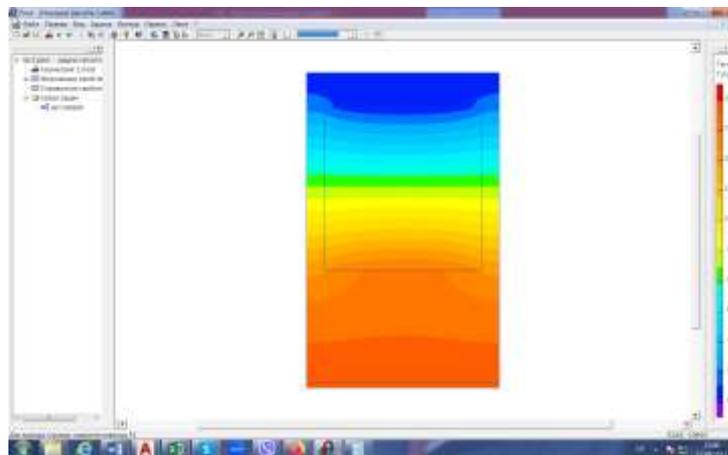


Рис. 74 - Температурне поле

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		71

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 659}{4,679} = 134 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = 1,0292 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 659 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e,з}} = \frac{659 - 488}{1,09} = 157 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_{з}) \cdot 10^{-6} = 744 * (134 - 157) * 10^{-6} = -0,017 \text{ кг/м}^2$$

Квітень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_{з} = E_{з} * \varphi_{з} * 0,01 = 1149 * 66 * 0,01 = 758 \text{ Па}$$

де $E_{з}$ – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_{з} = 9 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$E_{з} = 1149 \text{ Па}$$

$\varphi_{з}$ – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_{з} = 66\%$$

Температурне поле наведено на рис. 75.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72

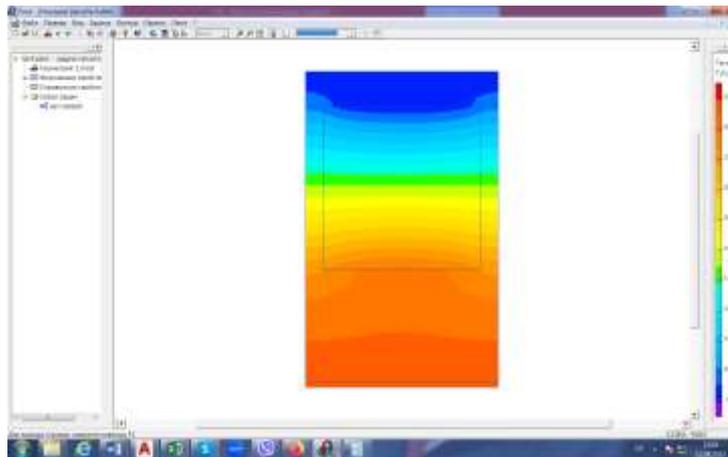


Рис. 75 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 1181}{4,679} = 23 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = 9,4071 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 1181 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e,з}} = \frac{1181 - 758}{1,09} = 388 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_{з}) \cdot 10^{-6} = 744 * (23 - 388) * 10^{-6} = -0,27 \text{ кг/м}^2$$

Травень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_{з} = E_{з} * \varphi_{з} * 0,01 = 1751 * 61 * 0,01 = 1068 \text{ Па}$$

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		73

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 15,4 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 1751 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 61\%$$

Температурне поле наведено на рис. 76.

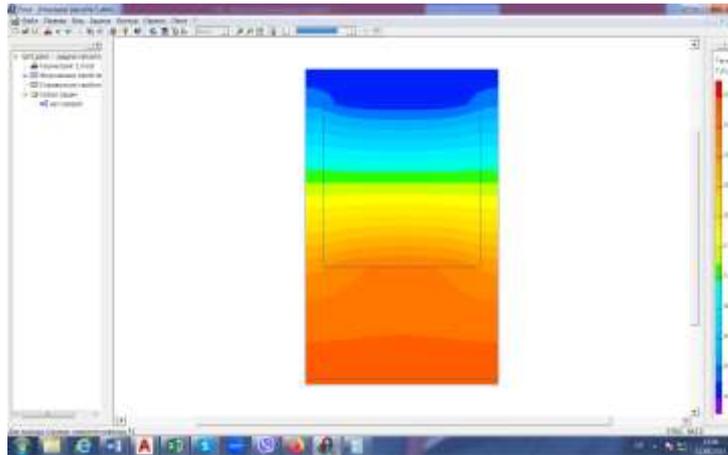


Рис. 76 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 1771}{4,679} = -103 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср,к} = 15,57 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_{к} = 1771 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e,з}} = \frac{1771 - 1068}{1,09} = 645 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		74

$$W_{зп1} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (-103 - 645) * 10^{-6} = -0,56 \text{ кг/м}^2$$

Червень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 2159 * 65 * 0,01 = 1403 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 18,7 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 2159 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 65\%$$

Температурне поле наведено на рис. 77.

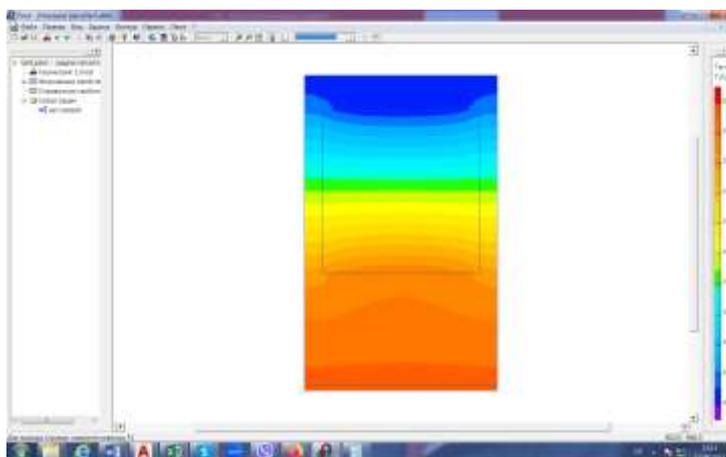


Рис. 77 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари i_{B1} , мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{e.B}} = \frac{1287 - 2165}{4,679} = -188 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

p_K - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = 18,748 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_K = 2165 \text{ Па}$$

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		75

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e,3}} = \frac{2165 - 1403}{1,09} = 699 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 \cdot (-188 - 699) \cdot 10^{-6} = -0,7 \text{ кг/м}^2$$

Липень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 \cdot \varphi_3 \cdot 0,01 = 2414 \cdot 66 \cdot 0,01 = 1593 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 20,5 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 2414 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 66\%$$

Температурне поле наведено на рис. 78.

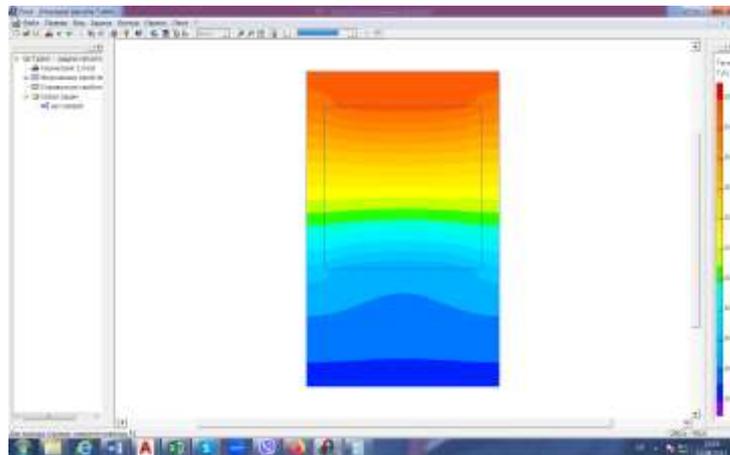


Рис. 78 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари i_{B1} , мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{e,B}} = \frac{1287 - 2412}{4,679} = -240 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

p_K - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{\text{ср.к}} = 20,481 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_K = 2412 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_K - e_3}{R_{e,3}} = \frac{2412 - 1593}{1,09} = 751 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{\text{зп1}} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (-240 - 751) * 10^{-6} = -0,74 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Серпень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 2298 * 64 * 0,01 = 1471 \text{ Па}$$

де E_3 - парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 19,7 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 2298 \text{ Па}$$

φ_3 - відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 64\%$$

Температурне поле наведено на рис. 79.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		77

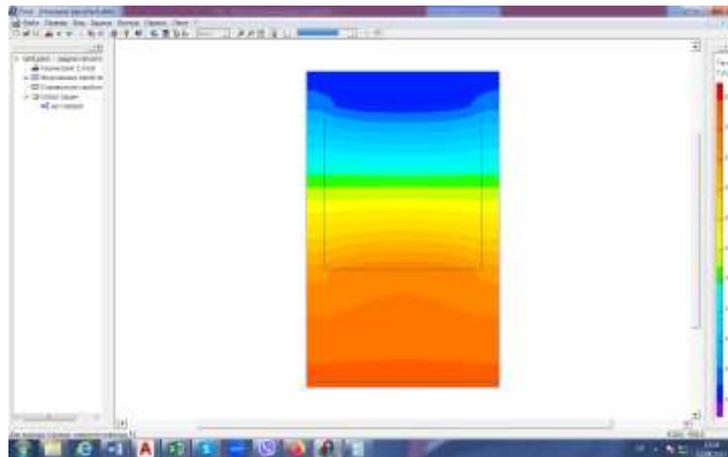


Рис. 79 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 2299}{4,679} = -216 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = 19,711 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 2299 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e,з}} = \frac{2299 - 1471}{1,09} = 760 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_{з}) \cdot 10^{-6} = 744 * (-216 - 760) * 10^{-6} = -0,73 \text{ кг/м}^2$$

Вересень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_{з} = E_{з} * \varphi_{з} * 0,01 = 1632 * 69 * 0,01 = 1126 \text{ Па}$$

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		78

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 14,3 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 1632 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 69\%$$

Температурне поле наведено на рис. 80.

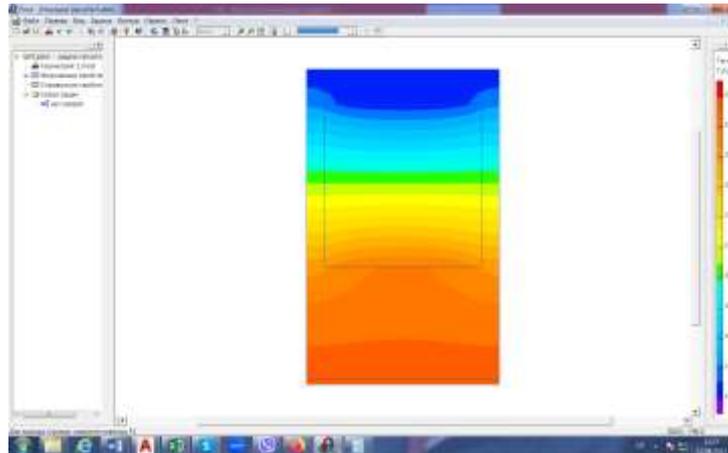


Рис. 80 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 1654}{4,679} = -78 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср,к} = 14,511 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_{к} = 1654 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e,з}} = \frac{1654 - 1126}{1,09} = 484 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		79

$$W_{зп1} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 \cdot (-78 - 484) \cdot 10^{-6} = -0,42 \text{ кг/м}^2$$

Жовтень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 \cdot \varphi_3 \cdot 0,01 = 1052 \cdot 77 \cdot 0,01 = 810 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 7,7^\circ\text{C}$.

$$E_3 = 1052 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 77\%$$

Температурне поле наведено на рис. 81.

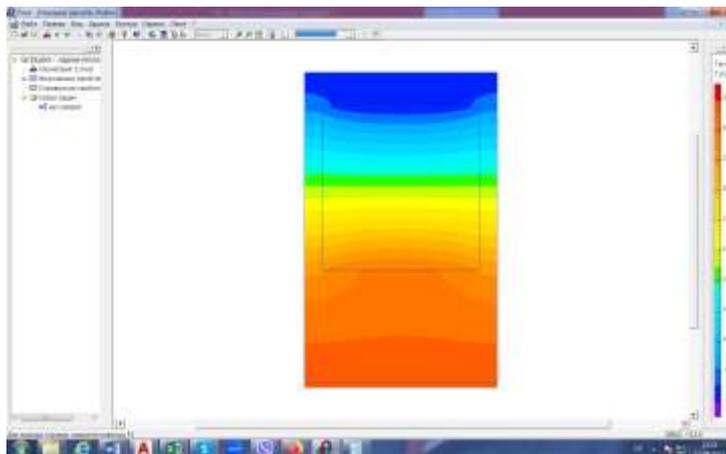


Рис. 81 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари i_{B1} , мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{e.B}} = \frac{1287 - 1085}{4,679} = 42 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

p_K - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = 8,1553^\circ\text{C}$

$$p_K = 1085 \text{ Па}$$

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		80

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e,3}} = \frac{1085 - 810}{1,09} = 252 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 \cdot (42 - 252) \cdot 10^{-6} = -0,16 \text{ кг/м}^2$$

Листопад.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 \cdot \varphi_3 \cdot 0,01 = 672 \cdot 86 \cdot 0,01 = 578 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 1,3^\circ\text{C}$.

$$E_3 = 672 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 86\%$$

Температурне поле наведено на рис. 82.

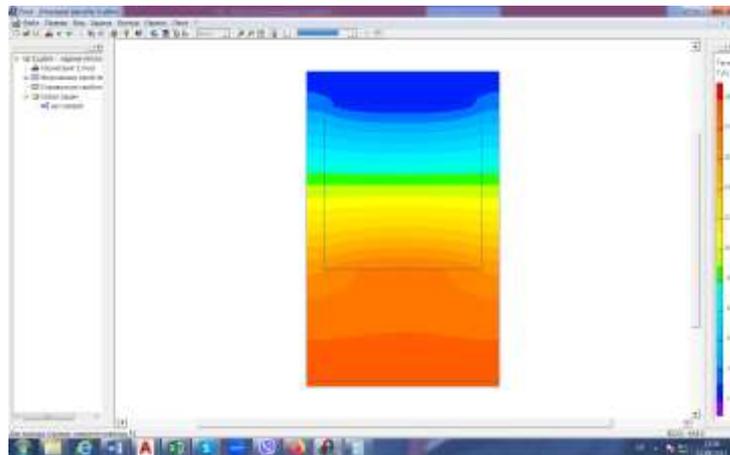


Рис. 82 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари i_{B1} , мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		81

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{e,B}} = \frac{1287 - 706}{4,679} = 124 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

p_K - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{\text{ср.к}} = 1,9921 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_K = 706 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_K - e_3}{R_{e,3}} = \frac{706 - 578}{1,09} = 117 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{\text{зп1}} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (124 - 117) * 10^{-6} = 0,005 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Грудень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 461 * 87 * 0,01 = 401 \text{ Па}$$

де E_3 - парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = -3,4^\circ\text{C}$.

$$E_3 = 461 \text{ Па}$$

φ_3 - відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 87\%$$

Температурне поле наведено на рис. 83.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
						82
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

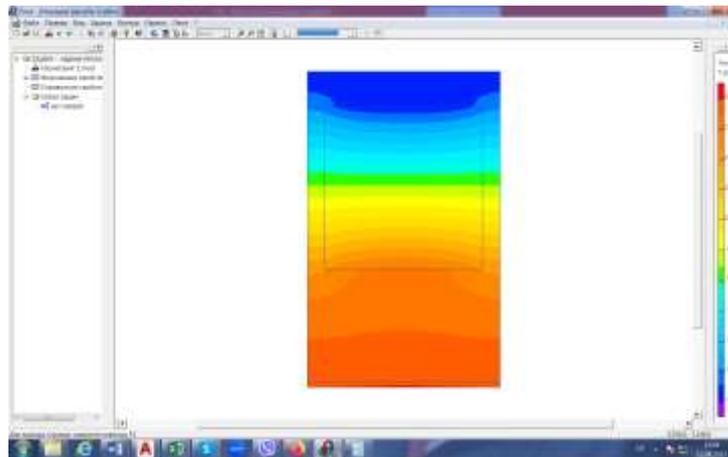


Рис. 83 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 494}{4,679} = 169 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = -2,5339 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 494 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e,з}} = \frac{494 - 401}{1,09} = 85 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_{з}) \cdot 10^{-6} = 744 * (169 - 85) * 10^{-6} = 0,06 \text{ кг/м}^2$$

Результати вологонакопичення в утеплювачі протягом року наведені у табл. 3.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		83

Вологонакопичення в утеплювачі протягом (схема 2)

№	Місяць року	Кількість вологи, що накопичується, кг/м ² , $W_{зп}$	Кількість вологи, що випаровується, кг/м ² , $W_{лп}$
1	Січень	0,08	
2	Лютий	0,06	
3	Березень		0,02
4	Квітень		0,27
5	Травень		0,56
6	Червень		0,7
7	Липень		0,74
8	Серпень		0,73
9	Вересень		0,42
10	Жовтень		0,16
11	Листопад	0,01	
12	Грудень	0,06	
		$W_{зп} = 0,21$ кг/м ²	$W_{лп} = 3,6$ кг/м ²

Так як $W_{зп} = 0,21$ кг/м² \leq $W_{лп} = 3,6$ кг/м² то друга нормативна вимога виконується.

Визначаємо приріст вологи Δw , %, у шарі матеріалу, у якому відбувається конденсація вологи (у разі розташування зони конденсації на межі шарів приріст розраховується для шару, прилеглого до зони конденсації з боку внутрішньої поверхні - утеплювач), за формулою:

$$\Delta w = \frac{W_{зп}}{d_k \cdot \rho_k} 100\% = \frac{0,21}{0,55 * 50} 100 = 0,76 \%$$

де $\delta_{ут}$ – товщина утеплювача, м;

ρ_k – густина утеплювача, кг/м³.

Визначаємо, допустиме за теплоізоляційними характеристиками збільшення вологості матеріалу, в шарі якого відбувається конденсація вологи, % за масою, за табл. 5 [3]. $\Delta w_d = 2,5 \%$

Так як $\Delta w = 0,76 \% \leq \Delta w_d = 2,5 \%$ то перша нормативна вимога виконується.

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 3.

1. Стіна колодязної кладки виконана за схемою 2 відповідає всім нормам вологісного стану.
2. Стіна колодязної кладки виконана за схемою не відповідає 1-ий вимогі з вологісного стану. Вона потребує заходів з покращенню вологісного стану.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		85

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО ПРИВЕДЕННЮ ОГОРОДЖЕННЯ ДО НОРМ З ВОЛОГІСНОГО ЇХ СТАНУ

Покращити вологісний стан огородження, виконаного з застосування колодязної кладки, можливо збільшивши опір паропроникненню внутрішнього цегляного шару. Для цього необхідно збільшити його товщину.

Другим способом є застосування пароізоляційного шару розташованого між утеплювачем та внутрішнім цегляним шаром.

Так як при застосуванні схеми 1 не виконується тільки перша вимога норм то дослідження виконуємо тільки для періоду вологонакопичення з листопада по березень.

4.1 Збільшення товщини внутрішнього цегляного шару до 380 мм

Січень.

Схема огородження прийнята для розрахунку наведена на рис. 84.

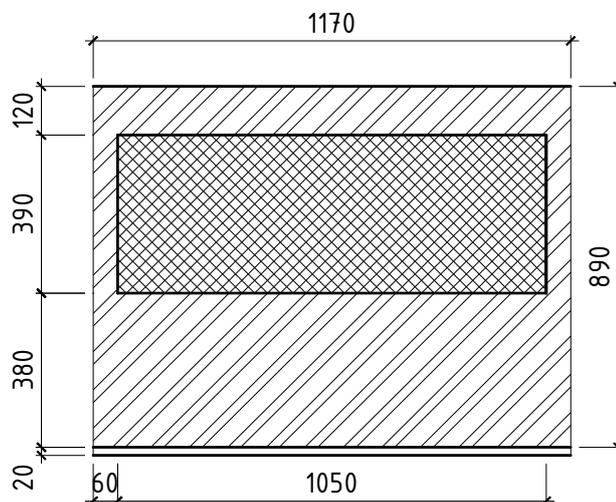


Рис. 84 – Схема огородження

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 382 * 85 * 0,01 = 325 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = -5,6 \text{ }^\circ\text{C}$

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис			86

$$E_3 = 382 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 85\%$$

Температурне поле наведено на рис. 85.

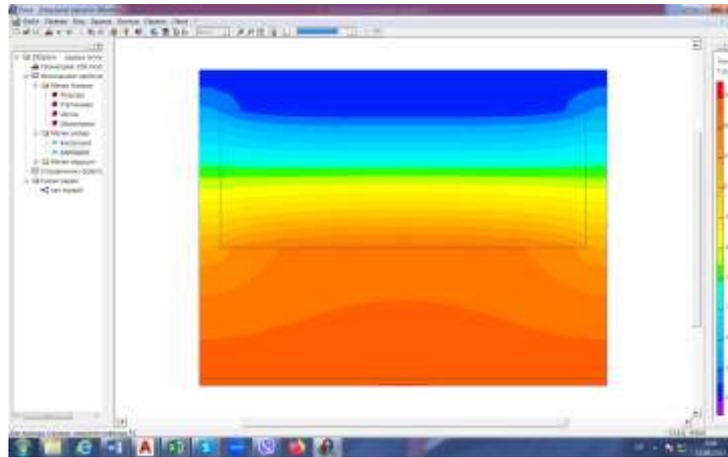


Рис. 85 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари i_{B1} , мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{e.B}} = \frac{1287 - 412}{4,371} = 200 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

де $R_{e.B}$ – опір паропроникненню, м² · год · Па, частини огороження між зоною конденсації та внутрішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{e.B} = \frac{\delta_B}{\mu_B} + \frac{\delta_{\text{Ц}}}{\mu_{\text{Ц}}} + \frac{\delta_{\text{УТ}}}{\mu_{\text{УТ}}} = \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,38}{0,11} + \frac{0,39}{0,52} = 4,371 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

p_K - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{\text{ср.к}} = -4,7115 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_K = 412 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_K - e_3}{R_{e.3}} = \frac{412 - 325}{1,09} = 80 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		87

Визначаємо кількість вологи, $\text{кг}/\text{м}^2$, що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{\text{зп1}} = \tau(i_{\text{в}} - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (200 - 80) * 10^{-6} = 0,09 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Лютий.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 412 * 82 * 0,01 = 338 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = -4,7 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 412 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 82\%$$

Температурне поле наведено на рис. 86.

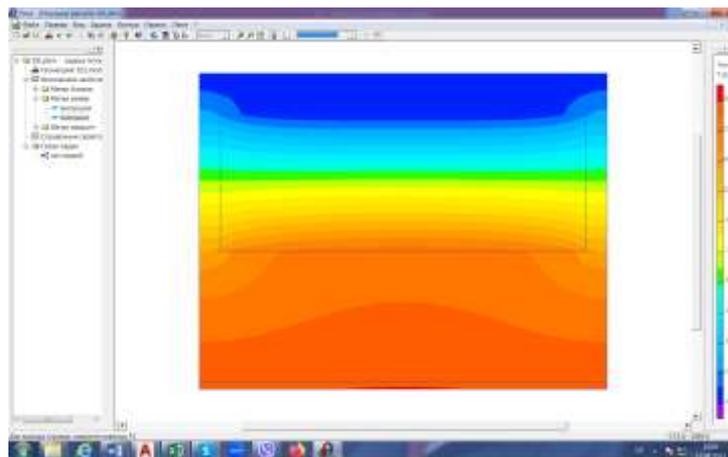


Рис. 86 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{\text{в1}}$, $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{\text{в}} = \frac{e_{\text{в}} - p_{\text{к}}}{R_{\text{е,в}}} = \frac{1287 - 442}{4,371} = 193 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

$p_{\text{к}}$ – парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{\text{ср.к}} = -3,8428 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_{\text{к}} = 442 \text{ Па}$$

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		88

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e.3}} = \frac{442 - 338}{1,09} = 95 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_v - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (193 - 95) * 10^{-6} = 0,07 \text{ кг/м}^2$$

Березень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 625 * 78 * 0,01 = 488 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 0,3 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 625 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 78\%$$

Температурне поле наведено на рис. 87.

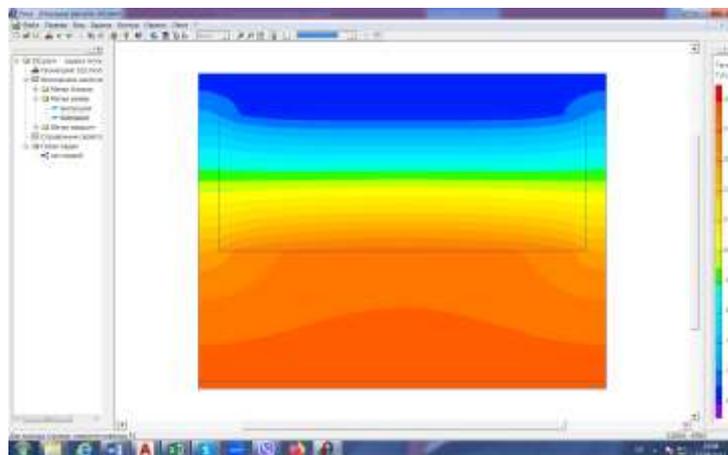


Рис. 87 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_v = \frac{e_v - p_k}{R_{e.v}} = \frac{1287 - 657}{4,371} = 144 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

p_k - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = 0,9837 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_k = 657 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e,3}} = \frac{657 - 488}{1,09} = 155 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_b - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (144 - 155) * 10^{-6} = -0,01 \text{ кг/м}^2$$

Листопад.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 672 * 86 * 0,01 = 578 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 1,3^\circ\text{C}$.

$$E_3 = 672 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 86\%$$

Температурне поле наведено на рис. 88.

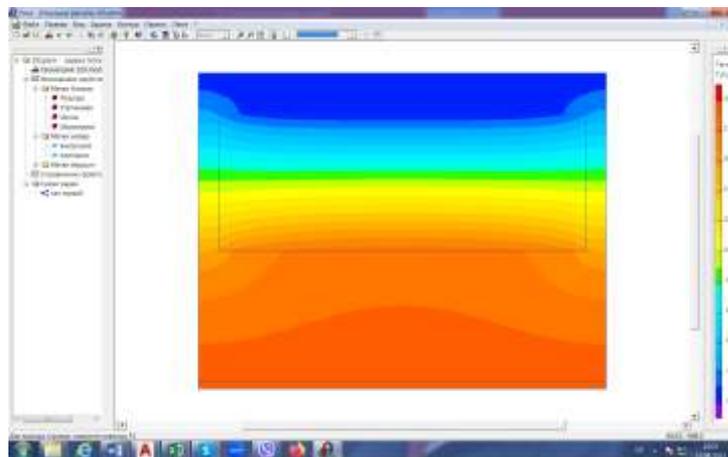


Рис. 88 - Температурне поле

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		90

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e.в}} = \frac{1287 - 704}{4,371} = 133 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = 1,949 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 704 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e.з}} = \frac{704 - 578}{1,09} = 116 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_{з}) \cdot 10^{-6} = 744 * (133 - 116) * 10^{-6} = 0,01 \text{ кг/м}^2$$

Грудень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_{з} = E_{з} * \varphi_{з} * 0,01 = 461 * 87 * 0,01 = 401 \text{ Па}$$

де $E_{з}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_{з} = -3,4^{\circ}\text{C}$.

$$E_{з} = 461 \text{ Па}$$

$\varphi_{з}$ - відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_{з} = 87\%$$

Температурне поле наведено на рис. 89.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		91

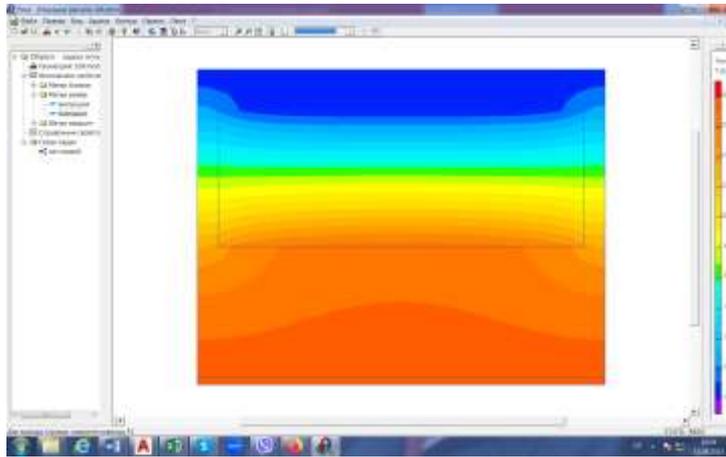


Рис. 89 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 493}{4,371} = 182 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = -2,5879 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 493 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e,з}} = \frac{493 - 401}{1,09} = 84 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_{з}) \cdot 10^{-6} = 744 * (182 - 84) * 10^{-6} = 0,07 \text{ кг/м}^2$$

Результати вологонакопичення в утеплювачі протягом року наведені у табл. 4.

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		92

Вологонакопичення в утеплювачі протягом (схема 1)

№	Місяць року	Кількість вологи, що накопичується, кг/м ² , W _{зп}	Кількість вологи, що випаровується, кг/м ² , W _{лп}
1	Січень	0,09	
2	Лютий	0,07	
3	Березень		-0,01
11	Листопад	0,01	
12	Грудень	0,07	
		W _{зп} = 0,24 кг/м ²	

Визначаємо приріст вологи Δw , %, у шарі матеріалу, у якому відбувається конденсація вологи (у разі розташування зони конденсації на межі шарів приріст розраховується для шару, прилеглого до зони конденсації з боку внутрішньої поверхні - утеплювач), за формулою:

$$\Delta w = \frac{W_{зп}}{d_k \cdot \rho_k} 100\% = \frac{0,24}{0,39 * 50} 100 = 1,23 \%$$

Так як $\Delta w = 1,23 \% < \Delta w_d = 2,5 \%$ то перша нормативна вимога виконується.

4.2 Застосування пароізоляційного шару

В якості пароізоляції прийнятий шар руберойду, який розташований між внутрішнім цегляним шаром та утеплювачем. Опір паропроникненню шару руберойду становить 0,001 мг/(м · год · Па).

Січень.

Схема огороження прийнята для розрахунку наведена на рис. 90.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		93

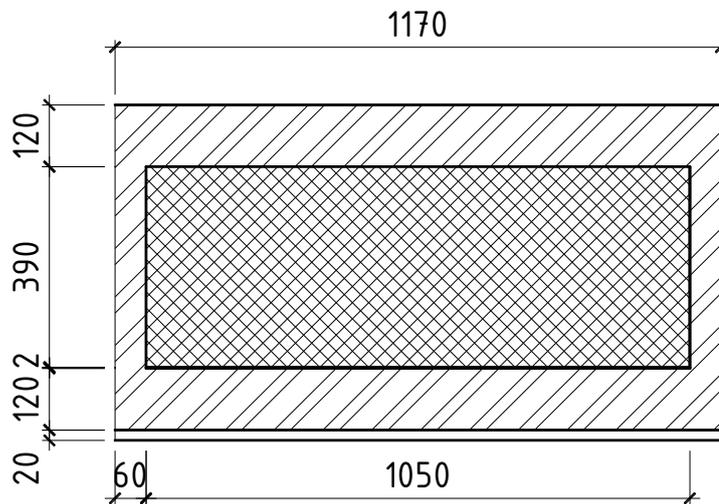


Рис. 90 – Схема огородження

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 382 * 85 * 0,01 = 325 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = -5,6 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 382 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 85\%$$

Температурне поле наведено на рис. 91.

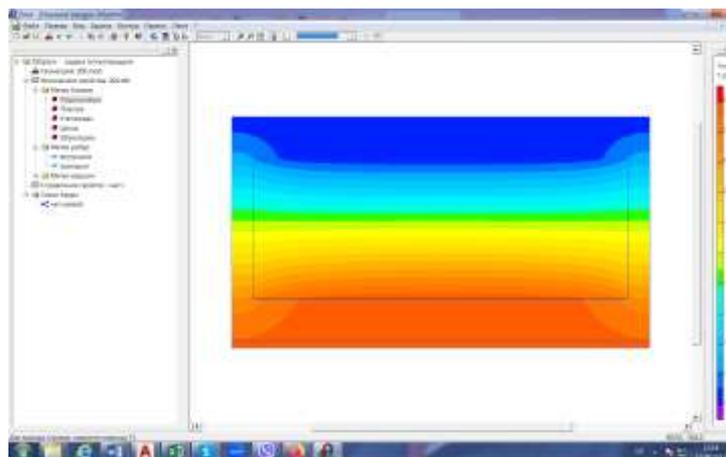


Рис. 91 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари i_{B1} , мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{e.B}} = \frac{1287 - 414}{4,008} = 218 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

де $R_{e.B}$ – опір паропроникненню, $\text{м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$, частини огороження між зоною конденсації та внутрішньою поверхнею огороження визначаємо за формулою

$$R_{e.B} = \frac{\delta_B}{\mu_B} + \frac{\delta_{Ц}}{\mu_{Ц}} + \frac{\delta_{ут}}{\mu_{ут}} = \frac{0,02}{0,12} + \frac{0,12}{0,11} + \frac{0,002}{0,001} + \frac{0,39}{0,52} = 4,008 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па}$$

p_K – парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = -4,6435 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_K = 414 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_K - e_3}{R_{e.3}} = \frac{414 - 325}{1,09} = 82 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

Визначаємо кількість вологи, $\text{кг}/\text{м}^2$, що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (218 - 82) * 10^{-6} = 0,1 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Лютий.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 412 * 82 * 0,01 = 338 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = -4,7 \text{ }^\circ\text{C}$

$$E_3 = 412 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 82\%$$

Температурне поле наведено на рис. 92.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		95

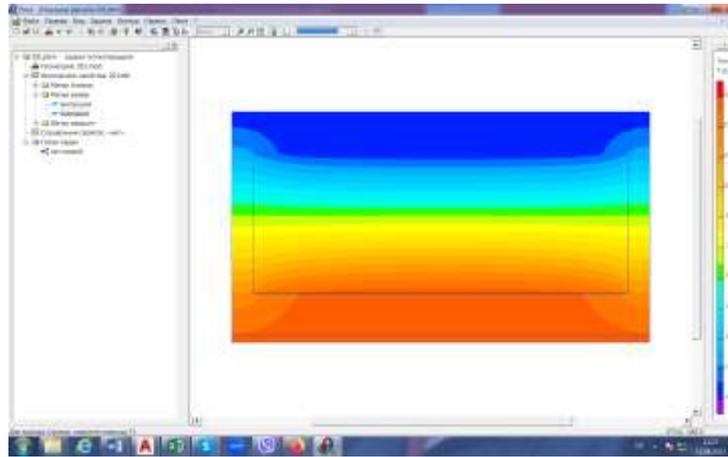


Рис. 92- Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e.в}} = \frac{1287 - 445}{4,008} = 210 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср.к} = -3,7771 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$p_{к} = 445 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_{з} = \frac{p_{к} - e_{з}}{R_{e.з}} = \frac{445 - 338}{1,09} = 98 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_{в} - i_{з}) \cdot 10^{-6} = 744 * (210 - 98) * 10^{-6} = 0,08 \text{ кг/м}^2$$

Березень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_{з} = E_{з} * \varphi_{з} * 0,01 = 625 * 78 * 0,01 = 488 \text{ Па}$$

де $E_{з}$ – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуюючи значення її температури $t_{з} = 0,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		96

$$E_3 = 625 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 78\%$$

Температурне поле наведено на рис. 93.

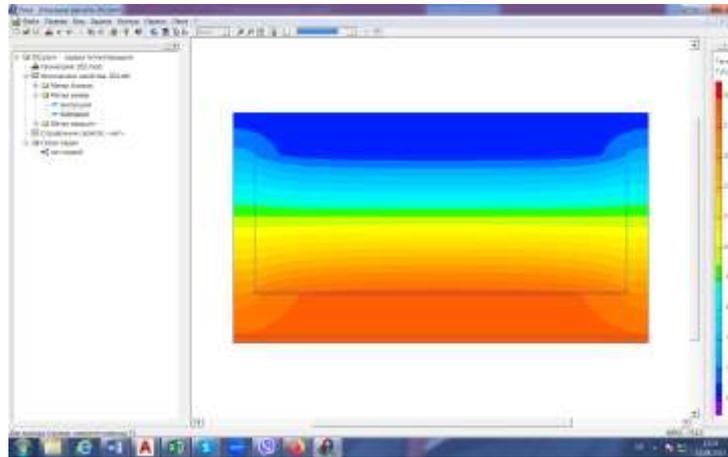


Рис. 93 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари i_{B1} , мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_B = \frac{e_B - p_K}{R_{e,B}} = \frac{1287 - 659}{4,008} = 157 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

p_K - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{\text{ср.к}} = 1,0361 \text{ }^\circ\text{C}$

$$p_K = 659 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_K - e_3}{R_{e,3}} = \frac{659 - 488}{1,09} = 157 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{\text{зп1}} = \tau(i_B - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (157 - 157) * 10^{-6} = 0 \text{ кг/м}^2$$

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		97

Листопад.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 * \varphi_3 * 0,01 = 672 * 86 * 0,01 = 578 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = 1,3^\circ\text{C}$.

$$E_3 = 672 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 86\%$$

Температурне поле наведено на рис. 94.

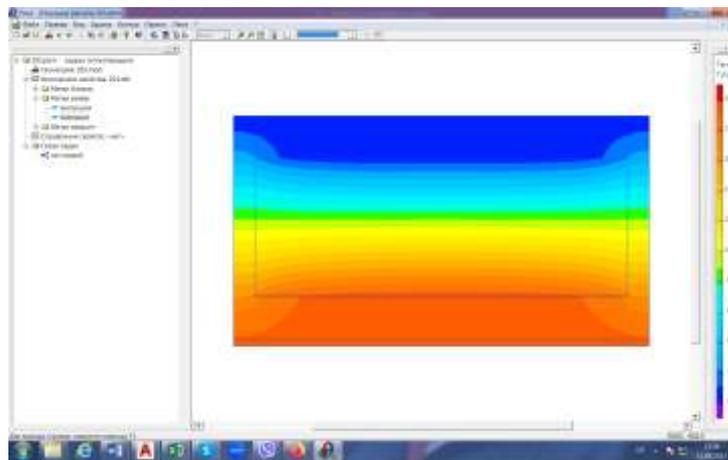


Рис. 94 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{в1}$, мг/(м²·год), що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{в} = \frac{e_{в} - p_{к}}{R_{e,в}} = \frac{1287 - 706}{4,008} = 145 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

$p_{к}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{ср,к} = 1,9987^\circ\text{C}$

$$p_{к} = 706 \text{ Па}$$

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_{к} - e_3}{R_{e,3}} = \frac{706 - 578}{1,09} = 117 \text{ мг/(м}^2\cdot\text{год)}$$

					2МБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		98

Визначаємо кількість вологи, $\text{кг}/\text{м}^2$, що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{\text{зп1}} = \tau(i_{\text{в}} - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 \cdot (145 - 117) \cdot 10^{-6} = 0,02 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Грудень.

Визначаємо парціальний тиск водяної пари зовнішнього повітря за формулою

$$e_3 = E_3 \cdot \varphi_3 \cdot 0,01 = 461 \cdot 87 \cdot 0,01 = 401 \text{ Па}$$

де E_3 – парціальний тиск насиченої водяної пари зовнішнього повітря визначаємо за [4] використовуючи значення її температури $t_3 = -3,4^\circ\text{C}$.

$$E_3 = 461 \text{ Па}$$

φ_3 – відносна вологість зовнішнього повітря, %, визначаємо за [4].

$$\varphi_3 = 87\%$$

Температурне поле наведено на рис. 95.

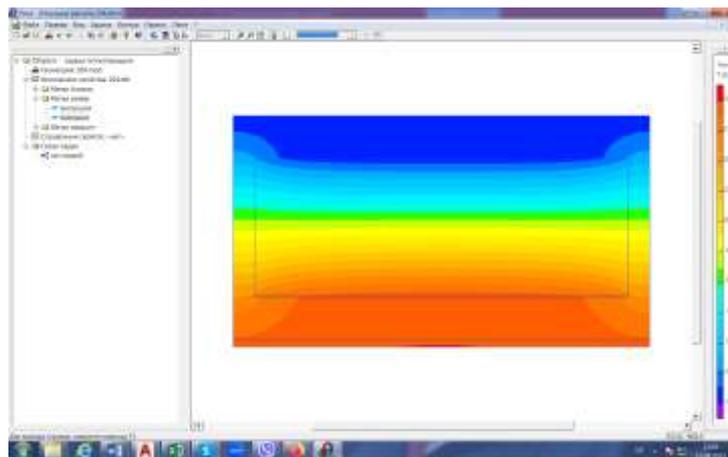


Рис. 95 - Температурне поле

Визначаємо кількість водяної пари $i_{\text{в1}}$, $\text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$, що надходить до зони конденсації (зовнішня поверхня утеплювача) за формулою

$$i_{\text{в}} = \frac{e_{\text{в}} - p_{\text{к}}}{R_{\text{е.в}}} = \frac{1287 - 495}{4,008} = 198 \text{ мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$$

$p_{\text{к}}$ – парціальний тиск насиченої водяної пари на зовнішній поверхні утеплювача, Па (зона конденсації), визначаємо за [4] використовуючи середню температуру на цій поверхні $t_{\text{ср.к}} = -2,5257^\circ\text{C}$

$$p_{\text{к}} = 495 \text{ Па}$$

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		99

Визначаємо кількість водяної пари, мг/(м²·год), що виводиться назовні із зони конденсації за формулою

$$i_3 = \frac{p_k - e_3}{R_{e,3}} = \frac{495 - 401}{1,09} = 86 \text{ мг/(м}^2 \cdot \text{год)}$$

Визначаємо кількість вологи, кг/м², що конденсується на зовнішній поверхні утеплювача за січень:

$$W_{зп1} = \tau(i_v - i_3) \cdot 10^{-6} = 744 * (198 - 86) * 10^{-6} = 0,08 \text{ кг/м}^2$$

Результати вологонакопичення в утеплювачі протягом року наведені у табл. 5.

Таблиця 5

Вологонакопичення в утеплювачі протягом (схема 1)

№	Місяць року	Кількість вологи, що накопичується, кг/м ² , W _{зп}	Кількість вологи, що випаровується, кг/м ² , W _{лп}
1	Січень	0,1	
2	Лютий	0,08	
3	Березень	0	
11	Листопад	0,02	
12	Грудень	0,08	
		W _{зп} = 0,28 кг/м ²	

Визначаємо приріст вологи Δw, %, у шарі матеріалу, у якому відбувається конденсація вологи (у разі розташування зони конденсації на межі шарів приріст розраховується для шару, прилеглого до зони конденсації з боку внутрішньої поверхні - утеплювач), за формулою:

$$\Delta w = \frac{W_{зп}}{d_k \cdot \rho_k} 100\% = \frac{0,28}{0,39 * 50} 100 = 1,4 \%$$

Так як Δw = 1,4 % < Δw_д = 2,5 % то перша нормативна вимога виконується.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		100

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 4.

1. Виконані дослідження дозволяють зробити висновки, що при застосуванні колодязної кладки з товщиною внутрішнього цегляного шару 0,38 м, або пароізоляції з шару руберойду розташованого між внутрішнім цегляним шаром та утеплювачем вологісний стан огороження відповідає нормам.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		101

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.

1. Зі збільшенням товщини внутрішнього цегляного шару вологісний стан огороження покращується.

2. Зі збільшенням довжини порожнини колодязної кладки вологісний стан огороження погіршується.

3. При розташуванні утеплювача біля зовнішнього цегляного шару вологісний стан огороження покращується.

4. Стіна колодязної кладки, що виконана за схемою 2 відповідає всім нормам вологісного стану.

5. Стіна колодязної кладки, що виконана за схемою не відповідає 1-ий вимогі з вологісного стану. Вона потребує заходів з покращенню вологісного стану.

2. При застосуванні колодязної кладки з товщиною внутрішнього цегляного шару 0,38 м, або пароізоляції з шару руберойду розташованого між внутрішнім цегляним шаром та утеплювачем вологісний стан огороження відповідає нормам.

6. При застосуванні колодязної кладки, виконання норм теплозахисту потребує значно більшої товщини утеплювача ніж при утепленні з зовнішньої сторони огороження, тому її застосування є економічно недоцільним.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис			102

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ 9191:2022. Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинні від 2023-03-01]. – К.: Мінрегіон України, 2023. – 60 с.

2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.

3. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель та енергоефективність будівель [Чинні від 2022-09-01]. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 23 с.

4. ДСТУ-Н Б В.2.6-192:2013 Настанова з розрахункової оцінки тепловологісного стану огорожувальних конструкцій. - К.: Мінрегіон України, 2014.– 37 с.

5. Корнієнко С.В. Метод вирішення тривимірної задачі сумісного нестационарного вологоперенесення для огорожувальних конструкцій будівель // Вісті вузів. Будівництво. 2006. № 2. С. 108-111.

6. Корнієнко С.В. Розв'язання тривимірної задачі спільного нестационарного вологоперенесення для огорожувальних конструкцій будівель // Будівельні матеріали. 2007. № 10. С. 54-55.

7. Корнієнко С.В. Розрахунок температурно-вологісного режиму зовнішніх кутів стін // Будівельні матеріали. 2008. № 12. С. 25-27.

8. Корнієнко С.В. Температурно-вологісний режим зовнішніх стін з вентиляваним фасадом // Academia. Архітектура та будівництво. 2009. № 5. С. 389-394.

9. Корнієнко С.В. Зниження тепловтрат за рахунок удосконалення крайових зон огорожувальних конструкцій // Житлове будівництво. 2010. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-teplopoter-za-schet-sovershenstvovaniya-kraevykh-zon-ograzdayuschih-konstruktsiy> (дата звернення: 13.09.2023).

10. Моїсеєнко А.Є. Систематизація та порівняльний аналіз конструктивних рішень зовнішніх стін житлових малоповерхових будівель // Форум молодих учених. 2019. №5 (33). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistematizatsiya-i-sravnitelnyy->

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис			103

звернення: 13.09.2023).

11. Ананьев А. И., Абариков В. П., Бегоулев С. А., Буланий А. С. Влияние технологических факторов на теплопроводность и влажный режим цементных кладок внешних стен с пустотелой керамической глины и камня // Academia. Архитектура та будівництво. 2009. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tehnologicheskikh-faktorov-na-teploprovodnost-i-vlazhnostnyy-rezhim-kirpichnyh-kladok-naruzhnyh-sten-iz-pustotologo> (дата звернення: 13.09.2023).

12. Рафальська Тетяна Анатоліївна ВПЛИВ ВЛАГОНАКОПЛЕНЬ У ЗОВНІШНІХ СТІНАХ НА ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ ПРИМІЩЕНЬ ПРИ АВАРІЙНОМУ ТЕПЛОПОСТАЧАННІ // Вісник ДДТУ. Технічні науки. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vlagonakopleniy-v-naruzhnyh-stenah-na-teplovoy-rezhim-pomescheniy-pri-avariynom-teplosnabzhenii> (дата звернення: 13.09.2023).

13. Самарин О.Д. Про розрахунок охолодження зовнішніх стін в аварійних режимах теплопостачання // Вісті вишів. Будівництво, 2007. №2. С. 46-50.

14. Корнієнко С.В. Уточнення розрахункових параметрів мікроклімату приміщень при оцінці вологозахисних властивостей огорожувальних конструкцій // Вісник МДСУ, 2016. № 11. С. 132-142.

15. D'Agostino D. Moisture dynamics in an historical masonry structures: Cathedral of Lecce (South Italy) // Building and Environment, 2013. Vol. 63. Pp. 122-133.

16. Woroniak G., Piotrowska-Woroniak J. Діяльність послаблення та енергозбереження зменшення в невеликих церков в Drohiczyn community // Energy and Buildings, 2014. Vol. 72. Pp. 51-61.

17. Sadiq H., Wong M.B., Zhao X.L., Al-Mahaidi R. Контроль за моделлю для cementitious-based insulation with moisture//Fire and materials, 2014. Vol. 38. Iss. 5. pp. 550-558.

18. В.Г. Гагарін, К.П. Зубарев. Застосування теорії потенціалу вологості до моделювання нестационарного вологісного режиму огорож // Вісник МДСУ, 2019. Т. 14. Вип. 4. С. 484-493.

19. Кучеренко М.М, Чиркова О.В. Застосування теорії потенціалу вологості для розрахунку перенесення вологи через зовнішні огорожі // Вісті вузів. Будівництво, 2013. №5. С. 63-67.

20. Синіцина А.С. Оцінка впливу зовнішніх факторів на швидкість повітряного потоку і вологидалення з повітряного зазору вентиляованого фасаду // Вісник Сибірського державного університету шляхів сполучення. 2017. №1 (40). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-vneshnih-faktorov-na-skorost-vozdushnogo-potoka-i-vlagoudaleniya-iz-vozdushnogo-zazora-ventiliruemogo-fasada> (дата звернення: 13.09.202).

21. Гагарін, В. Г. Удосконалення методик визначення вологих характеристик будівельних матеріалів та методу розрахунку вологого режиму огорожувальних конструкцій: спеціальність 05.23.03 "Теплопостачання, вентиляція, кондиціонування повітря, газопостачання та освітлення" : дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата Володимир Геннадійович, 1984. - 209 с. - EDN NPQNCZ.

22. Grechishkin, A. V. Дослідження температурно-вологісного режиму приміщень нового житлового будинку зі стінами з цегли / A. V. Grechishkin, Yu. M. Puchkov // Освіта та наука в сучасному світі. Інновації. - 2018. - No. 2(15). - P. 151-157. - EDN YPKRTC.

23. Хо, Н. К. Технологія влаштування монолітних бетонних конструкцій у змінних температурно-вологісних умовах (стосовно умов В'єтнаму) : спеціальність 05.23.08 "Технологія та організація будівництва" : автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук / Хо Нгок Кхоа. Мінськ, 2007. - 20 с. - EDN ZNIDAZ.

24. Нейжмак, Е. Е. Зниження вологості деформативності великорозмірних екструзійних азбестоцементних виробів: спеціальність 05.23.05 "Будівельні матеріали та вироби": автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук / Нейжмак Олена Євгенівна. - Мінськ, 1992. - 21 с. - EDN ZJVXFV.

25. Титунін, А. А. Мінливість властивостей композиційних плит із рослинної сировини при циклічних температурно-вологісних впливах / А. А. Титунін, І. В.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		105

Сусоєва Общанська, Т. Н. Вахніна // Лісовий журнал. - 2019. - № 3. - С. 33-40. - DOI 10.15372/SJFS20190305. - EDN SWGCSB.

26. Вплив параметрів димових газів на температурно-вологісний режим стінок залізобетонної димової труби / К. Ф. Фазліахметов, І. І. Фахразієв, Д. А. Хворенков, О. І. Варфоломєєва // Виставка інновацій – 2017 (весняна сесія): збірник матеріалів XXIII Республіканської виставки-сесії студентських інноваційних проєктів, Іжевськ, 13 квітня 2017 року / ФДБОУ ВО «ІжДТУ імені М.Т. Калашнікова». - Іжевськ: ІННОВА, 2017. - С. 173-179. - EDN YQEINZ.

27. Корольова, Т. І. Дослідження вологісного режиму огорожувальних конструкцій стін / Т. І. Корольова, І. Є. Мельников. – Пенза: Пензенський державний університет архітектури та будівництва, 2019. – 136 с. - ISBN 978-5-9282-1645-0. - EDN LJIJGL.

28. Береговий, А. М. Температурно-вологісний стан зовнішніх огорож в умовах фазових переходів вологи та агресивних впливів середовища / А. М. Береговий, В. А. Береговий // Регіональна архітектура та будівництво. - 2017. - № 3 (32). - С. 99-104. - EDN ZRETMH.

29. Логаніна, В. І. Вплив виду оздоблювального покриття на вологісний режим стін з газобетону / В. І. Логаніна, М. В. Фролов, Є. А. Журавльова // Будівельні матеріали, обладнання, технології XXI ст. - 2023. - № 1 (276). - С. 27-32. - EDN TKLGLD.

30. Акоп'ян, К. А. Температурно-вологісний режим у приміщеннях енергоефективних будівель / К. А. Акоп'ян, Є. А. Федотова // Проектування та будівництво автономних, енергоефективних будівель: збірник статей Міжнародної науково-практичної конференції, Краснодар, 31 травня - 02 2018 року. - Краснодар: Товариство з обмеженою відповідальністю "ОМЕГА САЙНС", 2018. - С. 13-16. - EDN XPWXNR.

31. Зубарев, К. П. Розрахунок вологісного режиму огорожувальних конструкцій із застосуванням візуалізуючих методів / К. П. Зубарев // Будівництво - формування середовища життєдіяльності: Електронний ресурс: збірник праць XX Міжнародної міжвузівської науково-практичної конференції студентів, магістрантів,

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		106

аспірантів та молодих вчених Москва, 26-28 квітня 2017 року. - Мінськ: Національний дослідний державний будівельний університет, 2017. - С. 979-981. - EDN YZABFT.

32. Hagersedt, S.O. Control of Moisture Safety Design by Comparison between Calculations and Measurement in Passive House Walls Made of Wood. XII DBMC / [S.O. Hagersedt, L.-E. Harderup](#) // International Conference on Durability of Building Materials and Components PORTO - POTUGAL, April 12th-15th, 2011.

33. Фролов, М. В. Оцінка вологості в стінах з газобетону в залежності від характеристик зовнішнього оздоблювального покриття / М. В. Фролов // Регіональна архітектура та будівництво. - 2020. - № 1 (42). - С. 90-97. - EDN JAVGLP.

34. Фазліяхметов, К. Ф. Залежність температурно - вологісного режиму стінки залізобетонної димової труби від її конструкції / К. Ф. Фазліяхметов // МОДЕЛЮВАННЯ та АНАЛІЗ СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ і ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ 4, збірник 2018 року. - Самара: Товариство з обмеженою відповідальністю "Агентство міжнародних досліджень", 2018. - С. 125-131. - EDN YQTOFI.

35. Ільющенко, М. К. Оцінка конструктивних рішень багатошарових конструкцій, що захищають будівель з урахуванням вологісного режиму / М. К. Ільющенко, І. А. Кабанова // Інженерні рішення. - 2019. - № 7 (8). - С. 21-27. - DOI 10.32743/2658-6479.2019.7.8.164. - EDN EZDOQN.

36. Верхотіна, А. В. Оцінка повітряного та вологого режиму огорожувальних конструкцій будівлі / А. В. Верхотіна, М. В. Новіков // Науковий журнал. Інженерні системи та споруди. - 2020. - № 2 (40). - С. 48-55. - EDN FXKKQK.

37. Оцінка впливу включень з лицьової цегли на температурно-вологій режим кладки з теплоефективних керамічних каменів / О. В. Оханцев, О. Є. Руденко, О. О. Дем'янов, І. В. Попов // Обстеження будівель та споруд: проблеми та шляхи їх рішення: Матеріали ІХ науково-практичної конференції, Санкт-Петербург, 11–12 жовтня 2018 року. - Санкт-Петербург: Федеральна державна автономна освітня установа вищої освіти "Санкт-Петербурзький політехнічний університет Петра Великого", 2018. - С. 202-208. - EDN VVURXE.

38. Корнієнко, С. В. Методи інженерної оцінки вологісного режиму огорожувальних конструкцій на основі теорії потенціалу вологості / С. В. Корнієнко;

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		107

С. В. Корнієнко; М-во освіти та науки Ріс. Федерації, Волгоградський держ. архітектурно-будує. ун-т. - Волгоград: ВолгДАСУ, 2011. - 99 с. - ISBN 978-5-98276-456-0. - EDN QNPUWN.

39. Тарасова, Н. В. Оцінка вологого режиму зовнішніх вертикальних огорож будівель старої забудови міста Брянська в зимовий період / Н. В. Тарасова // Наука та інновації в будівництві: Збірник доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції до 65-річчя БДТУ ім. В.Г. Шухова, Білгород, 18 квітня 2019 року. - Білгород: Білгородський державний технологічний університет ім. В.Г. Шухова, 2019. - С. 279-288. - EDN RBCULG.

40. Логаніна, В. І. Оцінка впливу паропроникності фасадних фарб на зміну вологого режиму у зовнішніх стінах / В. І. Логаніна, М. В. Фролов // Регіональна архітектура та будівництво. - 2021. - № 1 (46). - С. 70-76. - EDN СКРОКА.

41. Корнієнко, С. В. Оцінка вологого режиму багат шарової огорожувальної конструкції з мультизональною конденсацією вологи / С. В. Корнієнко // Вісник Волгоградського державного архітектурно-будівельного університету. Серія: Будівництво та архітектура. - 2015. - № 41 (60). - С. 24-33. - EDN UJDZDT.

42. Логаніна, В. І. Оцінка впливу оздоблювальних покриттів на зміну вологості газобетонної огорожувальної конструкції / В. І. Логаніна, М. В. Фролов, Ю. П. Скачков // Вісник МДСУ. - 2018. - Т. 13, № 11 (122). - С. 1349-1356. - DOI 10.22227/1997-0935.2018.11.1349-1356. - EDN YQNVON.

43. Ємельянова, Т. А. Оцінка температурно-вологісного режиму нової конструкції багат шарової стіни малоповерхових будівель / Т. А. Ємельянова // Ресурсо-енергоєфективні технології у будівельному комплексі регіону. - 2013. - № 3. - С. 127-131. - EDN RKJKTY.

44. Корнієнко, С. В. Експрес-аналіз вологонакопичення у зовнішніх стінах / С. В. Корнієнко // Житлове господарство та комунальна інфраструктура. - 2020. - № 1 (12). - С. 16-23. - EDN DMNKLU.

45. Корнієнко, С. В. Інженерна оцінка вологості зовнішніх стін / С. В. Корнієнко // Інтернет-вісник ВолгДАСУ. - 2015. - № 1 (37). - С. 19. - EDN TIXBVH.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		108

46. Застосування теорії потенціалу вологості для оцінки вологозахисних властивостей конструкцій, що захищають / Т. А. Рафальська, Р. Ш. Мансуров, А. С. Мітапов, Є. А. Ракова // Актуальні питання архітектури та будівництва: Матеріали X Всеросійської науково-технічної конференції, Новосибірськ, 11-13 квітня 2017 року. - Новосибірськ: Новосибірський державний архітектурно-будівельний університет (Сібстрін), 2017. - С. 224-232. - EDN ZVXSFN.

47. Корнієнко, С. В. Оцінка вологонакопичення в огорожувальних конструкціях будівель у річному циклі / С. В. Корнієнко // Енергобезпека та енергозбереження. - 2015. - № 4. - С. 12-17. - EDN UCTECR.

48. Витчиков, Ю. З. Дослідження тепловологісного режиму двошарових стінових панелей / Ю. З. Витчиков, І. Р. Беляков, М. Є. Сапарев // Традиції та інновації у будівництві та архітектурі. Природні науки та техносферна безпека: Збірник статей / За редакцією М.В. Шувалова. - Самара: Самарський державний технічний університет, 2018. - С. 152-156. - EDN YMTOHB.

49. Фролов, М. В. Дослідження вологості в стінах будівель з газобетону для умов Північно-Східної Азії / М. В. Фролов, В. І. Логаніна // Регіональна архітектура та будівництво. - 2023. - № 1 (54). - С. 37-45. - DOI 10.54734/20722958_2023_1_37. - EDN SCICVT.

50. Васильєва, Т. А. Прогноз вологостно-теплого режиму огорожувальних конструкцій з урахуванням впливу вітру / Т. А. Васильєва, І. А. Суслов // Тенденції розвитку сучасної науки: Збірник тез доповідей наукової конференції студентів та аспірантів Липецького державного технічного університету: 2-х частинах, Липецьк, 24–26 квітня 2017 року. Частина 2. – Липецьк: Липецький державний технічний університет, 2017. – С. 447-449. - EDN ZDANYZ.

51. Експлуатаційна вологість автоклавного газобетону в стінових конструкціях / С. В. Корнієнко, Н. І. Ватін, А. С. Горшков [та ін.] // Будівництво унікальних будівель та споруд. - 2018. - № 8 (71). - С. 22-40. - DOI 10.18720/CUBS.71.3. - EDN IQVAJJ.

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		109

52. Купріянов, В. Н. Вологісний стан огорожувальних конструкцій з урахуванням змінного значення паропроникності матеріалів / В. Н. Купріянов, А. С. Петров // Будівельні матеріали. - 2016. - № 6. - С. 40-43. - EDN WFGMER.

53. Молостова, І. Є. Температурно-вологісний режим будівлі архівосховища при змінних теплових впливах / І. Є. Молостова, В. В. Ільїн, А. В. Ємельянов // Науковий огляд. - 2017. - № 8. - С. 25-33. - EDN ZQVTBR.

54. 1. Гагарін В. Г. Теплофізичні проблеми сучасних стінових конструкцій, що захищають багатопверхових будівель // Academia. Архітектура та будівництво. 2009. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teplofizicheskie-problemy-sovremennyh-stenovykh-ograzhdayuschih-konstruktsiy-mnogoetazhnyh-zdaniy> (дата звернення: 14.09.2023).

55. Добросмислов Сергій Сергійович, Пилаєва Марина Махмудівна, Огорельцева Ніна Валеріївна, Перькова Марина Олександрівна Зміна теплофізичних характеристик зовнішніх конструкцій, що захищають в умовах реального температурно-вологісного режиму // Вісник КазГАСУ. 2018. №3 (45). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmeneniye-teplofizicheskikh-harakteristik-naruzhnyh-ograzhdayuschih-konstruktsiy-v-usloviyah-realno-temperaturno-vlazhnostnogo> (дата звернення: 14.09.2023).

56. Протасевич А.М., Сомова С.В., Лешкевич В.В., Крутілін А.Б. Особливості тепловологісного режиму огорожувальних конструкцій промислового холодильника // Вісник МДСУ. 2011. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-teplovlazhnostnogo-rezhima-ograzhdayuschih-konstruktsiy-promyshlennoho-holodilnika-1> (дата звернення: 14.09.2023).

57. Левін Євген Володимирович, Окунєв Олександр Юрійович Нестационарний вологий режим житлових приміщень та вплив на нього сорбції парів води // Academia. Архітектура та будівництво. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nestatsionarnyy-vlazhnostnyy-rezhim-zhilyh-pomescheniy-i-vliyanie-na-nego-sorbtsii-parov-vody> (дата звернення: 14.09.2023).

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		110

58. Грінфельд Гліб Йосипович, Куптараєва П. Д. Кладка з автоклавного газобетону із зовнішнім утепленням. Особливості вологості в початковий період експлуатації // Magazine of Civil Engineering. 2011. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kladka-iz-avtoklavno-gazobetona-s-naruzhnym-utepleniem-osobennosti-vlazhnostnogo-rezhima-v-nachalnyy-period-ekspluatatsii> (дата звернення: 14.09.2023).

59. Пастушков П.П., Лушин К.І., Павленко Н.В. Відсутність проблеми випадання конденсату на внутрішній поверхні стін із скріпленою теплоізоляцією // Житлове будівництво. 2014. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsutstvie-problemy-vypadeniya-kondensata-na-vnutrenney-poverhnosti-sten-so-skreplennoy-teploizolyatsiey> (дата звернення: 14.09.2023).

60. Кузьменко Юлія Євгенівна РОЗВИТОК МОДЕЛІ І МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ ВОЛОГІВНОГО РЕЖИМУ В КОНСТРУКЦІЯХ, ЩО ОГОРОДЖУЮТЬ, // Архітектура і дизайн. 2022. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-modeli-i-metodov-rascheta-vlazhnostnogo-rezhima-v-ograzhdayuschih-konstruktsiyah> (дата звернення: 14.09.2023).

61. Добросмислов Сергій Сергійович, Рожкова Наталія Миколаївна, Рожков Олександр Федорович, Перькова Марина Олександрівна, Алієв Семур Асиф Огли // Вісник ДДТУ. Технічні науки. 2021. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vozdushnoy-prosloyki-na-temperaturno-vlazhnostnye-harakteristiki-naruzhnoy-ograzhdayuschey-konstruktsii-pri-vnutrennem> (дата звернення: 14.09.202)

62. Лаповська С.Д., Сиротін О.В., Грінфельд Г.І. Експериментальне визначення швидкості виходу початкової вологи з кладки автоклавного газобетону в кліматичних умовах м. Києва // Construction materials. 2015. №8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnoe-opredelenie-skorosti-vyhoda-nachalnoy-vlagi-iz-kladki-iz-avtoklavnoho-gazobetona-v-klimaticheskikh-usloviyah-g-kieva> (дата звернення: 14.09.2023).

63. Купріянов В.М., Петров А.С. Вологий стан огорожувальних конструкцій з урахуванням змінного значення паропроникності матеріалів // Construction materials. 2016. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vlazhnostnoe-sostoyanie>

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		111

[ograzhdayuschih-konstruktsiy-s-uchetom-peremennno-znacheniya-paropronitsaemosti-materialov](#) (дата звернення: 14.09.2023).

64. Крайнов Д.В., Садиков Р.А. Вплив вмісту вологи на теплозахисні властивості огорожувальної конструкції з пористого бетону // Вісник МДСУ. 2011. №3-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vlagosoderzhaniya-na-templozaschitnye-svoystva-ograzhdayuschey-konstruktsii-iz-yacheistogo-betona-1> (дата звернення: 14.09.2023).

65. Перехоженців А.Г., Груздо І.Ю. Вплив кліматичних впливів на температурно-вологісний стан поверхневих шарів багат шарових зовнішніх конструкцій, що захищають будівель // МНИЖ. 2016. №4-2 (46). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-klimaticheskikh-vozdeystviy-na-temperaturno-vlazhnostnoe-sostoyanie-poverhnostnyh-slovov-mnogosloynnyh-naruzhnyh> (дата звернення: 14.09.2023).

66. Гагарін Володимир Геннадійович, Зубарев Кирило Павлович Математичне моделювання нестационарного вологого режиму огорож із застосуванням дискретно-континуального підходу // Вісник МДСУ. 2020. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematicheskoe-modelirovanie-nestatsionarno-vlazhnostnogo-rezhima-ograzhdeniy-s-primeneniem-diskretno-kontinualnoho-podhoda> (дата звернення: 14.09.2023).

67. Єльчищева Т.Ф. Визначення вологого режиму приміщень будівель за наявності у стіновому матеріалі гігроскопічних солей // Construction materials. 2017. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-vlazhnostnogo-rezhima-pomescheniy-zdaniy-pri-nalichii-v-stenovom-materiale-gigroskopicheskikh-soley> (дата звернення: 14.09.2023).

68. Паршина К. С., Гусев Н. І., Кочеткова М. В. РОЛЬ ПАРОІЗОЛЯЦІЇ В КОНСТРУКЦІЯХ БУДИН, що огорожують // Вісник магістратури. 2014. №3-1 (30). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-paroizolyatsii-v-ograzhdayuschih-konstruktsiyah-zdaniy> (дата звернення: 14.09.2023).

69. Жуков А.В., Цветков Н.А., Хутірний А.М., Толстих А.В. Вплив температурної залежності ізотерми сорбції та коефіцієнта вологопровідності на

					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		112

вологоперенесення у стіні з газобетону // Вісник МДСУ. 2018. №6 (117). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-temperaturnoy-zavisimosti-izotermiy-sorbtsii-i-koeffitsienta-vlagoprovodnosti-na-vlagopereenos-v-stene-iz-gazobetona> (дата звернення: 14.09.2023).

70. Шакірова Вероніка Олександрівна ВОЛОГОНАКОПЛЕННЯ СТИНОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ З ЯЧИСТОГО БЕТОНУ В РІЧНОМУ ЦИКЛІ // Урбаністика. 2021. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vlagonakoplenie-stenovy-konstruktsii-iz-yacheistogo-betona-v-godovom-tsikle> (дата звернення: 14.09.2023).

71. Зубарєв К.П. Розрахунок обмеження вологи в огорожувальній конструкції з підвищеним рівнем енергозбереження з утеплювачем з мінеральної вати та основою з цегляної кладки за період із негативними середніми місячними температурами зовнішнього повітря // Інноваційна наука. 2016. №3-3 (15). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-ogranicheniya-vlagi-v-ograzhdayuschey-konstruktsii-s-povyshennym-urovнем-energoberezheniya-s-uteplitelem-iz-mineralnoy-vaty-i> (дата звернення: 14.09.2023).

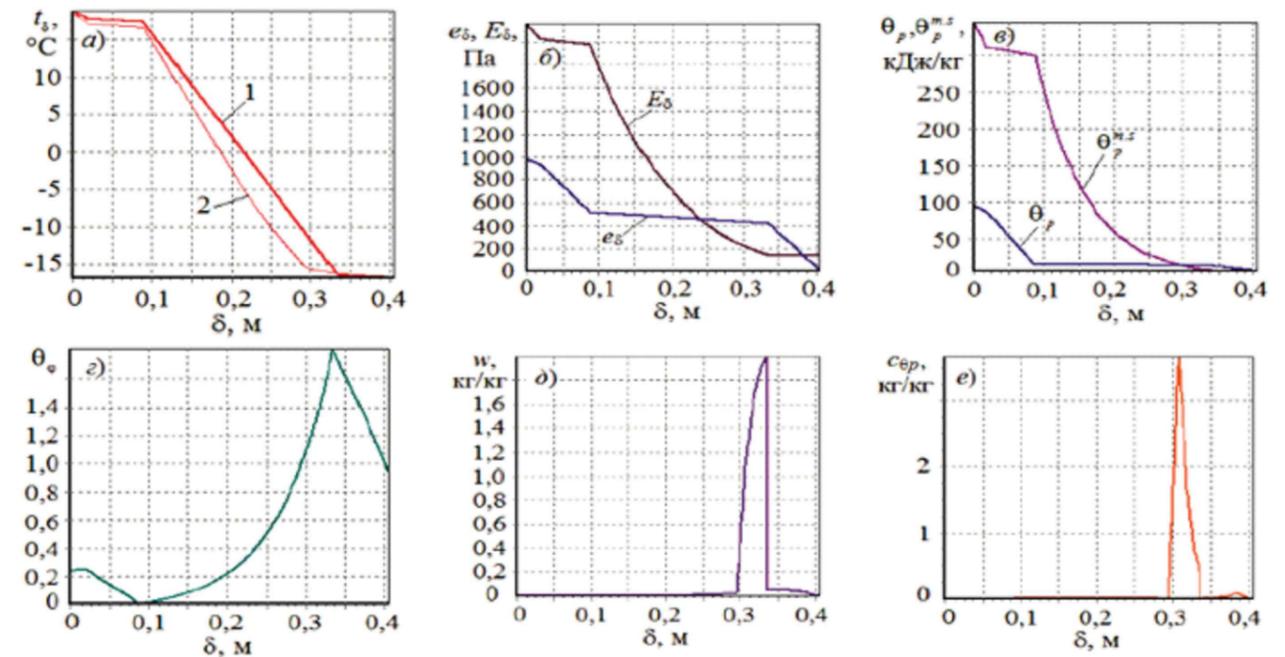
					2мБП. 10589134.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		113

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ЗОВНІШНІХ СТІН КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ

Мета роботи.

Рафальська Т.А.

1. аналіз існуючих досліджень вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки
2. дослідження факторів, що впливають на вологісний стан огородження.
3. дослідження вологісного стану огородження з колодязною кладкою
4. рекомендації по приведенню огородження до норм з вологісного їх стану



В роботі показала, що початковий період експлуатації житлових будівель зі стінами з цегли може характеризуватись рядом відмов за нормативними параметрами, у тому числі і по мікроклімату приміщень. Розробила заходи, при яких нормативні параметри температури відносної вологості та швидкості руху повітря в приміщеннях можуть бути досягнуті

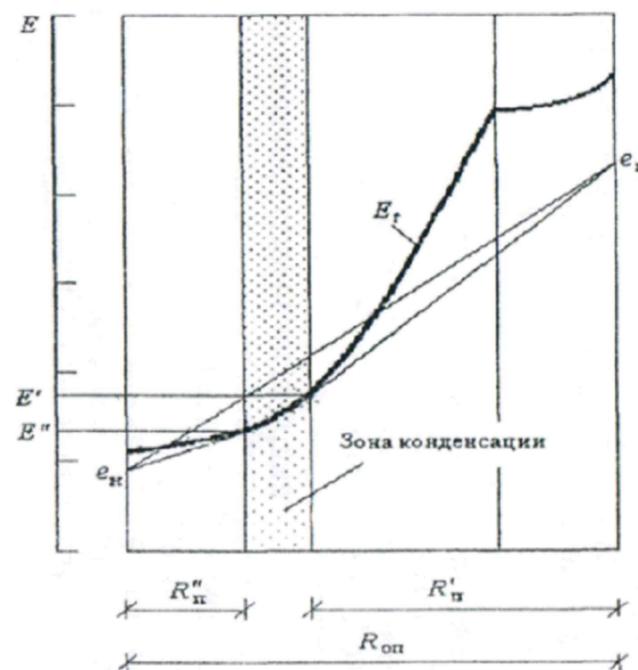
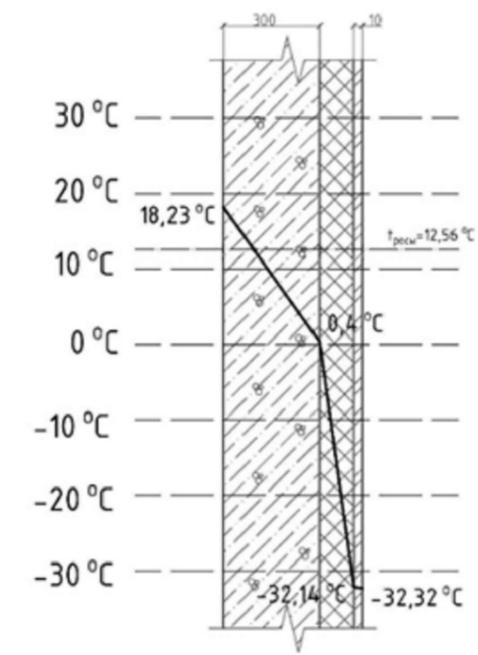
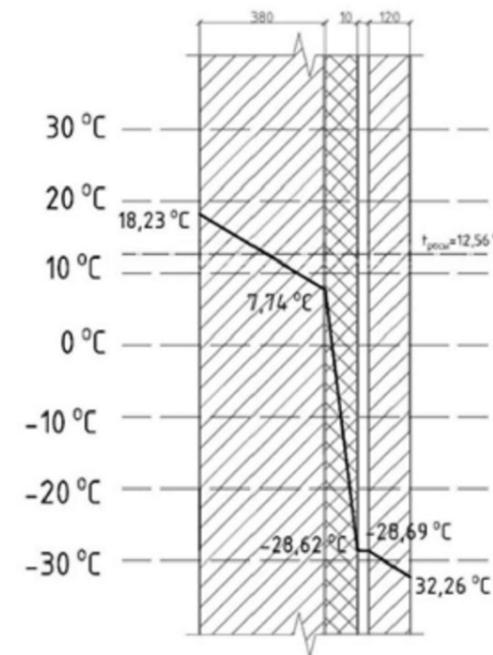
						2МБП.10589134.МР					
						Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки					
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Розробник	Гуранда Т.Г.	Стадія	Аркуш	Аркушів	
						Керівник	Юрчи О.І.	РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ЗОВНІШНІХ СТІН КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ	МР	1	14
						Консультант	Юрчи О.І.				
						Н. контроль	Юрчи О.І.	Мета роботи. Аналіз досліджень Рафальська Т.А.			
						Зав. кафедрою	Семко О.В.				НУПІП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ЗОВНІШНІХ СТІН КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ

К. Ф. Фазліяхметов

У роботі представлені результати дослідження температурно-вологості режиму збірної залізобетонної димової труби котельні. Досліджено вплив температури, швидкості продуктів згоряння та виду палива на локалізацію можливих зон конденсатоутворення в стінці збірної залізобетонної димової труби та інтенсивність масообміну вологи

Ільющенкова, М. К.



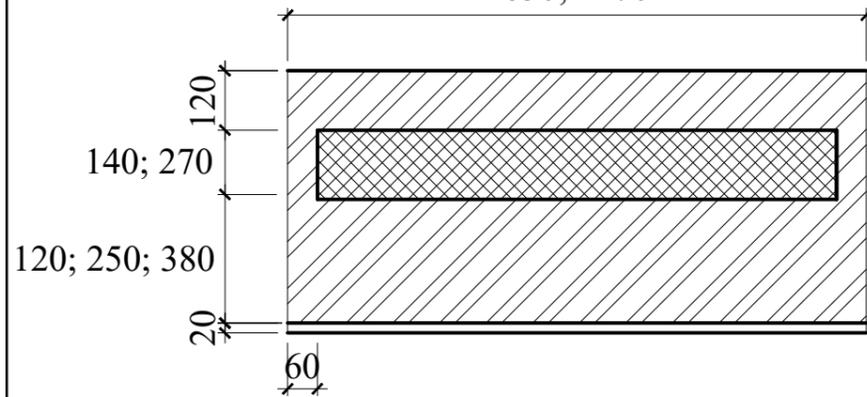
У статті розглянуто питання тепловологісного режиму зовнішніх огорожувальних конструкцій, виконано порівняння експлуатаційних якостей та економічної ефективності застосування різних варіантів конструкцій стін з урахуванням зміни вологості матеріалів. Виявлено проблеми, пов'язані з визначенням товщини утеплювача з мінімального термічного опору, запропоновано рішення та надано рекомендації щодо влаштування стін у різних кліматичних зонах

						2МБП.10589134.МР		
						Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Розділ 1. Аналіз існуючих досліджень вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки		
Розробив	Гуранда Т.Г.					Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Юрчи О.І.					МР	2	14
Консультант	Юрчи О.І.					НУПІП ім. Юрія Кондратюка		
Н. контроль	Юрчи О.І.					Кафедра БтаЦ		
Зав. кафедрою	Семко О.В.							

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ

Характерні розміри колодязної кладки

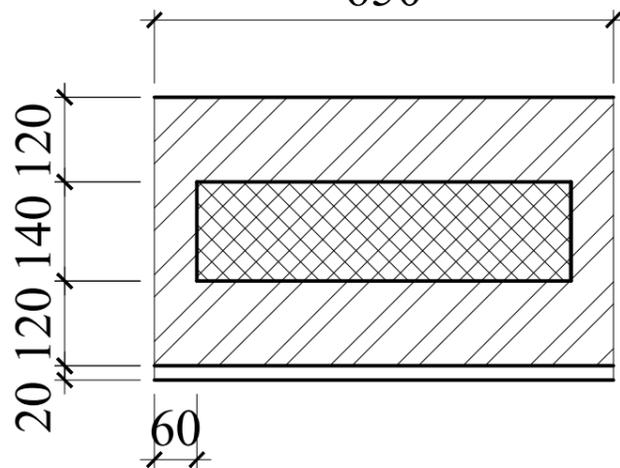
650; 1170



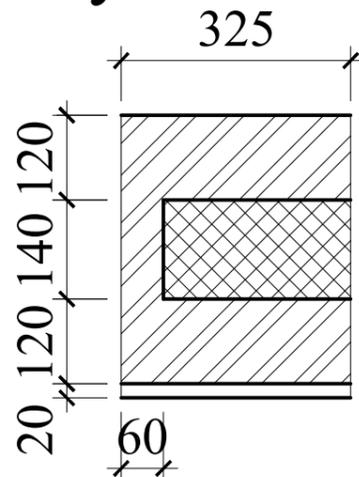
Варіант 1

колодязної кладки

650



Розрахункова схема

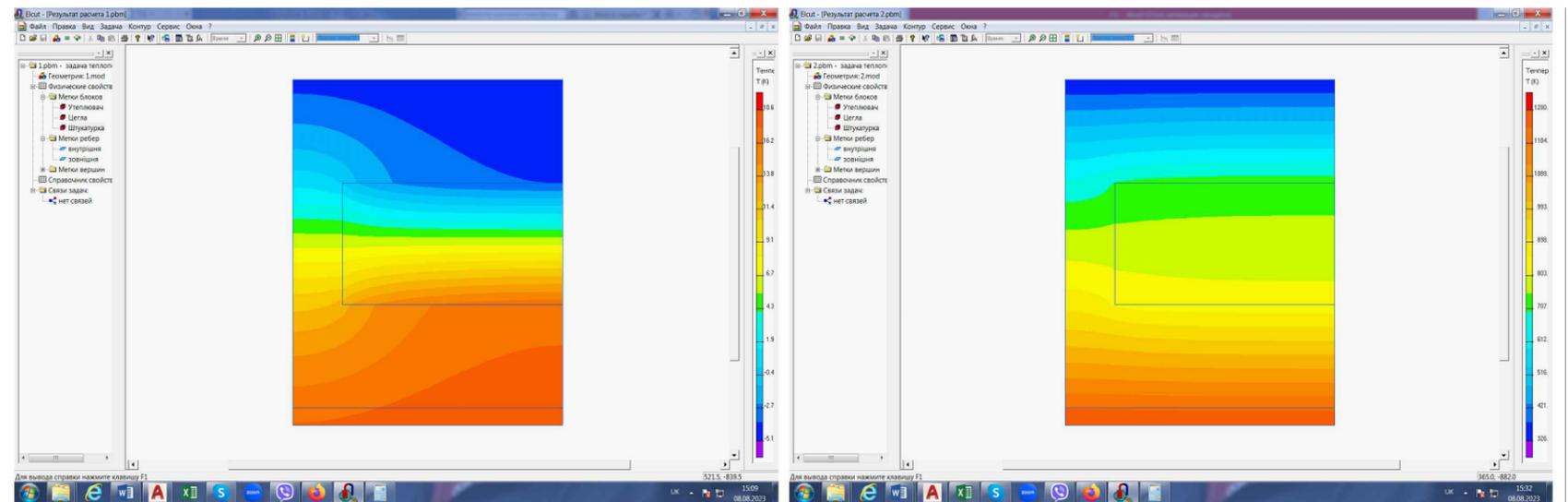


2.1 Вплив товщини внутрішнього цегляного шару на вологісний стан огородження

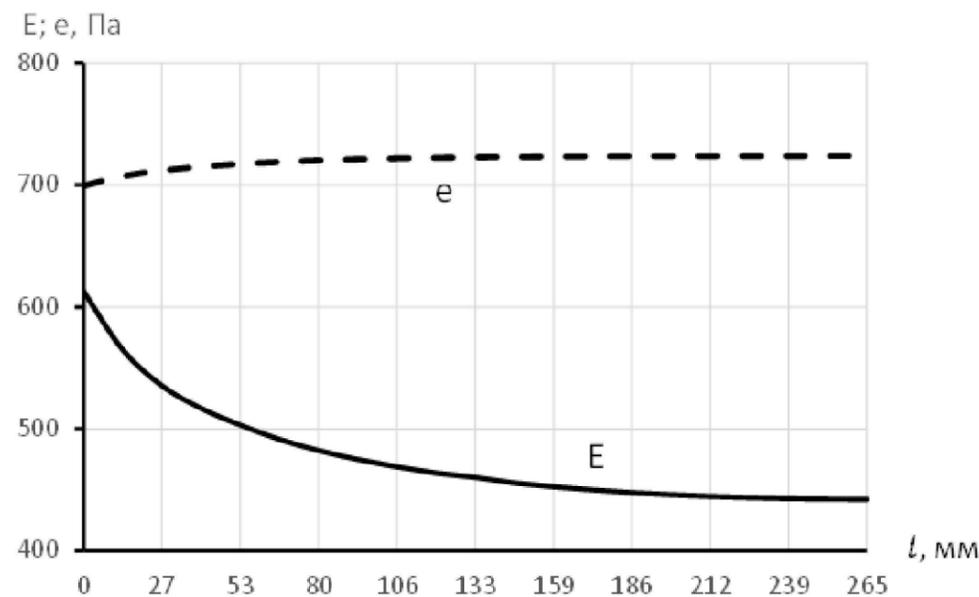
2.1.1 Товщина внутрішнього цегляного шару 0,12 м

Температурне поле

Вологісне поле



Графіки зміни e та E



$$W_{зп1} = 0,294 \text{ кг/м}^2$$

$$\Delta w = 4,2 \%$$

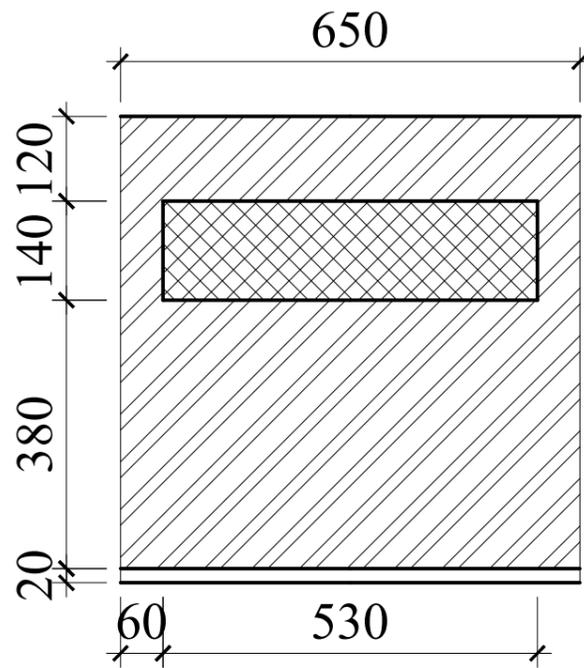
					2МБП.10589134.МР				
					Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів	
Розробив		Гуранда Т.Г.				РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ	МР	3	14
Керівник		Юрив О.І.							
Консультант		Юрив О.І.							
Н. контроль		Юрив О.І.				Вплив товщини внутрішнього цегляного шару на вологісний стан огородження			
Зав. кафедр		Семко О.В.							Кафедра БтаЦ

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ

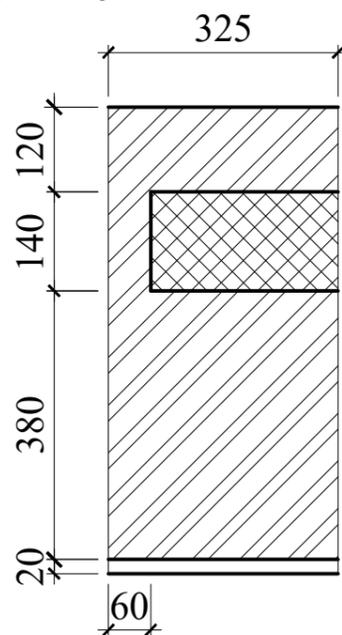
2.1 Вплив товщини внутрішнього цегляного шару на вологісний стан огородження

2.1.2 Товщина внутрішнього цегляного шару 0,38 м

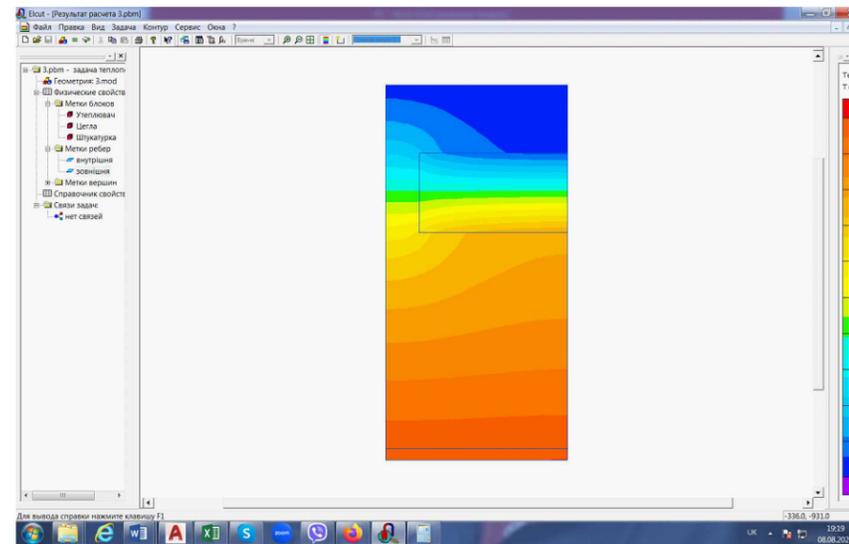
Варіант 2
колодязної кладки



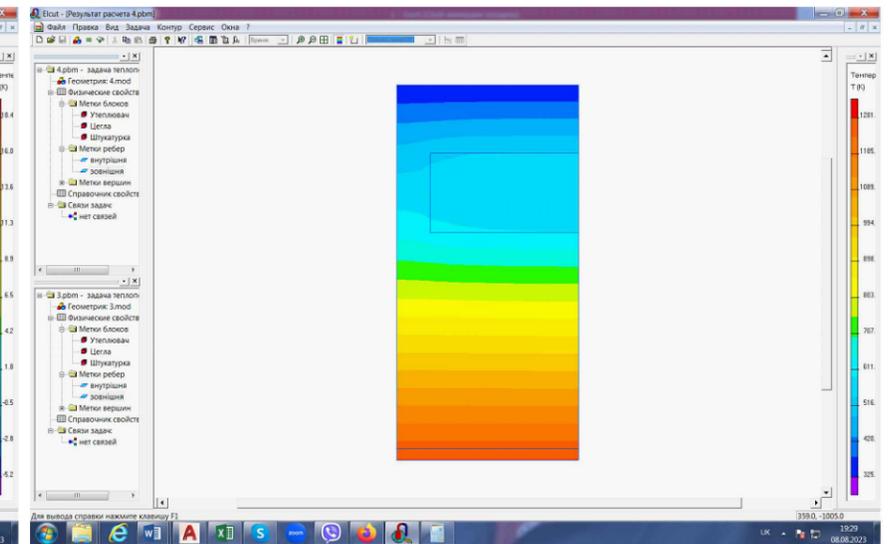
Розрахункова схема



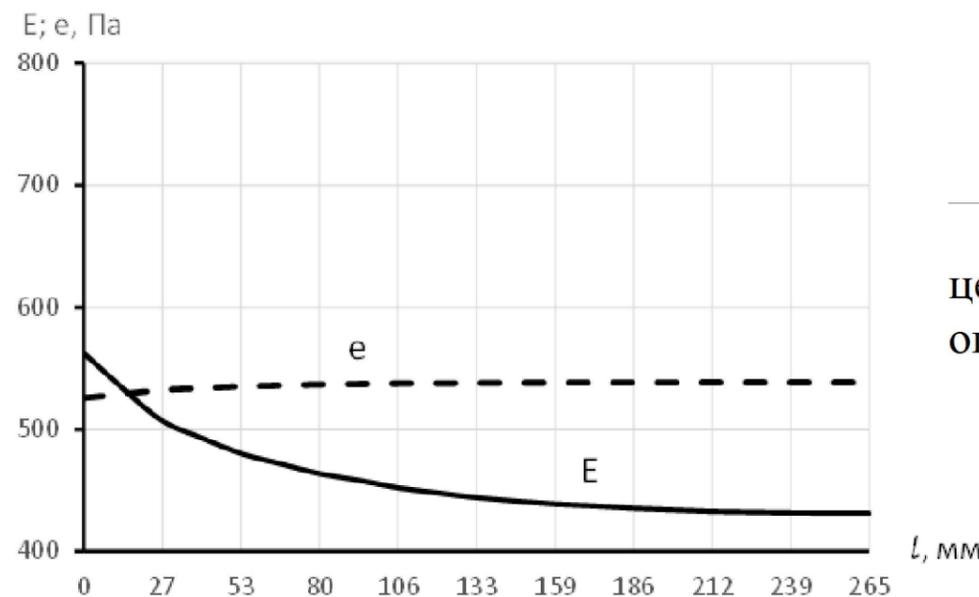
Температурне поле



Вологісне поле



Графіки зміни e та E



$$W_{зп1} = 0,07 \text{ кг/м}^2$$

$$\Delta w = 1 \%$$

Зі збільшенням товщини внутрішнього цегляного шару вологісний стан огородження покращується

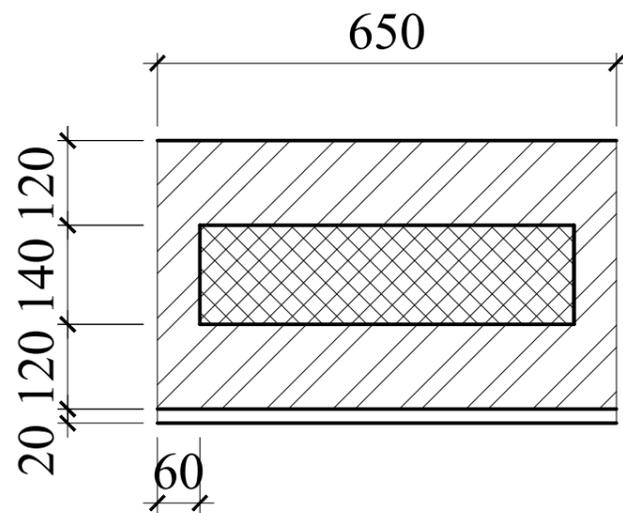
					2МБП.10589134.МР				
					Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Станд.	Аркуш	Аркушів	
Розробник		Гуранда Т.Г.				РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ	МР	4	14
Керівник		Юрчи О.І.							
Консультант		Юрчи О.І.							
Н. контроль		Юрчи О.І.				Вплив товщини внутрішнього цегляного шару на вологісний стан огородження			
Зав. кафедри		Семко О.В.						НУПІ ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦ	

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ

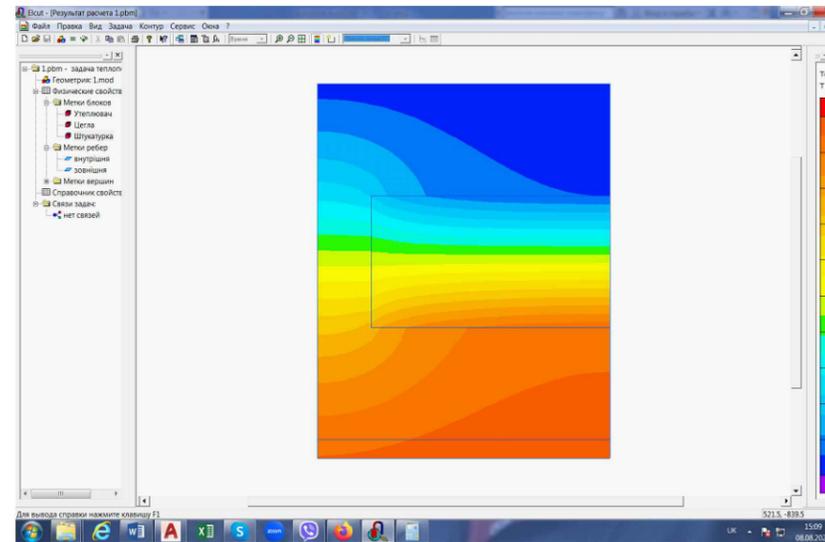
2.2 Вплив довжини порожнини колодязної кладки на вологісний стан огородження

2.2.1. Довжина порожнини колодязної кладки 0,53 м

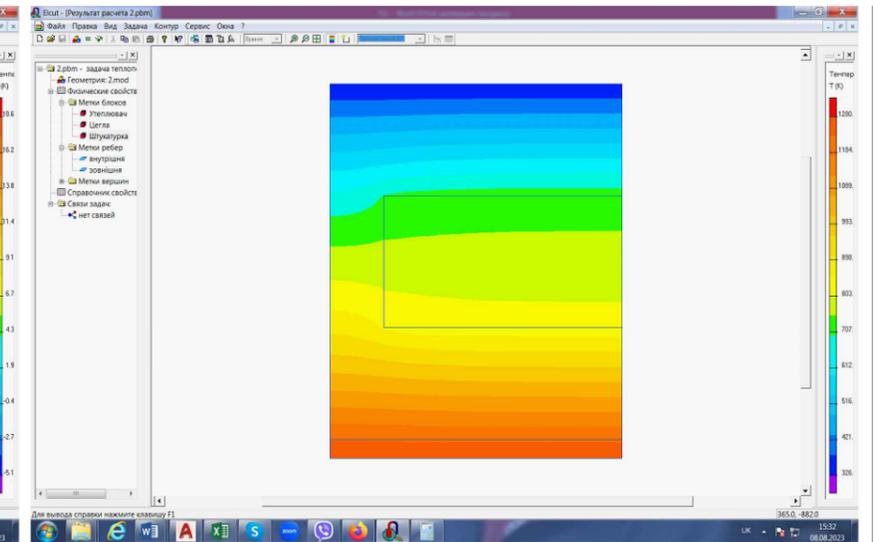
Варіант 1
колодязної кладки



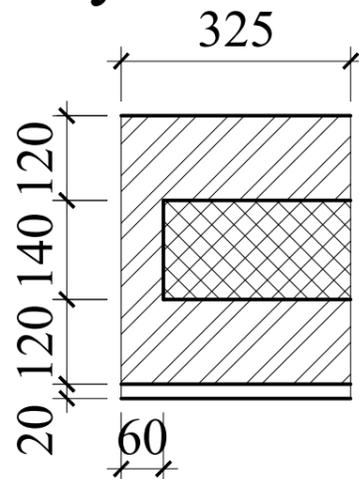
Температурне поле



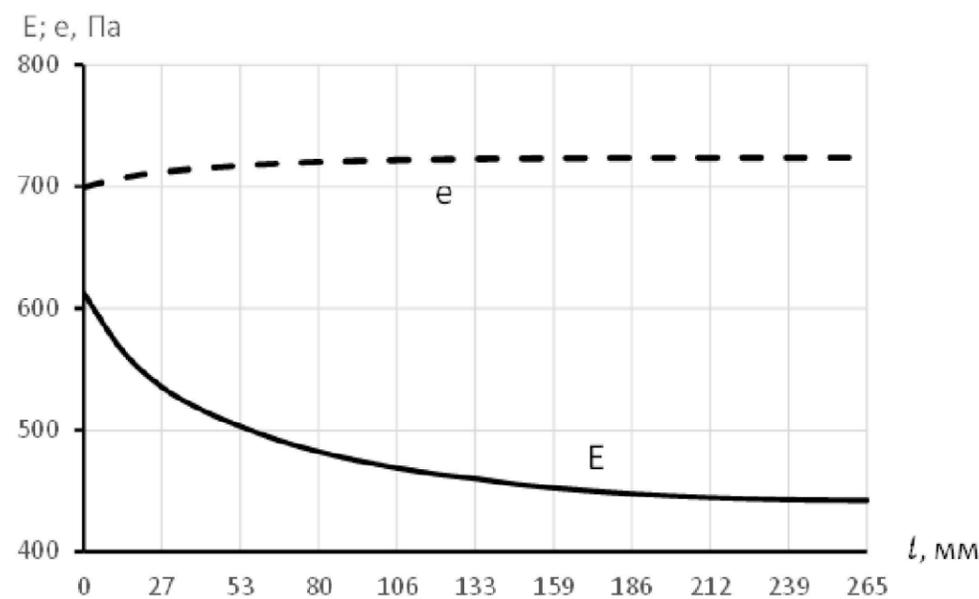
Вологісне поле



Розрахункова схема



Графіки зміни e та E



$$W_{зп1} = 0,294 \text{ кг/м}^2$$

$$\Delta w = 4,2 \%$$

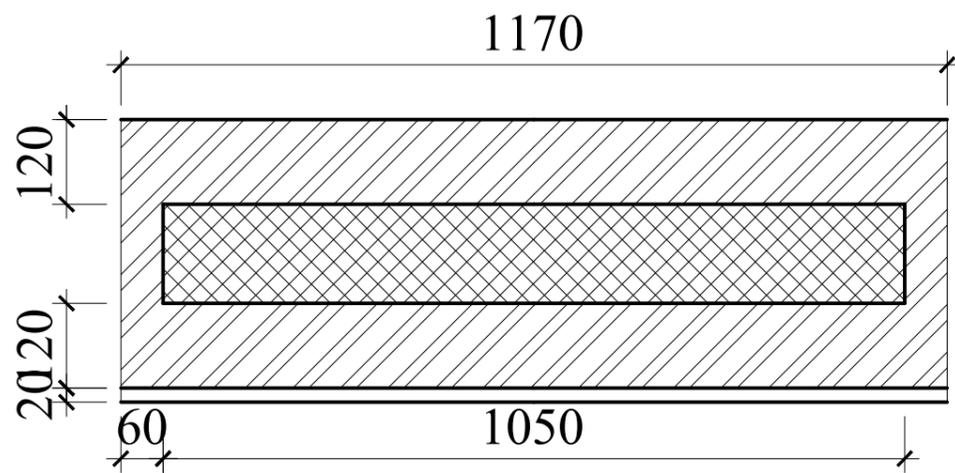
					2МБП.10589134.МР				
					Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів	
Розробив		Гуранда Т.Г.				РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ	МР	5	14
Керівник		Юрчи О.І.							
Консультант		Юрчи О.І.							
Н. контроль		Юрчи О.І.				Вплив довжини порожнини колодязної кладки на вологісний стан огородження			
Зав. кафедри		Семко О.В.							НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦ

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ

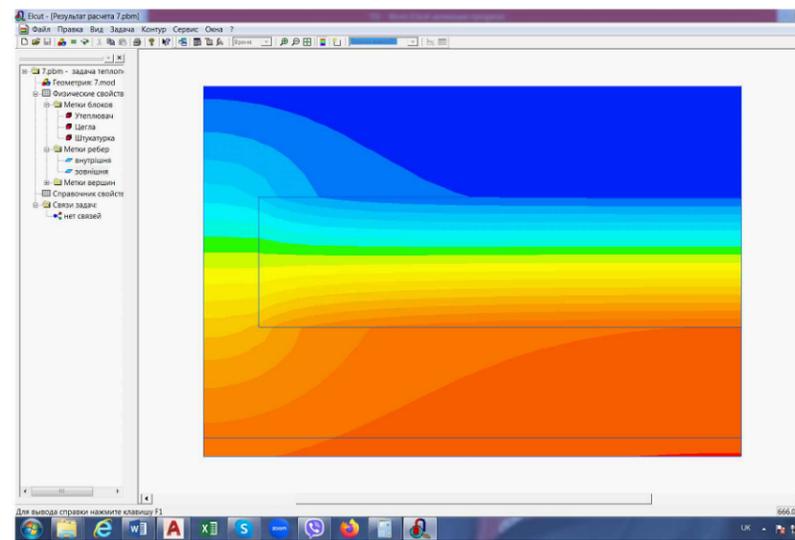
2.2 Вплив довжини порожнини колодязної кладки на вологісний стан огородження

2.2.2. Довжина порожнини колодязної кладки 1,05 м

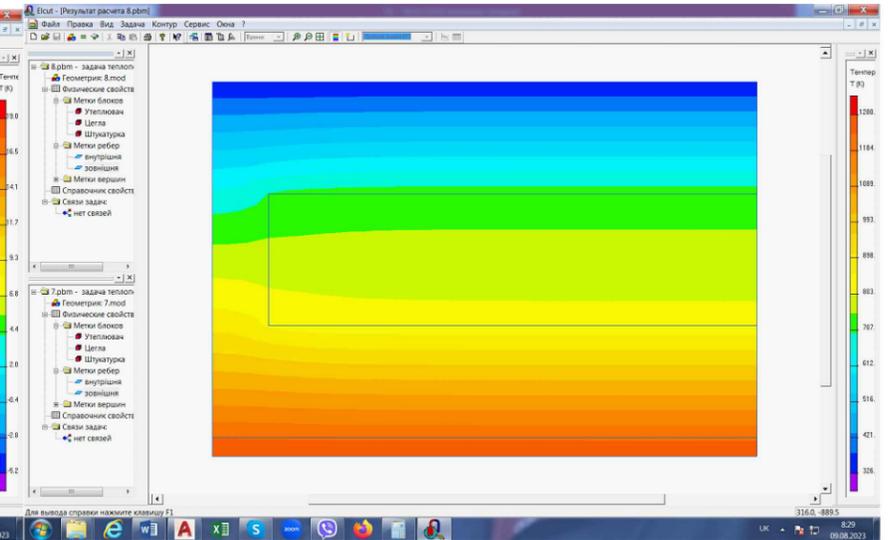
Варіант 2
колодязної кладки



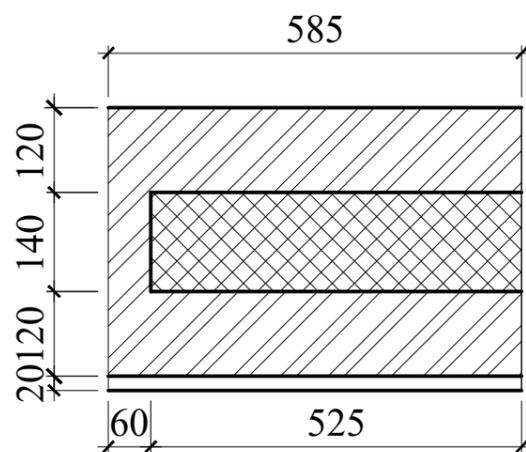
Температурне поле



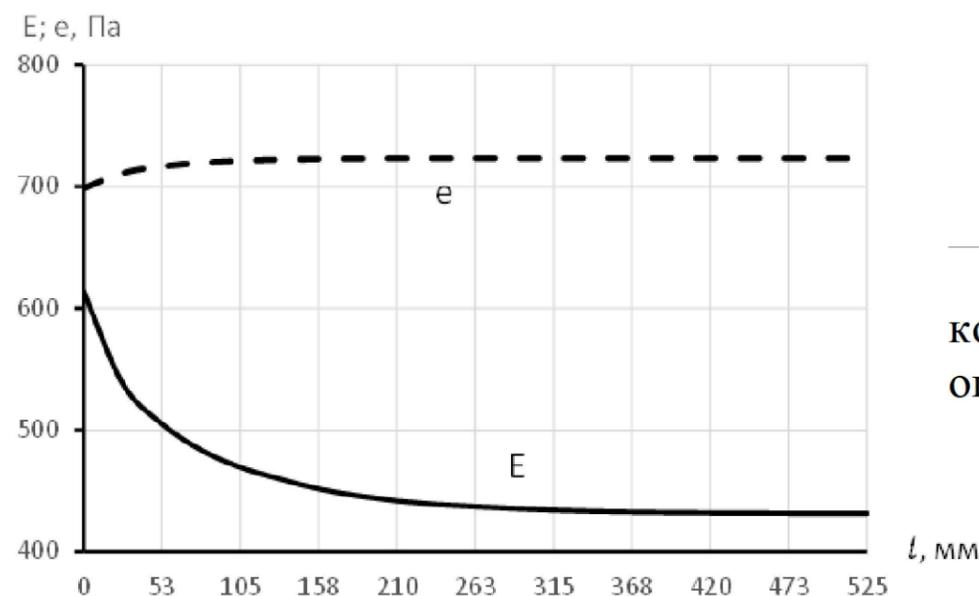
Вологісне поле



Розрахункова схема



Графіки зміни e та E



$$W_{зп1} = 0,32 \text{ кг/м}^2$$

$$\Delta w = 4,6 \%$$

Зі збільшенням довжини порожнини колодязної кладки вологісний стан огородження погіршується

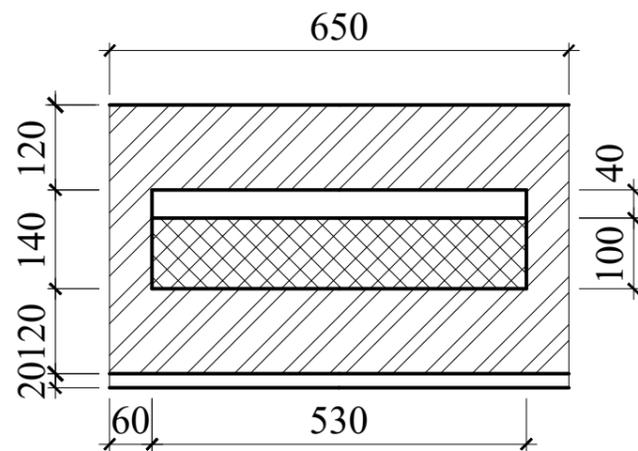
					2МБП.10589134.MP				
					Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Станд.	Аркуш	Аркушів	
Розробив		Юрчи О.І.				РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ	MP	6	14
Керівник		Юрчи О.І.							
Консультант		Юрчи О.І.							
Н. контроль		Юрчи О.І.				Вплив довжини порожнини колодязної кладки на вологісний стан огородження			
Зав. кафедри		Семко О.В.							НУПІ ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦ

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ

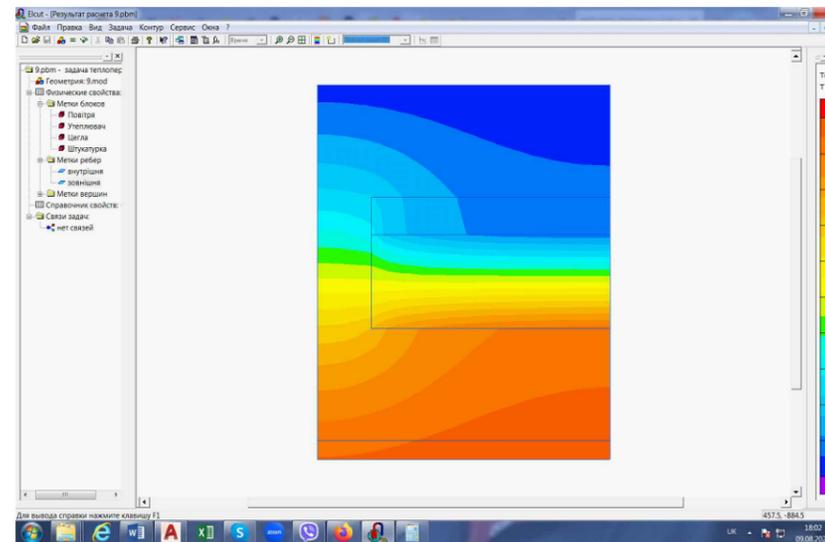
2.3 Вплив розташування утеплювача у порожнині колодязної кладки на вологісний стан огородження

2.3.1. Розташування утеплювача біля внутрішнього цегляного шару

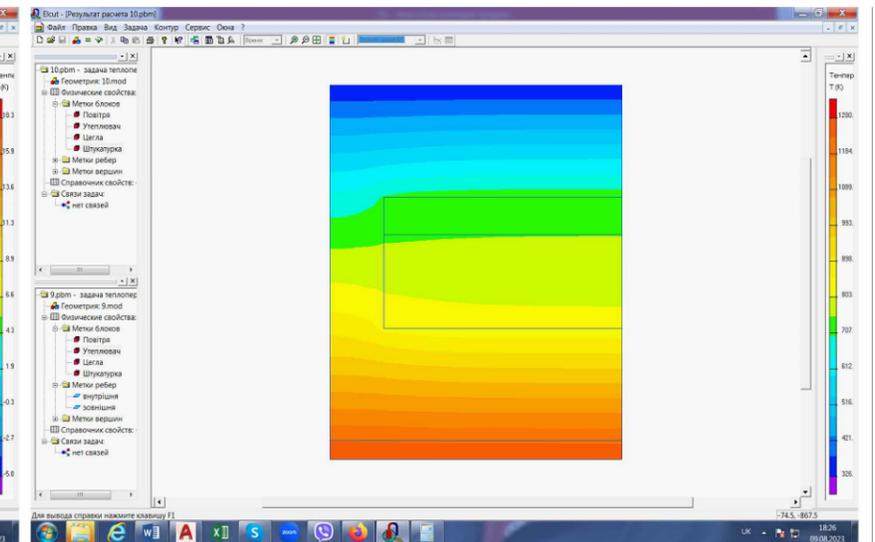
Варіант 1
колодязної кладки



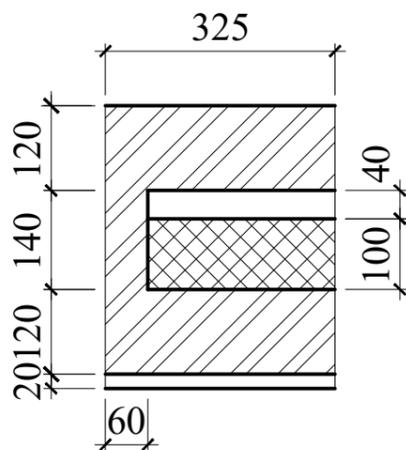
Температурне поле



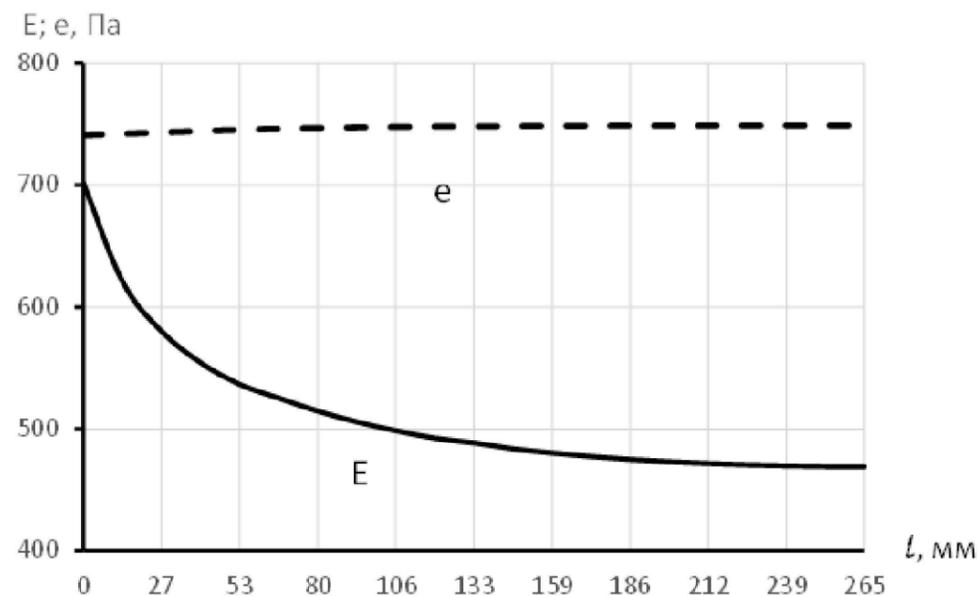
Вологісне поле



Розрахункова схема



Графіки зміни e та E



$$W_{зп1} = 0,285 \text{ кг/м}^2$$

$$\Delta w = 4,1 \%$$

					2МБП.10589134.МР			
					Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Станд.	Аркуш	Аркушів
Розробив		Юрчи О.І.				РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ	МР	7 14
Керівник		Юрчи О.І.						
Консультант		Юрчи О.І.						
Н. контроль		Юрчи О.І.				Вплив розташування утеплювача у порожнині колодязної кладки на вологісний стан огородження		
Зав. кафедри		Семко О.В.						НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦ

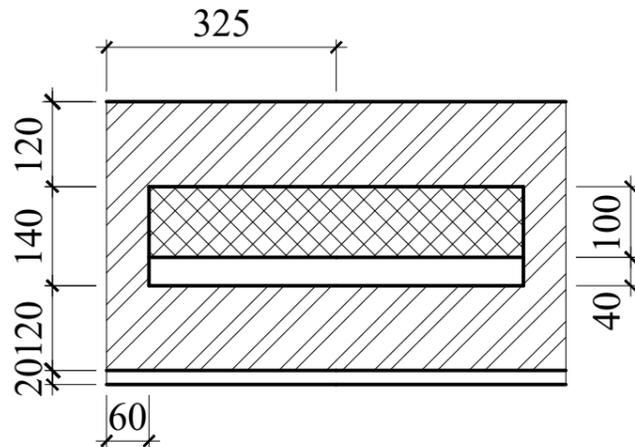
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ

2.3 Вплив розташування утеплювача у порожнині колодязної кладки на вологісний стан огородження

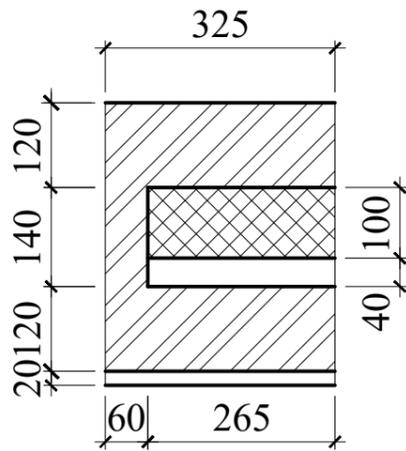
2.3.2. Розташування утеплювача біля зовнішнього цегляного шару

Варіант 2

колодязної кладки

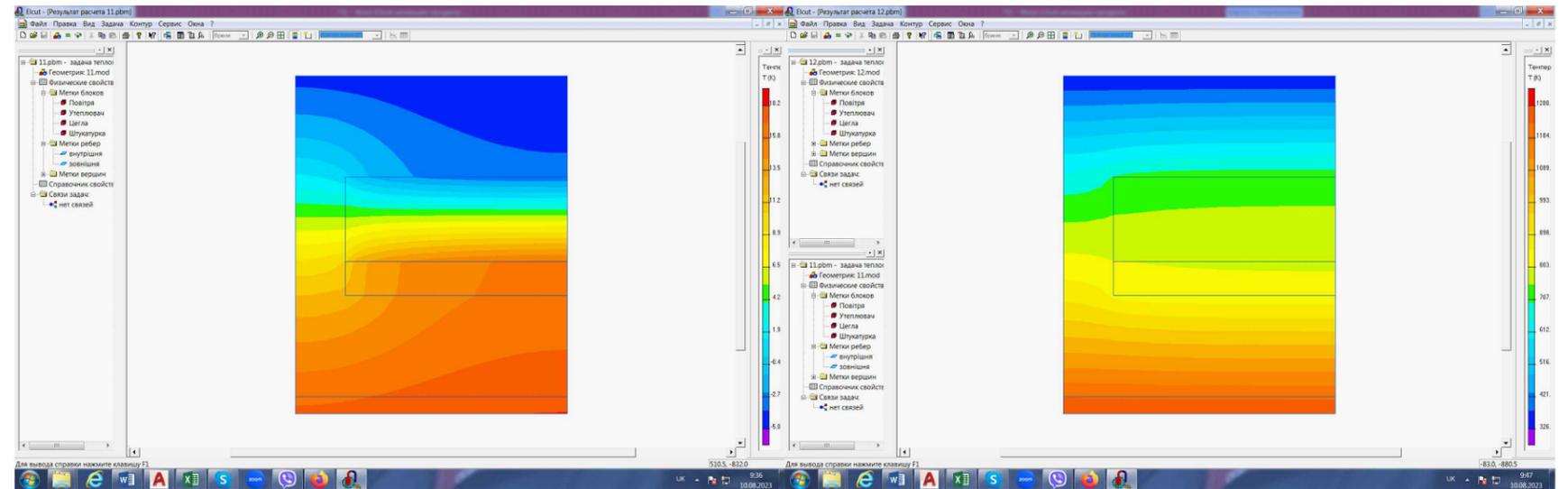


Розрахункова схема

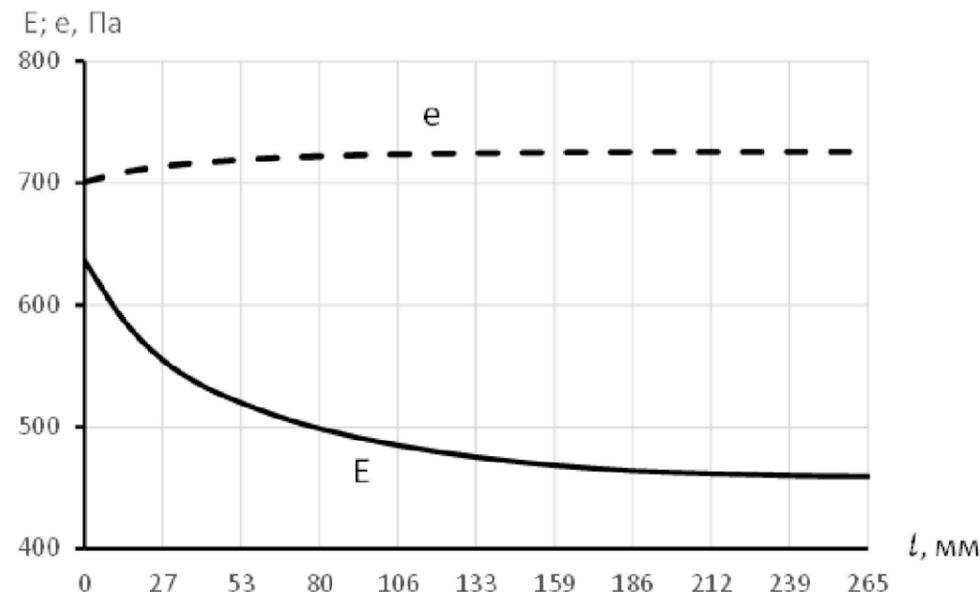


$$W_{зп1} = 0,277 \text{ кг/м}^2$$

$$\Delta w = 4 \%$$



Графіки зміни e та E



При розташуванні утеплювача біля зовнішнього цегляного шару вологісний стан огородження покращується

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 2.

1. Зі збільшенням товщини внутрішнього цегляного шару вологісний стан огородження покращується.

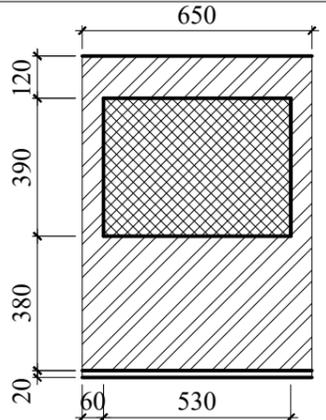
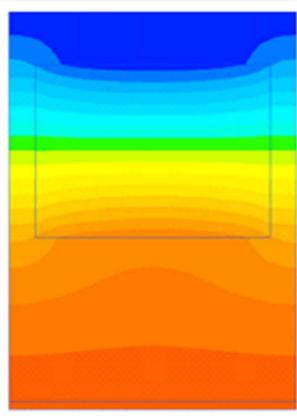
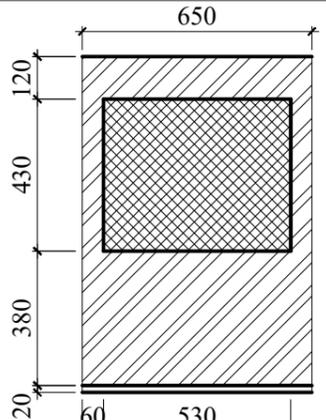
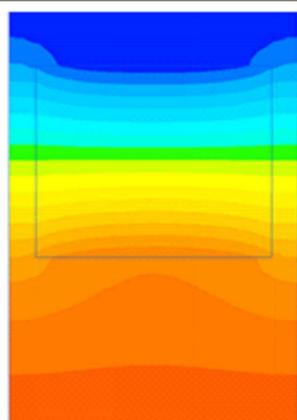
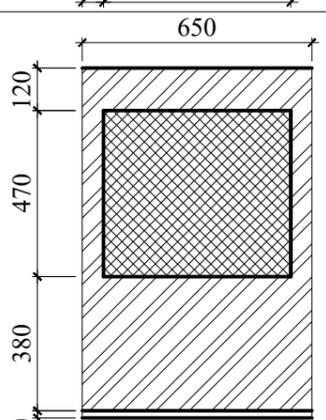
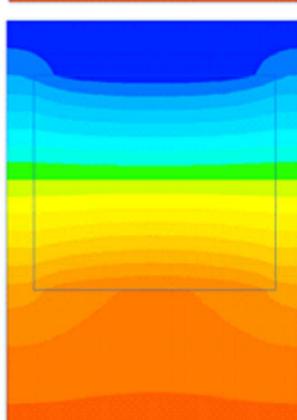
2. Зі збільшенням довжини порожнини колодязної кладки вологісний стан огородження погіршується.

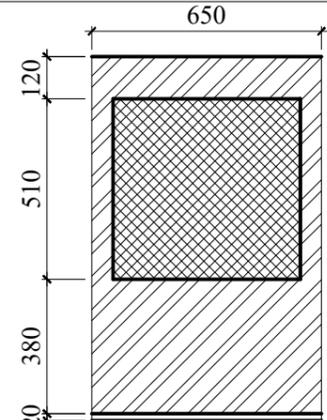
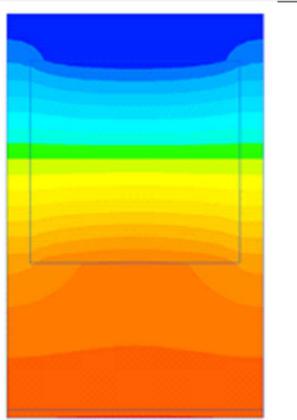
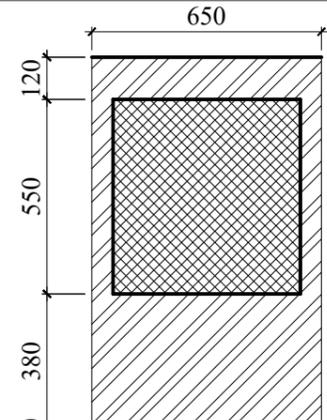
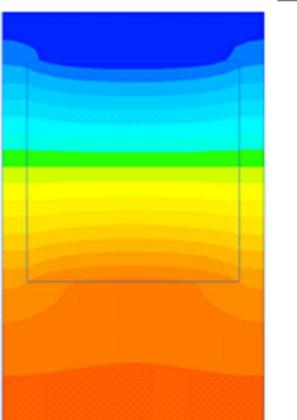
3. При розташуванні утеплювача біля зовнішнього цегляного шару вологісний стан огородження покращується.

					2МБП.10589134.МР				
					Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів	
Розробив		Гуранда Т.Г.				РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВОЛОГІСНИЙ СТАН ОГОРОДЖЕННЯ	МР	8	14
Керівник		Юрчи О.І.							
Консультант		Юрчи О.І.							
Н. контроль		Юрчи О.І.				Вплив розташування утеплювача у порожнині колодязної кладки на вологісний стан огородження	НУПП ім. Юрія Кондратюка		
Зав. кафедри		Семко О.В.					Кафедра БтаЦ		

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ОГОРОДЖЕННЯ КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ

3.2 Визначення товщини утеплювача стіни колодязної кладки за схемою 2

№	Схема	Температурне поле	$R_{\Sigma пр}$
1			3,15
2			3,363
3			3,575

№	Схема	Температурне поле	$R_{\Sigma пр}$
4			3,792
5			4,003

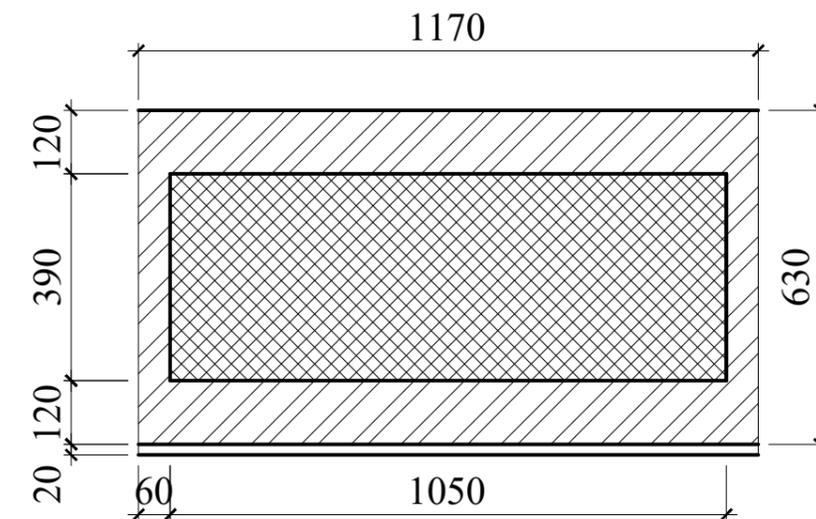
						2МБП.10589134.МР		
						Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ОГОРОДЖЕННЯ КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ		
Розробив		Гуранда Т.Г.				Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Юрчи О.І.				МР	10	14
Консультант		Юрчи О.І.				Визначення товщини утеплювача стіни колодязної кладки за схемою 2		
Н. контроль		Юрчи О.І.				НУПІП ім. Юрія Кондратюка		
Зав. кафедри		Семко О.В.				Кафедра БтаЦ		

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ОГОРОДЖЕННЯ КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ

3.3 Дослідження вологісного стану утеплювача стіни колодязної кладки за схемою 1 Вологонакопичення в утеплювачі протягом року

№	Місяць року	Кількість вологи, що накопичується, кг/м ² , W _{зп}	Кількість вологи, що випаровується, кг/м ² , W _{лп}
1	Січень	0,26	
2	Лютий	0,24	
3	Березень	0,12	
4	Квітень		0,25
5	Травень		0,66
6	Червень		0,86
7	Липень		0,96
8	Серпень		0,94
9	Вересень		0,5
10	Жовтень		0,11
11	Листопад	0,13	
12	Грудень	0,23	
		W _{зп} = 0,98 кг/м ²	W _{лп} = 4,28 кг/м ²

Схема огородження



$$\Delta w = 5,03 \% > \Delta w_d = 2,5 \%$$

1-ша вимога не виконується

$$W_{зп} = 0,98 \text{ кг/м}^2 \leq W_{лп} = 4,28 \text{ кг/м}^2$$

2-га вимога виконується

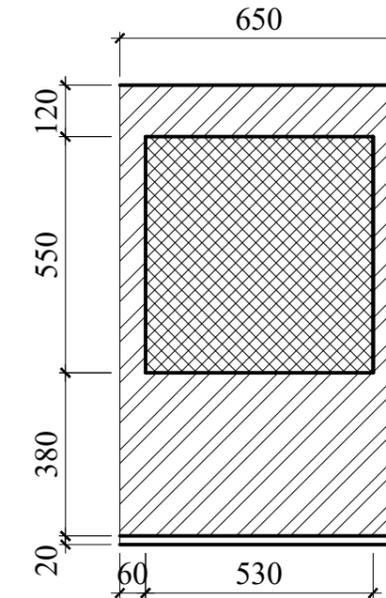
						2МБП.10589134.МР		
						Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ОГОРОДЖЕННЯ КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ		
Розробив	Гуранда Т.Г.					Стандія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Юрчи О.І.					МР	11	14
Консультант	Юрчи О.І.					Дослідження вологісного стану утеплювача стіни колодязної кладки за схемою 1		
Н. контроль	Юрчи О.І.					НУПП ім. Юрія Кондратюка		
Зав. кафедрою	Семко О.В.					Кафедра БтаЦ		

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ОГОРОДЖЕННЯ КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ

3.4 Дослідження вологісного стану утеплювача стіни колодязної кладки за схемою 2 Вологонакопичення в утеплювачі протягом року

Схема огородження

№	Місяць року	Кількість вологи, що накопичується, кг/м ² , W _{зп}	Кількість вологи, що випаровується, кг/м ² , W _{лп}
1	Січень	0,08	
2	Лютий	0,06	
3	Березень		0,02
4	Квітень		0,27
5	Травень		0,56
6	Червень		0,7
7	Липень		0,74
8	Серпень		0,73
9	Вересень		0,42
10	Жовтень		0,16
11	Листопад	0,01	
12	Грудень	0,06	
		W _{зп} = 0,21 кг/м ²	W _{лп} = 3,6 кг/м ²



$$\Delta w = 0,76 \% < \Delta w_d = 3,6 \%$$

1-ша вимога виконується

$$W_{зп} = 0,98 \text{ кг/м}^2 \leq W_{лп} = 4,28 \text{ кг/м}^2$$

2-га вимога виконується

ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 3.

1. Стіна колодязної кладки виконана за схемою 2 відповідає всім нормам вологісного стану.
2. Стіна колодязної кладки виконана за схемою не відповідає 1-й вимозі з вологісного стану. Вона потребує заходів з покращенню вологісного стану.

						2МБП.10589134.МР		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки		
Розробив	Гуранда Т.Г.					РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ОГОРОДЖЕННЯ КОЛОДЯЗНОЇ КЛАДКИ		
Керівник	Юрчи О.І.					Стадія	Аркуш	Аркушів
Консультант	Юрчи О.І.					МР	12	14
Н. контроль	Юрчи О.І.					Дослідження вологісного стану утеплювача стіни колодязної кладки за схемою 2		
Зав. кафедрою	Семко О.В.					НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦ		

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО ПРИВЕДЕННЮ ОГОРОДЖЕННЯ ДО НОРМ З ВОЛОГІСНОГО ЇХ СТАНУ

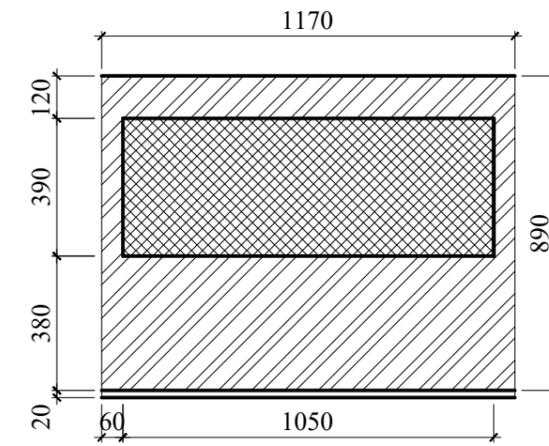
4.1 Збільшення товщини внутрішнього цегляного шару до 380 мм

Схема 1

Схема огородження

Вологонакопичення в утеплювачі протягом року

№	Місяць року	Кількість вологи, що накопичується, $\text{кг}/\text{м}^2$, $W_{зп}$	Кількість вологи, що випаровується, $\text{кг}/\text{м}^2$, $W_{лп}$
1	Січень	0,09	
2	Лютий	0,07	
3	Березень		-0,01
11	Листопад	0,01	
12	Грудень	0,07	
		$W_{зп} = 0,24 \text{ кг}/\text{м}^2$	



$\Delta w = 1,23 \% < \Delta w_d = 2,5 \%$
1-ша вимога виконується

						2МБП.10589134.МР		
						Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата			
Розробив	Гуранда Т.Г.					РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО ПРИВЕДЕННЮ ОГОРОДЖЕННЯ ДО НОРМ З ВОЛОГІСНОГО ЇХ СТАНУ		
Керівник	Юрчи О.І.					Стадія	Аркуш	Аркушів
Консультант	Юрчи О.І.					МР	13	14
Н. контроль	Юрчи О.І.					Збільшення товщини внутрішнього цегляного шару до 380 мм		
Зав. кафедри	Семко О.В.					НУПІП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦ		

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ПО ПРИВЕДЕННЮ ОГОРОДЖЕННЯ ДО НОРМ З ВОЛОГІСНОГО ЇХ СТАНУ

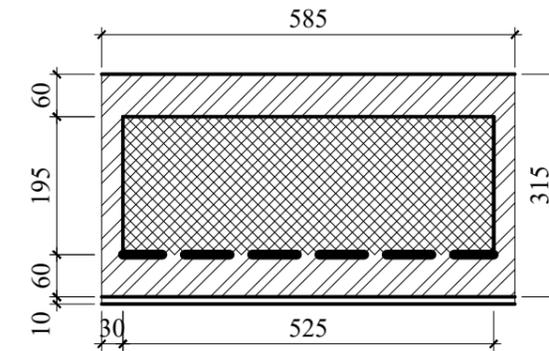
4.2 Застосування пароізоляційного шару

Схема 1

Схема огородження

Вологонакопичення в утеплювачі протягом року

№	Місяць року	Кількість вологи, що накопичується, кг/м ² , W _{зп}	Кількість вологи, що випаровується, кг/м ² , W _{лп}
1	Січень	0,1	
2	Лютий	0,08	
3	Березень	0	
11	Листопад	0,02	
12	Грудень	0,08	
		W _{зп} = 0,28 кг/м ²	



ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.

1. Зі збільшенням товщини внутрішнього цегляного шару вологісний стан огородження покращується.
2. Зі збільшенням довжини порожнини колодязної кладки вологісний стан огородження погіршується.
3. При розташуванні утеплювача біля зовнішнього цегляного шару вологісний стан огородження покращується.
4. Стіна колодязної кладки, що виконана за схемою 2 відповідає всім нормам вологісного стану.
5. Стіна колодязної кладки, що виконана за схемою не відповідає 1-й вимозі з вологісного стану. Вона потребує заходів з покращення вологісного стану.
6. При застосуванні колодязної кладки з товщиною внутрішнього цегляного шару 0,38 м, або пароізоляції з шару руберойду розташованого між внутрішнім цегляним шаром та утеплювачем вологісний стан огородження відповідає нормам.
6. При застосуванні колодязної кладки, виконання норм теплозахисту потребує значно більшої товщини утеплювача ніж при утепленні з зовнішньої сторони огородження, тому її застосування є економічно недоцільним.

$$\Delta w = 1,4 \% < \Delta w_d = 2,5 \%$$

1-ша вимога виконується

						2МБП.10589134.МР		
						Дослідження вологісного стану зовнішніх стін колодязної кладки		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Гуранда Т.Г.				МР	14	14
Керівник		Юрчи О.І.						
Консультант		Юрчи О.І.						
						Застосування пароізоляційного шару		
Н. контроль		Юрчи О.І.				НУПІ ім. Юрія Кондратюка		
Зав. кафедрою		Семко О.В.				Кафедра БтаЦ		