

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут архітектури та будівництва та землеустрою

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

## **Пояснювальна записка**

до дипломної роботи

магістра

на тему «Дослідження вологісного стану горищного перекриття  
Залу Урочистостей Полтавського краєзнавчого музею імені  
Василя Кричевського».

Виконав: студент 2 курсу, групи 2мБП

Спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Бедов Микола Володимирович

Керівник:

к.т.н., доц. Магас Н.М.

Зав. кафедри:

д.т.н., проф. Семко О.В.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	6
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ</b> .....	8
<b>ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 1</b> .....	21
<b>РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧОГО ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ГОРИЩНОГО ПЕРЕКРИТТЯ У ЗОНІ НИЖНЬОГО ПОЯСУ ФЕРМ</b> .....	22
<b>2.1. Ділянка з планкою. Нижній пояс ферми повністю закритий утеплювачем</b> .....	24
<b>2.1.1. Відносна вологість повітря на горищі 70 %</b> .....	24
2.1.1.1. Температура повітря на горищі –15 °С .....	24
2.1.1.2. Температура повітря на горищі –10 °С .....	25
2.1.1.3. Температура повітря на горищі –5 °С .....	26
2.1.1.4. Температура повітря на горищі –4 °С .....	27
<b>2.1.2. Відносна вологість повітря на горищі 50 %</b> .....	28
2.1.2.1. Температура повітря на горищі –15 °С .....	28
2.1.2.2. Температура повітря на горищі –10 °С .....	29
2.1.2.3. Температура повітря на горищі –5 °С .....	30
2.1.2.4. Температура повітря на горищі –4 °С .....	31
<b>2.1.3. Відносна вологість повітря на горищі 30 %</b> .....	32
2.1.3.1. Температура повітря на горищі –15 °С .....	32
2.1.3.2. Температура повітря на горищі –10 °С .....	33
2.1.3.3. Температура повітря на горищі –5 °С .....	34
2.1.3.4. Температура повітря на горищі –4 °С .....	35
<b>2.2. Ділянка з планкою. Відсутність утеплювача між кутиками та залізобетонною плитою</b> .....	38

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		БедовМ.В.			Стадія	Арк.	Аркців
Перевір.		МагасН.М.				2	96
Консульт.					НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ		
Н. Контр.							
Затверд.		Семко О.В.					

2.2.1. Температура повітря на горищі –15 °С.....	38
2.2.2. Температура повітря на горищі –10 °С.....	39
2.2.3. Температура повітря на горищі –5 °С.....	40
2.2.4. Температура повітря на горищі 0 °С.....	41
2.2.5. Температура повітря на горищі 4 °С.....	42
<b>2.3. ДІЛЯНКА З ПЛАНКОЮ. ВІДШАРУВАННЯ ШТУКАТУРКИ ВІД ЕЛЕМЕНТІВ</b>	
<b>НИЖНЬОГО ПОЯСУ ФЕРМИ.</b> .....	44
2.3.1. Величина відшарування 5 мм.....	44
2.3.1.2. Температура повітря на горищі –15 °С.....	45
2.3.1.3. Температура повітря на горищі –10 °С.....	46
2.3.1.4. Температура повітря на горищі –5 °С.....	47
2.3.1.5. Температура повітря на горищі –3 °С.....	48
2.3.2. Величина відшарування 10 мм.....	49
2.3.2.1. Температура повітря на горищі –15 °С.....	49
2.3.2.2. Температура повітря на горищі –10 °С.....	50
2.3.2.3. Температура повітря на горищі –5 °С.....	51
2.3.2.4. Температура повітря на горищі –3 °С.....	52
2.3.3. Величина відшарування 15 мм.....	53
2.3.3.1. Температура повітря на горищі –15 °С.....	53
2.3.3.2. Температура повітря на горищі –10 °С.....	54
2.3.3.3. Температура повітря на горищі –5 °С.....	55
2.3.3.4. Температура повітря на горищі –3 °С.....	56
<b>2.4. ДІЛЯНКА З ПЛАНКОЮ. ЧАСТКОВА ВІДСУТНІСТЬ УТЕПЛЮВАЧА МІЖ</b>	
<b>ЗАЛІЗОБЕТОННОЮ ПЛИТОЮ ТА МЕТАЛЕВИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ.</b> .....	59
2.4.1. Температура повітря на горищі –15 °С.....	59
2.4.2. Температура повітря на горищі –10 °С.....	61
2.4.3. Температура повітря на горищі –5 °С.....	62

2.4.4. Температура повітря на горищі –4 °С. ....	63
<b>2.5. ДІЛЯНКА БЕЗ ПЛАНКИ. ПОВНЕ ЗАПОВНЕННЯ УТЕПЛЮВАЧЕМ. ....</b>	<b>65</b>
2.5.1. Температура повітря на горищі –15 °С. ....	65
2.5.2. Температура повітря на горищі –14 °С. ....	66
<b>2.6. ДІЛЯНКА БЕЗ ПЛАНКИ. ВІДСУТНІСТЬ УТЕПЛЮВАЧА МІЖ КУТИКАМИ. ....</b>	<b>68</b>
2.6.1. Температура повітря на горищі –15 °С. ....	69
2.6.2. Температура повітря на горищі –10 °С. ....	70
2.6.3. Температура повітря на горищі –5 °С. ....	71
2.6.4. Температура повітря на горищі –4 °С. ....	72
<b>2.7. ДІЛЯНКА БЕЗ ПЛАНКИ. ВІДСУТНІСТЬ УТЕПЛЮВАЧА МІЖ КУТИКАМИ ТА КУТИКАМИ І ЗАЛІЗОБЕТОННОЮ ПЛИТОЮ. ....</b>	<b>74</b>
2.7.1. Температура повітря на горищі –15 °С. ....	74
2.7.2. Температура повітря на горищі –10 °С. ....	75
2.7.3. Температура повітря на горищі –5 °С. ....	76
2.7.4. Температура повітря на горищі –0 °С. ....	77
2.7.5. Температура повітря на горищі 1 °С. ....	78
<b>2.8. ДІЛЯНКА БЕЗ ПЛАНКИ. ВІДСУТНІСТЬ УТЕПЛЮВАЧА МІЖ КУТИКОМ ТА ЗАЛІЗОБЕТОННОЮ ПЛИТОЮ. НАЯВНИЙ УТЕПЛЮВАЧ МІЖ КУТИКАМИ. ....</b>	<b>80</b>
2.8.1. Температура повітря на горищі –15 °С. ....	81
2.8.2. Температура повітря на горищі –10 °С. ....	82
2.8.3. Температура повітря на горищі –5 °С. ....	83
2.8.4. Температура повітря на горищі 0 °С. ....	84
2.8.5. Температура повітря на горищі 1 °С. ....	85
<b>ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 2. ....</b>	<b>87</b>
<b>3. ПРОПОЗИЦІЇ ПО ПОКРАЩЕННЮ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ В ЗОНІ НИЖНЬОГО ПОЯСУ МЕТАЛЕВОЇ ФЕРМИ. ....</b>	<b>89</b>
3.1. Ділянка з планкою. ....	89

3.1.1. Температура повітря на горищі –15 °С.....	89
3.2. ДІЛЯНКА БЕЗ ПЛАНКИ.....	90
3.2.1. ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ НА ГОРИЩІ –15 °С.....	91
<b>ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 3.</b> .....	92
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.</b> .....	92
<b>ЛІТЕРАТУРА</b> .....	94

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

Обстеження горищного перекриття Залу Урочистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського виконані кафедрою «Архітектура та цивільна інженерія» НУПП імені Юрія Кондратюка показали, що на металевих кутиках та з'єднувальній планці нижнього поясу ферм, що розташовані в рівні горищного перекриття спостерігається корозія металевих елементів. Корозія металевих елементів відбувається внаслідок конденсації водяної пари на поверхнях кутиків та планки. Це в свою чергу можливо при недостатньому опорі теплопередачі горищного перекриття, низькій температурі повітря на горищі, високий його відносній вологості, неповному заповненні утеплювачем проміжків між кутиками та плитою перекриття, що спирається на полички кутиків, відшаруванні штукатурки від кутиків. Дослідження причин корозії кутиків та з'єднувальної планки, та розробка рекомендацій по її уникненню є актуальною проблемою.

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

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

Вона також має зв'язок із «Програмою реконструкції житлових будинків перших масових серій», прийнята Кабінетом Міністрів в 1999 р.

### **Мета роботи.**

- аналіз існуючих досліджень по покращенню вологісного стану огороджувальних конструкцій
- дослідження вологісного стану існуючого горищного перекриття в зоні нижнього поясу металевих ферм розташованого в рівні горищного перекриття.
- Виявлення при яких параметрах повітря на горищі та стану заповнення утеплювачем проміжків між кутиками та плитою перекриття можлива конденсація водяної пари на поверхнях металевих елементів.
- розробка рекомендацій по покращенню вологісного стану горищного перекриття в зоні нижнього поясу металевих ферм.

					2мБП.9775519.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		6

### **Задачі дослідження виконати:**

• аналіз вологісного стану горищного перекриття в зоні нижнього поясу металевих ферм якщо:

- нижній пояс ферми повністю закритий утеплювачем
- відсутній утеплювача між кутиками та залізобетонною плитою
- є відшарування штукатурки від елементів нижнього поясу ферми
- частково відсутній утеплювач між залізобетонною плитою та металевими конструкціями.

### **Об'єкт дослідження:**

Вологісний стан в зоні нижнього поясу металевих ферм, що знаходяться в рівні горищного перекриття.

### **Методи дослідження:**

Розрахунки температурних та вологісних полів.

**Наукова новизна** полягає в розробці рекомендацій по покращенню вологісного стану в зоні нижнього поясу металевих ферм розташованих в рівні горищного перекриття..

Обсяг та структура роботи. Робота складається з 16 плакатів, пояснювальної записки на 104 сторінках, у тому числі 144 рисунків та 9 таблиці, списку з 58 використаних джерел. Основний текст роботи містить вступ, 3-ри розділи, висновки.

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
						7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

# РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Дослідженнями вологісного стану огороджувальних конструкцій займалося немало вітчизняних і закордонних авторів.

Корниенко С. В. в роботі [1] представив результати розробки методики розрахунку температурно-вологісного стану тримірних частин огороджувальних конструкцій. У методиці використовувалася фізико-математична модель нестационарного вологопереносу, що описується системою диференційних рівнянь з крайовими умовами.

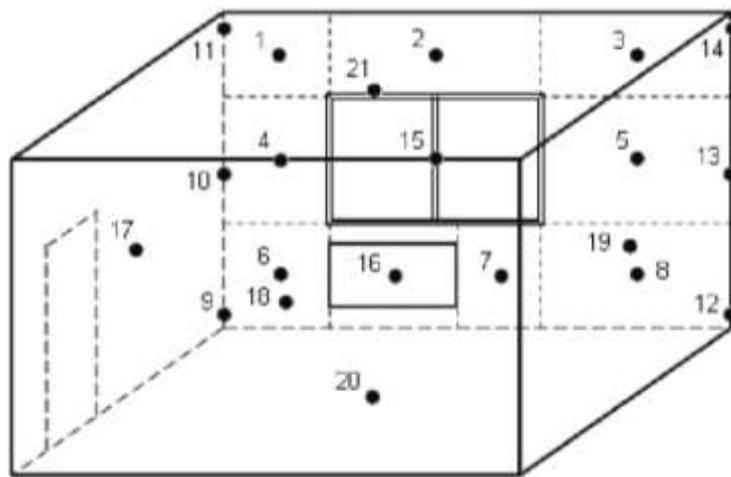


Рис. 1 – Схема заміру температур та вологості

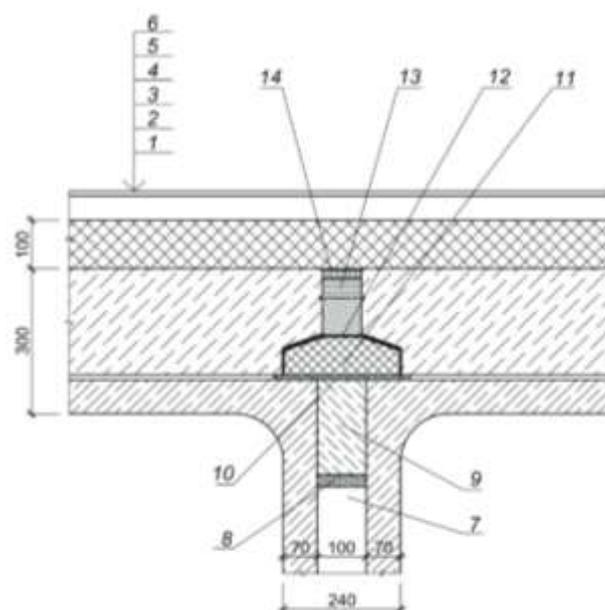


Рис. 2 – Схема проектного рішення вузла

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

Зубарев К.П. в роботі [2] навів приклад розрахунку захисту від зволоження огорожувальних конструкцій. Суть методу у визначенні нормованого опору паропроникненню з умови обмеження кількості вологи протягом періоду з від'ємними температурами зовнішнього повітря. Визначений опір порівнюється з визначеним на початку розрахунку.

$$t_{M,Y}^{B-H} = t_{H,CP}^{B-H} + \frac{R_x}{R_{y,CP}^{y}} (t_B - t_{H,CP}^{B-H}) = -4,58 + \frac{0,008 + \frac{1}{23}}{3,7} (20 - (-4,58)) = -4,24 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$E_0 = 1,84 \cdot 10^{11} \exp\left(-\frac{5330}{273 + t_{M,Y}^{B-H}}\right) = 1,84 \cdot 10^{11} \exp\left(-\frac{5330}{273 - 4,24}\right) = 449 \text{ Па.}$$

Рис. 3 – Формули для визначення температури та парціального тиску насиченої водяної пари у площині максимального зволоження.

Чихладзе Э. Д. в роботі [3] показав чисельну реалізацію температурно-вологісних полів у сталобетонних плитах. Він робить висновок, що залежність швидкості руху зони випаровування від вологості пінобетону різної щільності має однаковий характер.

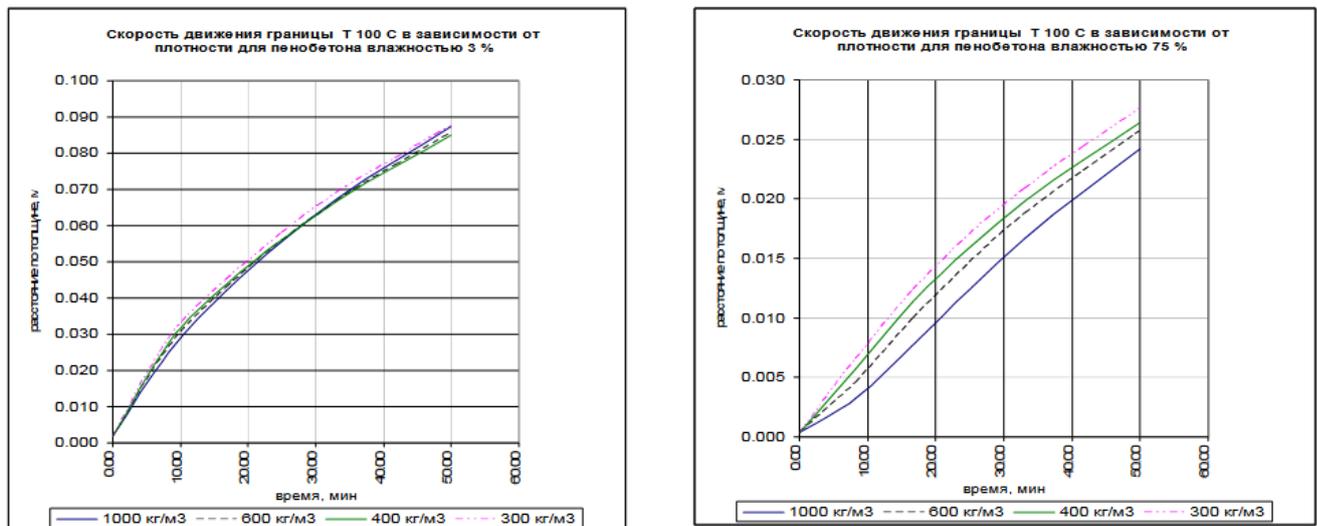


Рис. 4 – Швидкість руху межі у 100 °С в залежності від від щільності для пінобетону вологістю 3 % та 75 %

Ватин Николай Иванович у виконаній роботі [4] робить висновки, що чим вищий опір паропроникненню зовнішнього штукатуреного покриття, тим глибше по відношенню до зовнішньої поверхні стіни розташовується розрахункова площа можливої конденсації (точка перетину кривих розподілу максимального і дійсного

парціальних тисків водяної пари), тому найбільш раціональним способом зменшення зони можливої конденсації вологи в товщі однорідної огорожувальної конструкції з газобетонних блоків є застосування штукатурних шарів з вищим значенням коефіцієнта паропроникності  $\mu$  [мг/м·год·Па]. Доцільним (рекомендованим) рішенням є оштукатурювання стін з газобетонних блоків на наступний сезон після будівництва, коли стіни досягнуто або практично досягнуто нормованих значень рівноважної вагової вологості; особливо актуальним ця вимога для полімерно-декоративних штукатурних покриттів, що мають найнижче значення коефіцієнта паропроникності  $\mu$  [мг/м·ч·Па].

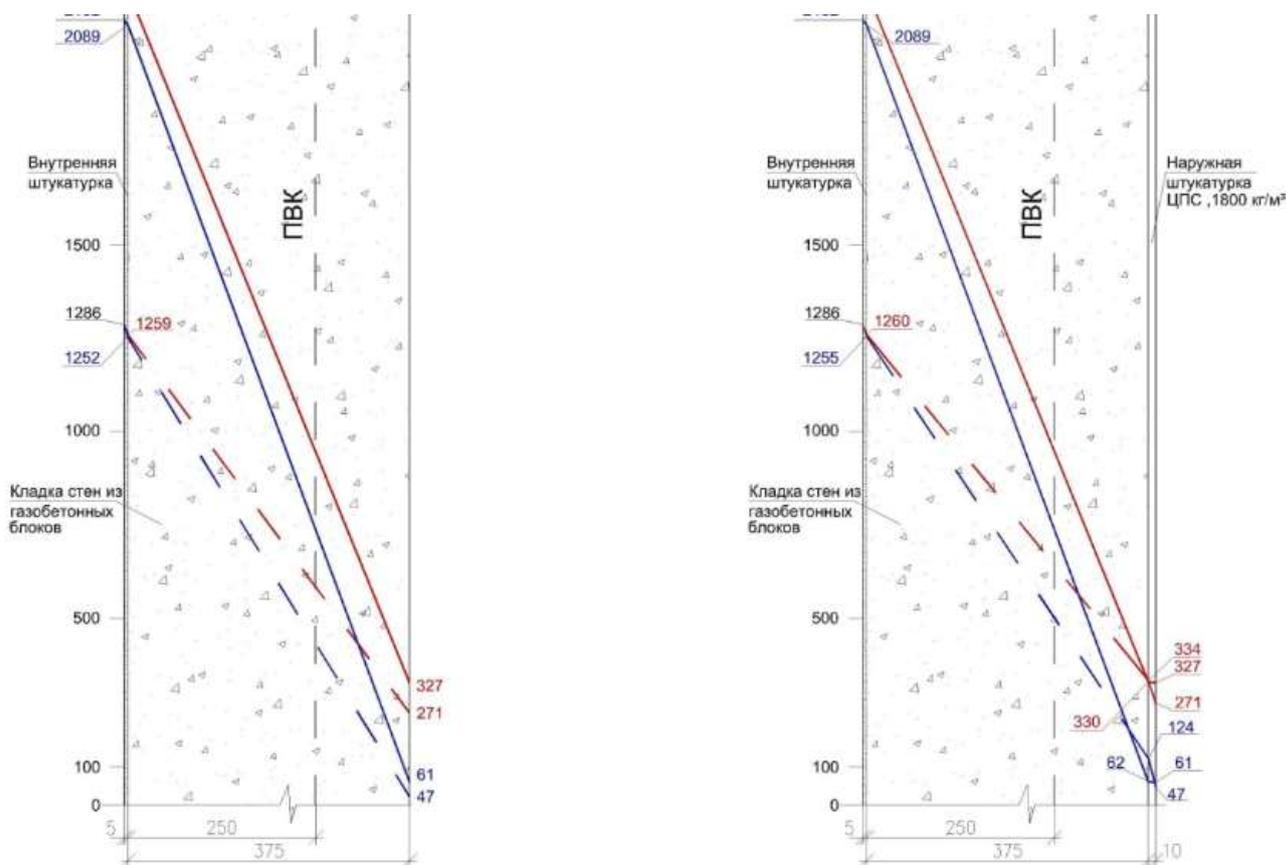


Рис. 5 – Розподілення парціального тиску водяної пари в різних типах огорожувальних конструкцій

Варнашов В. В. у статті [5] наводить результати натурних обстежень та варіантних розрахунків, які показали, що причиною руйнувань огорожувальних конструкцій димових труб з притискним футеруванням є невідповідність конструкції огорожень труб режимам експлуатації котельних агрегатів. Їм розроблено рекомендації щодо зміни конструкції огорож існуючих димових труб, спрямованих

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

на усунення причин порушення вологісного режиму, як наслідок, подальшого руйнування конструкцій. Автором розроблені рекомендації щодо виконання ремонту цегляних димових труб що експлуатуються.

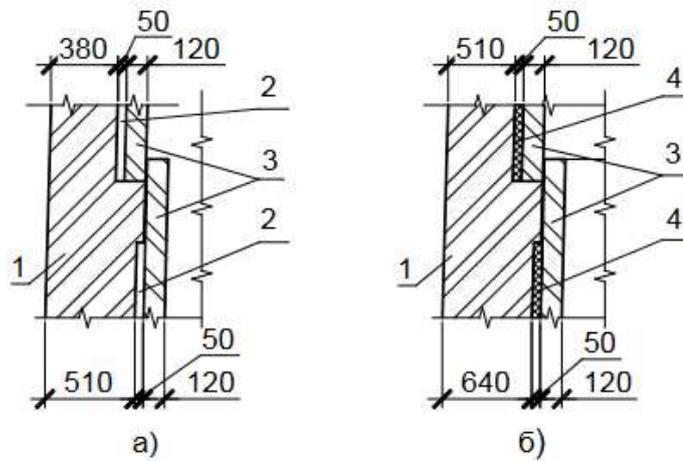


Рис. 6 – Конструкція з'єднання футеровки цегляної димової труби з повітряним зазором

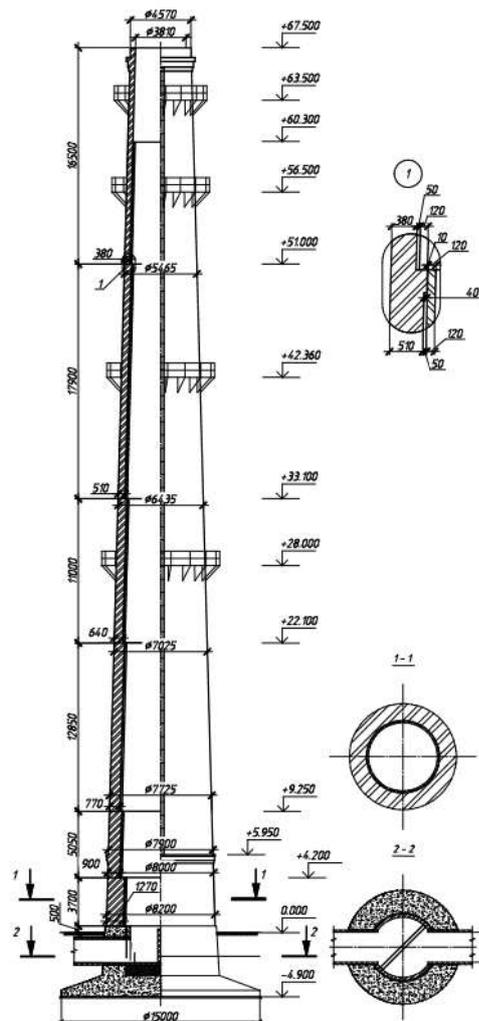


Рис. 7 – Вигляд цегляної димової труби

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

Логаніна В.И. у статті [6] описує властивості розробленої золь-силікатної фарби для обробки стін будівель. Наводить результати розрахунку впливу лакофарбових матеріалів на вологовий режим у стінах. Для оцінки вологового режиму використана методика, заснована на визначенні температури зовнішнього повітря, при зниженні до якої в стінах починається випадання конденсату. Дана методика дозволяє з високою точністю порівнювати вологісні режими в різних огорожувальних конструкціях. Автор порівнює вологий режим у стінах різної конструкції: газобетонних (з блоків марок D400, D600), цегляних, керамзитобетонних. У цегляних та керамзитобетонних огорожувальних конструкціях оцінює також вплив виду утеплювача (мати мінераловатні, пінополістирол) на вологий режим у стінах.

За результатами досліджень показано, що при використанні зольсилікатної фарби в огорожувальних конструкціях знижується температура початку конденсації та ймовірність випадання конденсату в порівнянні з акриловими, силікатними та силіконовими фарбами. Надано рекомендації щодо вибору виду фасадної фарби з урахуванням вологості всередині огорож різної конструкції.

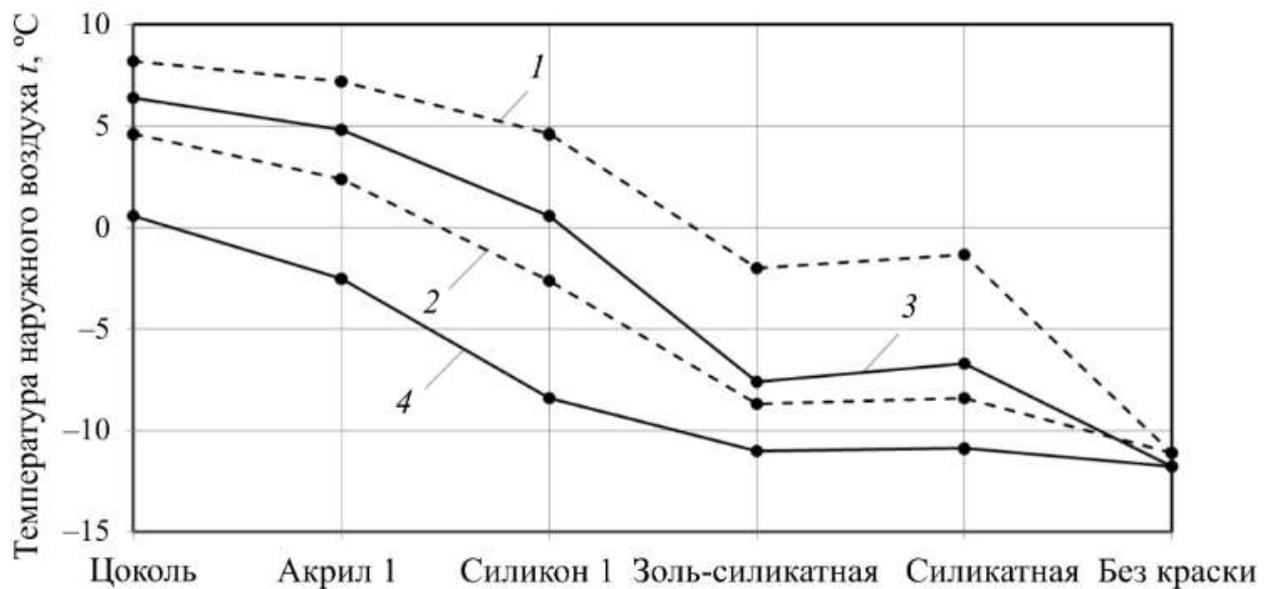


Рис. 8 – Залежність температури початку конденсації в стінах з газобетону від виду фасадної фарби

Витчіков Ю.С. у статті [7] наведено опис наближеного аналітичного методу розрахунку вологісного режиму багатошарових будівельних конструкцій. Новизна запропонованого методу полягає у використанні аналітичної залежності для

визначення положення площини можливої конденсації, отриманої в результаті дослідження функції, що є різницею парціальних тисків водяного пара в аналізованому перерізі огорожувальної конструкції та парціального тиску насиченої водяної пари на екстремум. У статті наведено результати розрахунку вологісного режиму зовнішньої стіни житлової будівлі, що будується в місті Самарі, з застосуванням монолітного керамзитобетону щільністю 600 кг/м<sup>3</sup>.

Розрахунок показав, що в опалювальний період відбувається переміщення площини можливої конденсації у безпіщаному керамзитобетоні в межах від 0,444 м до 0,5 м, від внутрішньої поверхні стіни. Зроблена оцінка вологонакопичення в зовнішній стіні, як за річний період експлуатації будівлі, так і за період місяців з від'ємними температурами, яка показала відповідність нормативним вимогам, що висуваються до опалюваних приміщень.

$$x_i = \lambda_i \left\{ \frac{\left[ t_B - 55,9 \left( \frac{e_B - e_H}{t_B - t_H} \frac{R_0^{учл}}{R_{n_0}} \frac{\lambda_i}{\mu_i} \right)^{0,1515} + 100 \right] R_0^{учл}}{t_B - t_H} - \frac{1}{\alpha_s} - \sum_{i=1}^i R_i \right\}, \text{ м.}$$

Рис. 9 – рівняння для визначення положення площини конденсації

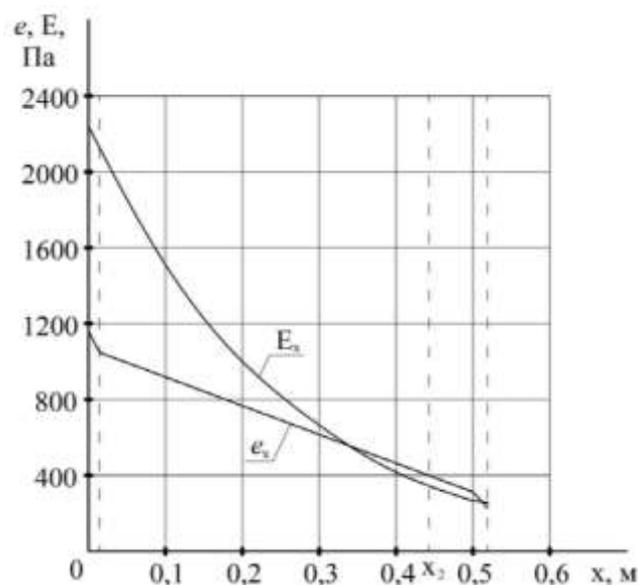


Рис. 10 – Розподіл по перетину огороження фактичної та максимальної пружності водяної пари

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

Гагарін В. Г. у статті [8] розглянув математичні моделі вологого режиму, розроблені К.Ф. Фокіним, А.В. Ликовим, В.І. Лук'яновим, В.М. Богословським, Х.М. Кюнцелем. Показав переваги використання потенціала вологості порівняно з окремим обліком потенціалів перенесення. Наведено вираз для потенціалу вологості розроблені В.Г. Гагаріним та В.В. Козловим.

Автор навів диференціальне рівняння вологоперенесення з постійними у часі коефіцієнтами та описані крайові умови. Отримано аналітичний вираз визначення потенціалу вологості за допомогою дискретно-континуального підходу. Проведено порівняння окремих методів розрахунку за теорією потенціалу вологості для одношарової огорожувальної конструкції з газобетону, двошарової цегляної стіни, а також двох систем фасадних теплоізоляційних композиційних із зовнішніми штукатурними шарами з утеплювачем з мінеральної вати та пінополістиролу. Розглянуто рішення нестационарного рівняння вологоперенесення методом кінцевих різниць.

$$\left\{ \begin{array}{l}
 \frac{\partial F_1(\tau)}{\partial \tau} = \frac{\kappa_{F01}}{h_1^2} \cdot E_{t1} \left( - \left( 1 + \frac{h_1}{R_{в.н} \cdot \mu_1} \right) F_1(\tau) + F_2(\tau) \right) + \\
 + \frac{\kappa_{F01}}{h_1^2} \cdot E_{t1} \cdot \frac{h_1}{R_{в.н} \cdot \mu_1} \cdot F_{н}(\tau); \\
 \frac{\partial F_i(\tau)}{\partial \tau} = \frac{\kappa_{F01}}{h_1^2} \cdot E_{ti} (F_{i-1}(\tau) - 2 \cdot F_i(\tau) + F_{i+1}(\tau)), \\
 i = 2, 3, 4, \dots, v-1; \\
 \frac{\partial F_v(\tau)}{\partial \tau} = d_{v-1} \cdot F_{v-1}(\tau) - d_v \cdot F_v(\tau) + d_{v+1} \cdot F_{v+1}(\tau); \\
 \frac{\partial F_i(\tau)}{\partial \tau} = \frac{\kappa_{F02}}{h_2^2} \cdot E_{ti} (F_{i-1}(\tau) - 2 \cdot F_i(\tau) + F_{i+1}(\tau)), \\
 i = v+1, v+2, \dots, N-1; \\
 \frac{\partial F_N(\tau)}{\partial \tau} = \frac{\kappa_{F02}}{h_2^2} \cdot E_{tN} \left( F_{N-1}(\tau) - \left( 1 + \frac{h_2}{R_{в.в} \cdot \mu_2} \right) F_N(\tau) \right) + \\
 + \frac{\kappa_{F02}}{h_2^2} \cdot E_{tN} \cdot \frac{h_2}{R_{в.в} \cdot \mu_2} \cdot F_{в}; \\
 F(x, 0) = f(x), \quad 0 \leq x \leq l.
 \end{array} \right. \quad (1)$$

Рис. 10 – Отримана система рівнянь

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

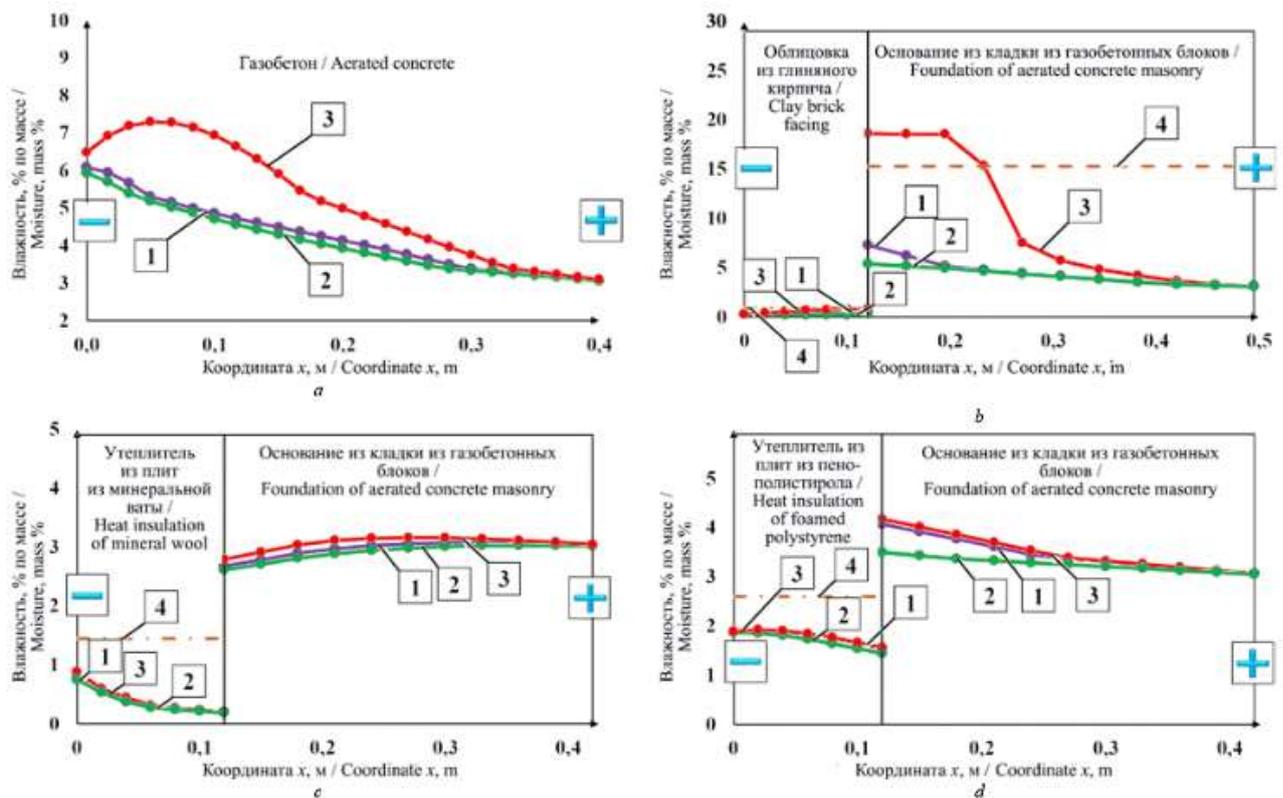


Рис. 11 – Порівняння вологісного режиму стін будівель

Мусоріна Тетяна Олександрівна у статті [9] зазначила, що існує активна зона дифузії та теплопровідності поблизу поверхні огороження зі зміною температурою та/або концентрацією. Якщо товщина активної зони дифузії або теплопровідності в пористому середовищі збігаються з дійсною товщиною стінки, то нестационарний режим перенесення теплоти та домішки охоплює всю стіну. Ця умова характерна для тонких (порядку кількох сантиметрів) шарів. Доказана можливість конденсації вологи в товщі огорожі. Існування точок конденсації залежить від пористості матеріалу стінового огороження та від розподілу температури у стіновому огороженні. Прості розрахунки дозволяють визначити активну зону теплопровідності та дифузії, що розділяють огорожу на область великих градієнтів і область малих (теоретично — нульових) градієнтів і потоків теплоти і домішки.

Автор робить висновки: у приміщеннях з високою об'ємною концентрацією вологи повинні передбачатися технічні рішення щодо запобігання проникненню вологи в товщу огороження шляхом застосування спеціальних покриттів та облицювань внутрішніх поверхонь. Максимальна зміна амплітуди коливань температури спостерігається в шарі, що прилягає до поверхні з боку періодичного

теплового впливу. При досить високій по пористості випаровування вологи відбувається швидше, ніж при низькій пористості. У матеріалі з низькою пористістю волога збирається в матеріалі середовища, з якого виготовлений шар стінового огорож

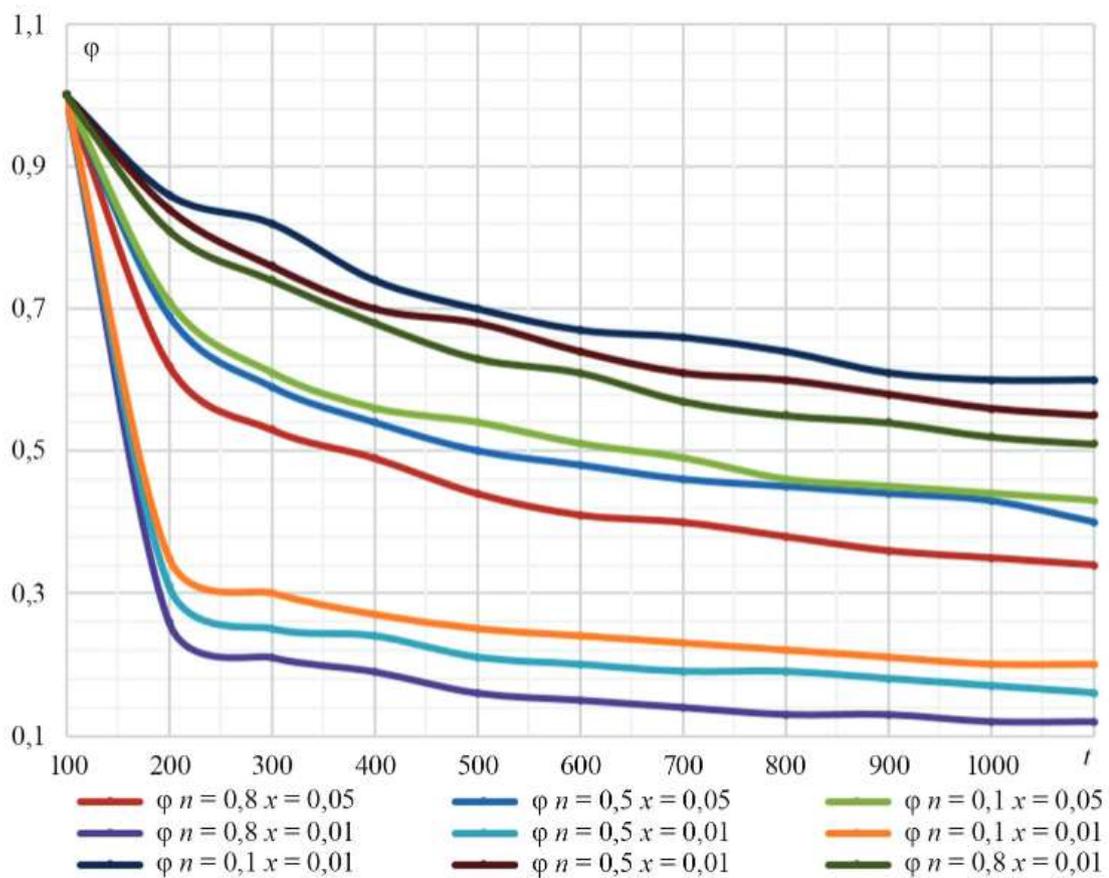


Рис. 12 – Графік залежності вологості від часу при різній пористості при різній глибині від плоскості 0.

Єзерський В. А. у статті [10] на підставі даних про зміну теплофізичних характеристик солевмісних стінових матеріалів розробив методику розрахунку опору паропроникненню внутрішнього захисного покриття зовнішніх огорожувальних конструкцій, цехів з виробництва фосфорних солей. Наведено приклад розрахунку необхідного опору паропроникненню внутрішнього покриття для зовнішніх стін цеху тринатрійфосфату. З урахуванням виду солей та характеру їх впливу на зовнішні стіни підбрані матеріали для захисту огорож в умовах експлуатації аналізованого виробництва.

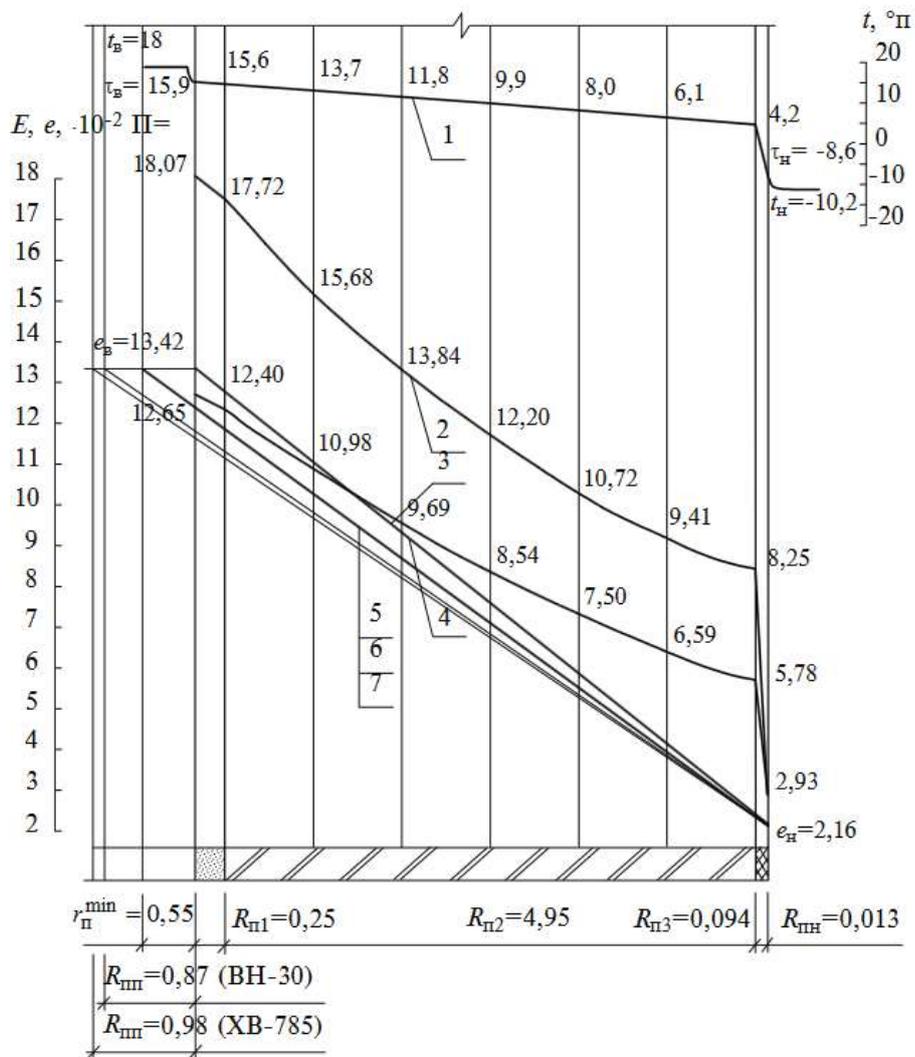


Рис. 12 – Схема розрахунку вологісного режиму утеплених зовнішніх стін

Корнієнко Сергій Валерійович в статті [11] удосконалив методику розрахунку вологозахисних параметрів огорожувальних конструкцій за гранично допустимим станом зволоження за річний період та період вологонакопичення. На прикладі ефективного огороження з фасадною теплоізоляційною композиційною системою показано, що врахування зміни температури та відносної вологості внутрішнього повітря дозволяє уточнити розрахункові параметри мікроклімату в житлових та офісних приміщеннях при оцінці вологозахисних властивостей конструкцій.

Координата площини максимального зволоження в конструкції залежить від розрахункових параметрів мікроклімату у приміщеннях. Зроблено висновок, що підвищення вимог щодо вологозахисту огорожувальних конструкцій при використанні розрахункових значень температури та відносної вологості внутрішнього повітря, згідно норм не завжди доцільно. Врахування зміни параметрів

мікроклімату в приміщеннях дозволяє більш точно оцінити вологозахисні властивості огорожувальних конструкцій у процесі їх проектування.

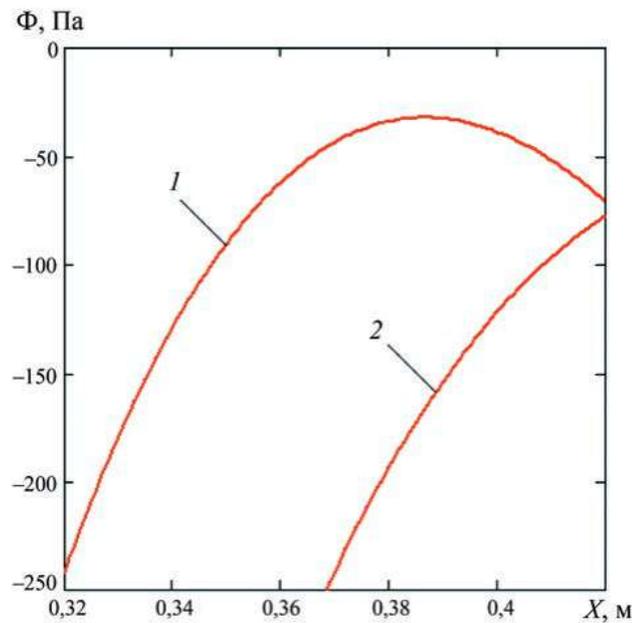


Рис. 13 – Графіки функції  $\Phi(x)$  у межах утеплювача, що визначені у період вологонакопичення з використанням способів 1 та 2.

Добросмислов Сергій Сергійович в статті [12] розглянув процес тепло- і масообміну у зовнішній огорожувальній конструкції при внутрішньому утепленні. Для запобігання випаданню конденсату пропонується використовувати вентиляований повітряний канал всередині стінової конструкції. Дослідження проводилося методами чисельного моделювання. Рух повітря в каналі описувався рівнянням Нав'є-Стокса. Випадання конденсату розглядалося в рамках спільного рішення рівняння теплопровідності та дифузії. Розв'язання задачі тепло та масообміну здійснювалося для конструкції при наявності внутрішнього утеплення; за шаром внутрішнього утеплювача розміщувався повітряний канал, в якому відбувається рух повітря при природній чи вимушеній конвекції. Результат. В рамках роботи було показано, що використання повітряного каналу суттєво знижує тепловий опір конструкції, причому підвищення швидкості повітряного потоку приводить до зменшення теплового опору та зниженню ймовірності випадання конденсату. Зниження теплового опору зі збільшенням швидкості повітряного потоку у прошарку відбувається швидше, ніж збільшення кількості вологи, що виноситься.

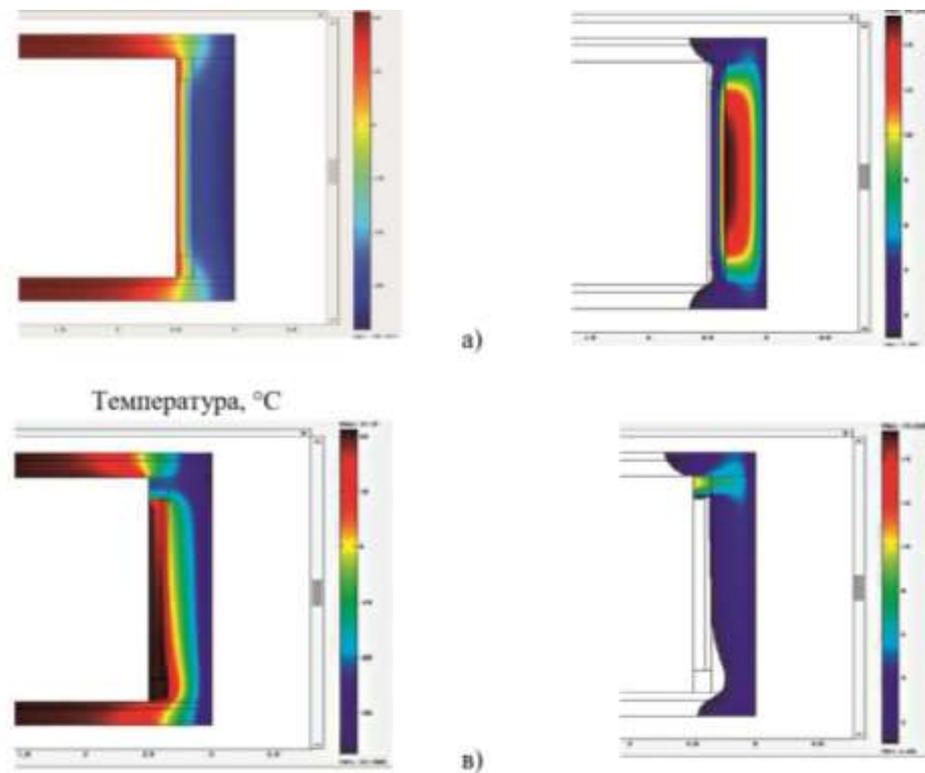


Рис. 14 – Температурне та вологісне поля

Добросмилов Сергій Сергійович в статті [13] зазначив, що у зовнішніх конструкціях, внаслідок зміни вологості матеріалів протягом року змінюються теплофізичні характеристики. Метою його дослідження було підвищення достовірності розрахунків тепло- і вологоперенесення крізь зовнішні огорожувальні конструкції та їх опору теплопередачі з урахуванням залежності теплопровідності від сорбційної вологості. Отримані результати показали, що у процесі експлуатації будівель шари зовнішньої огорожувальної конструкції працюють при різних вологих умовах тому використання для всіх шарів в одній конструкції умов А чи Б некоректно. За результатами обчислень значення опору теплопередачі відрізняються від проектної величини, на 1-16%. Автор робить висновок, що значимість отриманих результатів для будівельної галузі полягає в удосконаленні нормативної документації шляхом підвищення точності обчислення коефіцієнта теплопровідності та, підвищення точності обчислень опору теплопередачі.

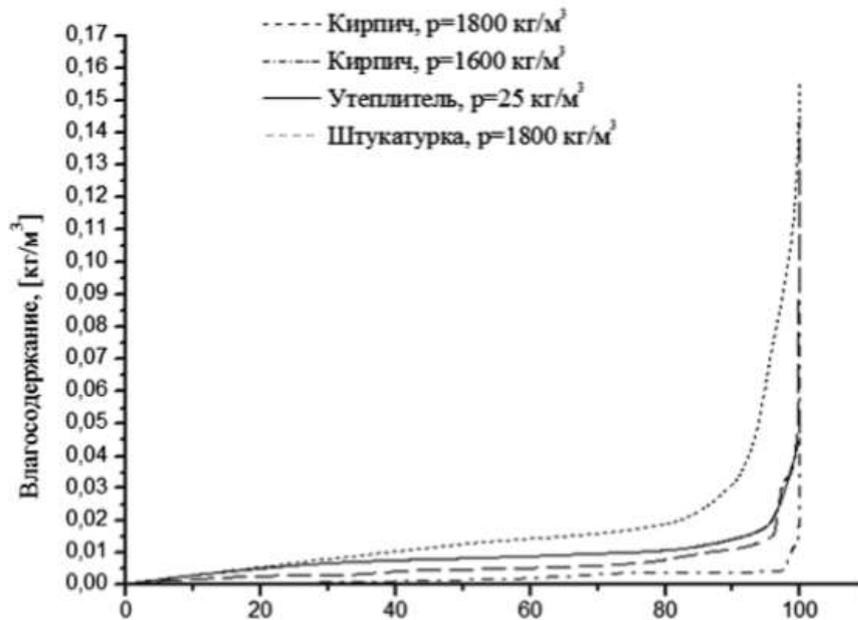


Рис. 15 – Залежність вологовмісту матеріалів від відносної вологості повітря у порах матеріалів

Пастушков Павло Павлович в статті [14] дав аналіз методик розрахунку вологового режиму огорожувальних конструкцій. Провів експериментальні дослідження з сорбційного зволоження та паропроникності основних марок газобетону. Навів результати випробувань та чисельних розрахунків вологового режиму стін з газобетону марки D400 з фасадними теплоізоляційними композиційними системами із зовнішніми штукатурними шарами для умов різних кліматичних зон будівництва, а також значення експлуатаційної вологості матеріалів досліджених конструкцій.

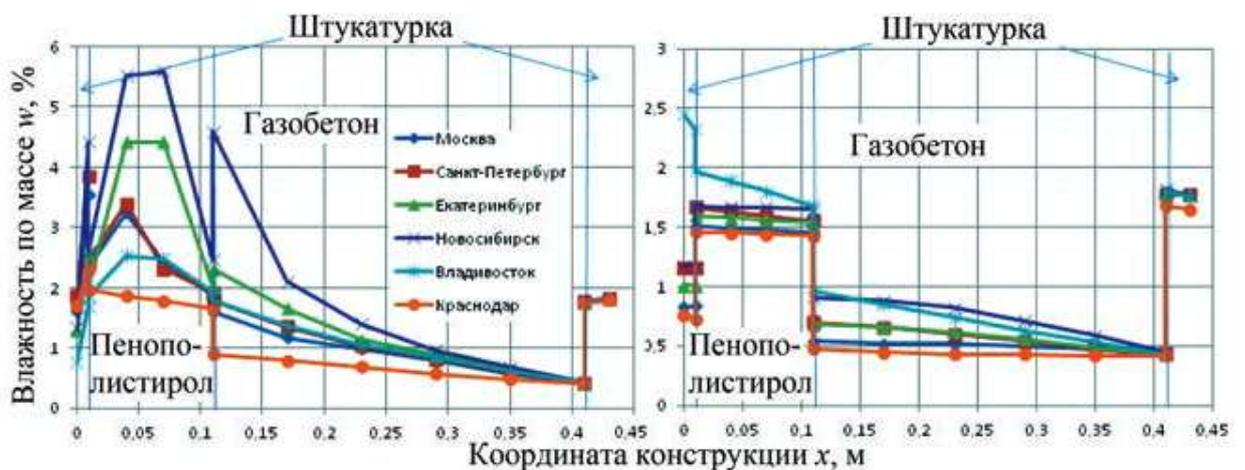


Рис. 16 – Розподілення вологості в конструкції з пінополістиролом

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Також дослідженнями в області вологонакопичення в огорожувальних конструкція займалися: Грінфельд Г. Й. [15], Петров А.С. [16], Корнієнко С. В. [17], Петров А.С. [18], Кузін А. Я. [19], Купріянов В.М. [20], Петров А.С. [21], Грінфельд Г.Й. [22], Карпов Д.Ф. [23], Купріянов В.М. [24], Солощенко С.С. [25], Білоус О.М. [26], Пастушков П.П. [27], Почекунин П.С. [28], Стецюк М.А. [29], Перехоженців А.Г. [30], Гагарін В.Г. [31, 32], Крайнов Д.В. [33], Лаповська С.Д. [34], Протасевич А.М., [35], Жуков А.В. [36], Павленко Н.В. [37], Левін Є.В. [38], Ромашкіна Ю.Е. [39], Rode C. [40], Künzel H. M. [41], Guimarães A.S. [42, 43], Ricardo M.S. [44], Hroudová J. [45], Latif E. [46], Romm F. [47], Loganina V.I. [48], Loganina V.I. [49], Loganina V.I. [50], Cang S.J. [51], Mello de Ayres L. [52], Fedorik, F. [53], Guimarães A.S., [54],

## ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 1

1. Дослідженням вологісного стану присвячено багато робіт вітчизняних і закордонних авторів.

2. У дослідженнях проведеними ними розглядалися методики визначення вологісного стану, впливу виду матеріалу, порядку розташування шарів в огороженні на вологісний стан огорожень, визначенню розташування зони конденсації, динаміка зміни вологості матеріалів огороження протягом року.

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
						21
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧОГО ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ГОРИЩНОГО ПЕРЕКРИТТЯ У ЗОНІ НИЖНЬОГО ПОЯСУ ФЕРМ

На рис. 16 показано загальний вигляд горища Залу Урочистостей Полтавського краєзнавчого музею.



Рис. 17 – загальний вигляд горища Залу Урочистостей Полтавського краєзнавчого музею

Схема ферми наведена на рис. 18.

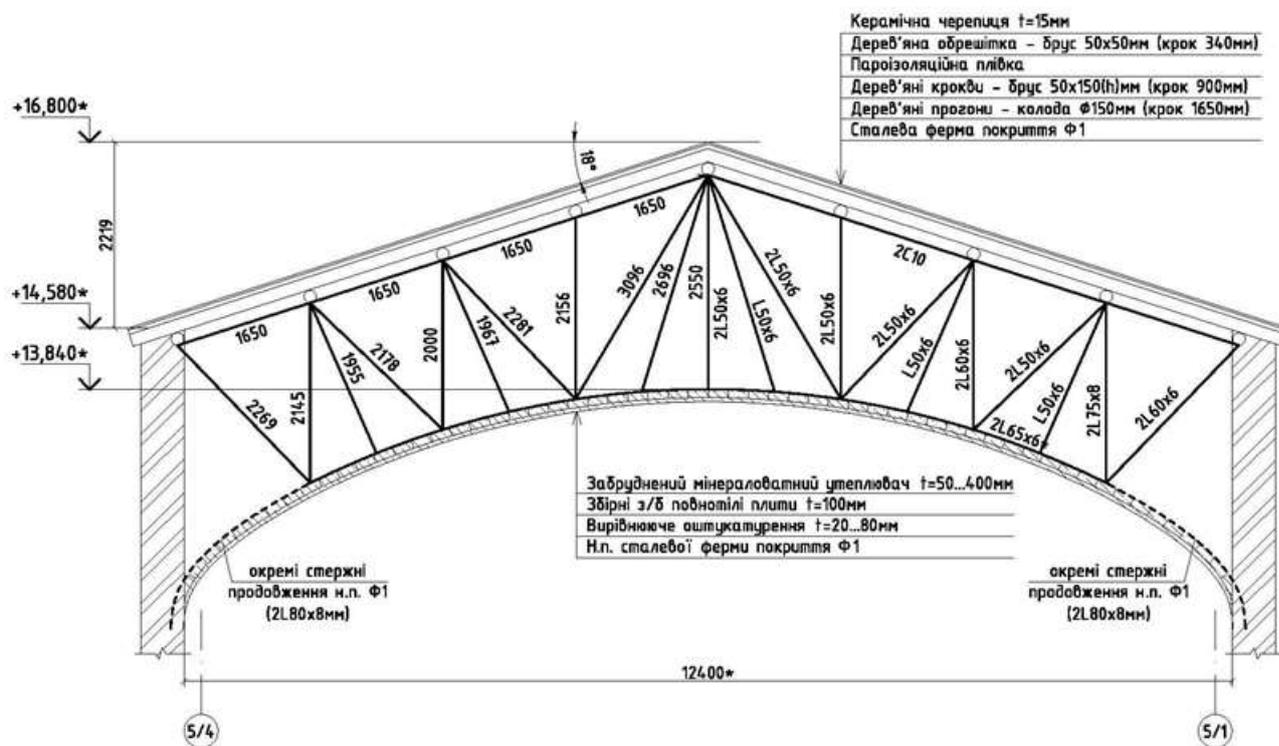


Рис. 18 – Схема ферми

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

2мБП.9775519.ПЗ

Арк.

22

Корозія нижнього поясу ферми наведена на рис. 19.



Рис. 18 – Корозія нижнього поясу ферми

Конструкція горіщного перекриття наведена на рис. 18.

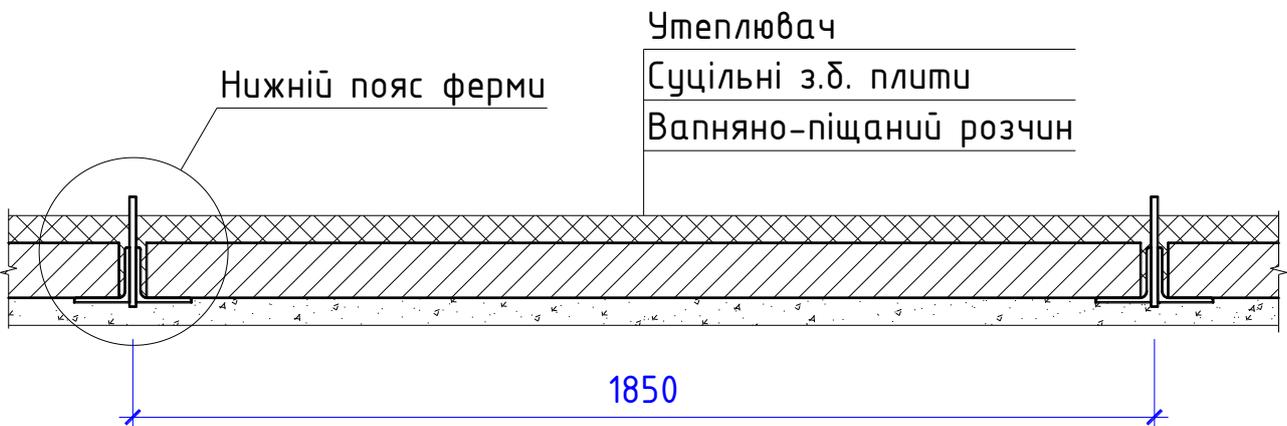


Рис. 18 - Конструкція горіщного перекриття

Характеристики матеріалів наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика матеріалів

№	Найменування	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м · К)	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м · год · Па)
1	Вапняно-піщаний розчин	0,05	0,81	0,12
2	Залізобетонна плита	0,1	2,04	0,03

3	Забруднений сміттям утеплювач	0,05	0,26	0,22
4	Метал		58	0

**2.1. Ділянка з планкою. Нижній пояс ферми повністю закритий утеплювачем.**

Розрахункова схема наведена на рис. 19.



Рис. 19 - Розрахункова схема

**2.1.1. Відносна вологість повітря на горищі 70 %.**

**2.1.1.1. Температура повітря на горищі –15 °С.**

На рис. 3 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

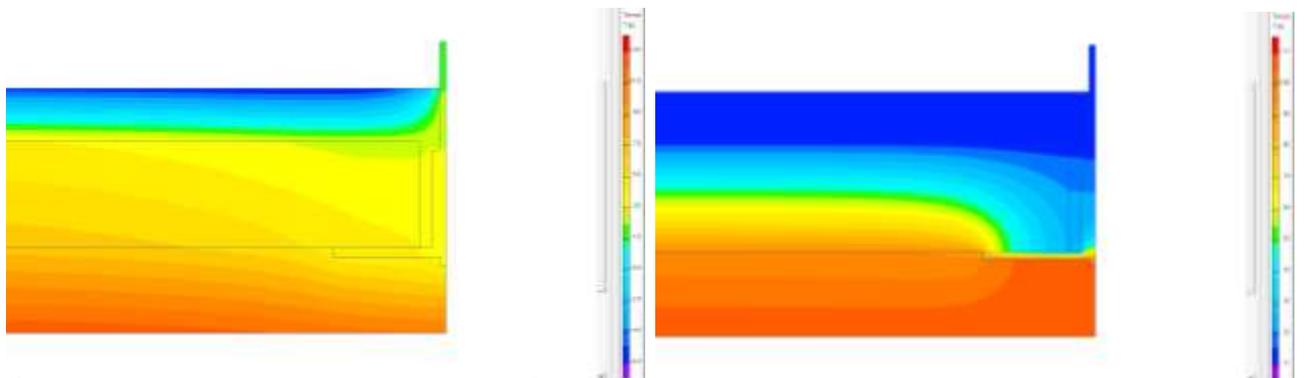


Рис. 20 – Поля: а) температурне, б) вологісне

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

Можливість утворення конденсату на поверхнях нижнього поясу ферми визначалася на ділянках металевих конструкцій які не стикаються з повітрям горища. Ділянки, що стикаються з повітрям горища не розглядалися тому, що температура на них вище температури повітря горища, тому конденсація вологи на них неможлива.

На рис. 21 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

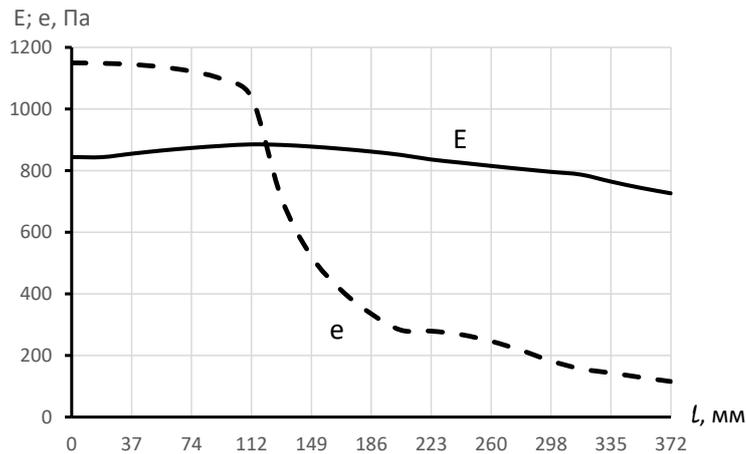


Рис. 21 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 21 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.1.1.2. Температура повітря на горищі –10 °С.

На рис. 22 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

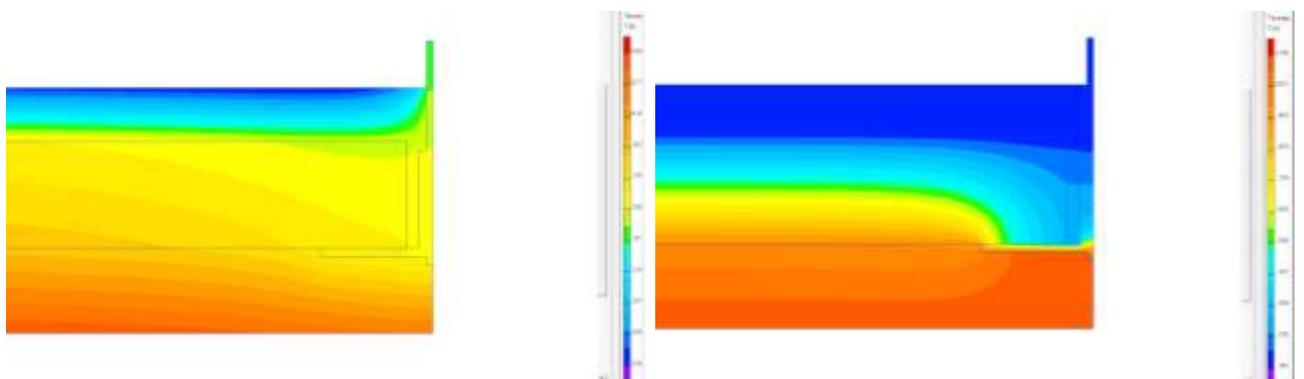


Рис. 22 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 23 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

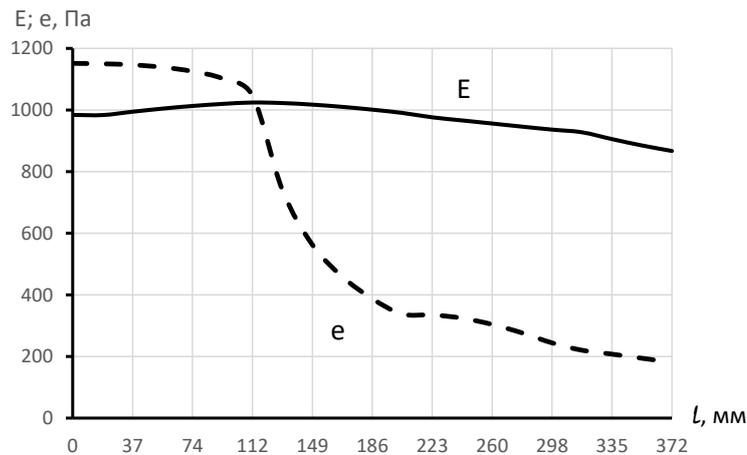


Рис. 23 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 23 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.1.1.3. Температура повітря на горищі –5 °С.

На рис. 24 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

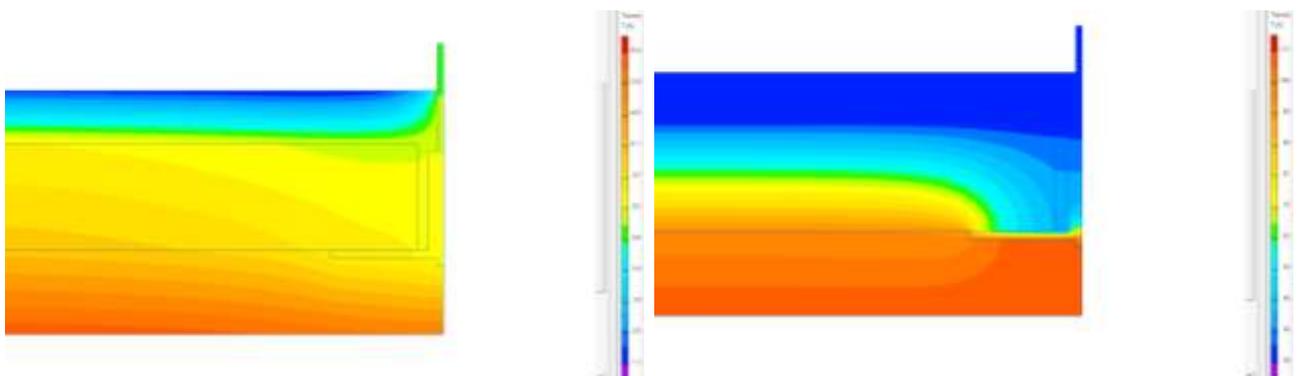


Рис. 24 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 25 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій.

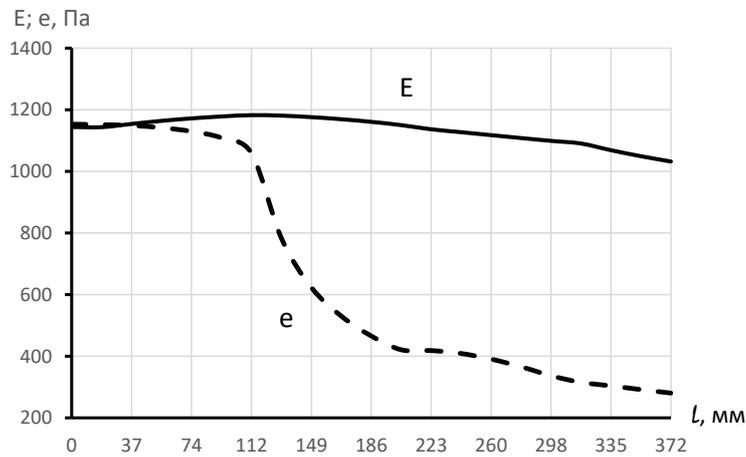


Рис. 25 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 25 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

Для більш точного визначення температури повітря на горищі, при якій не відбувається конденсація вологи (довжина ділянки конденсації дорівнює 0) на поверхнях нижнього поясу металевої ферми, наступні дослідження виконувалися з кроком  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (температура горища). Виявилось, що умова виконується при температурі горища  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Результати дослідження наведені нижче.

#### 2.1.1.4. Температура повітря на горищі $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

На рис. 26 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

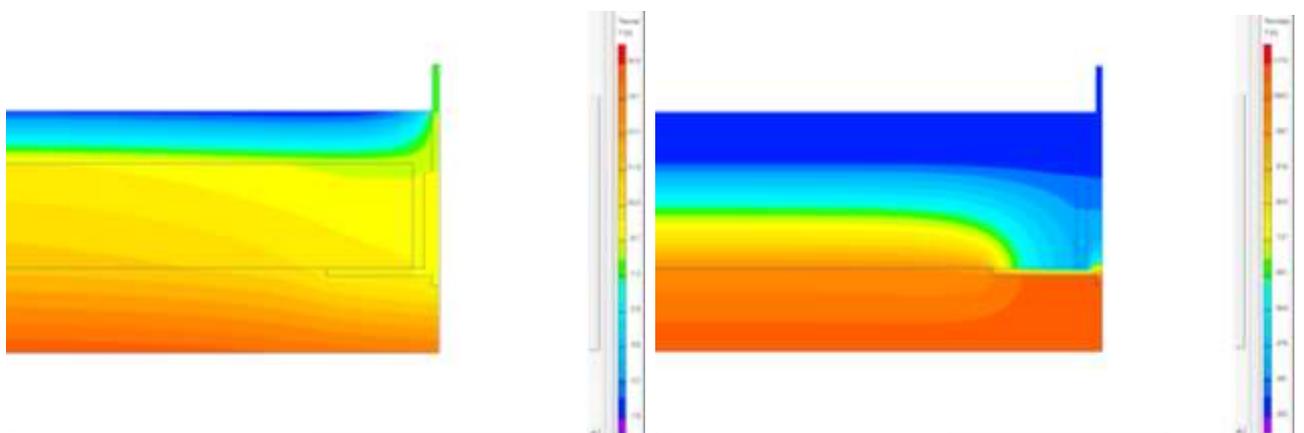


Рис. 26 – Поля: а) температурне, б) вологісне

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

На рис. 27 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

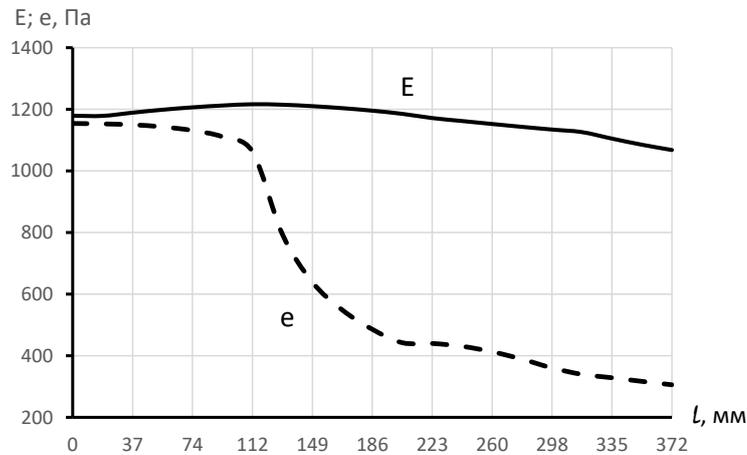


Рис. 27 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 27 конденсація не відбувається.

## 2.1.2. Відносна вологість повітря на горищі 50 %.

### 2.1.2.1. Температура повітря на горищі –15 °С.

На рис. 28 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

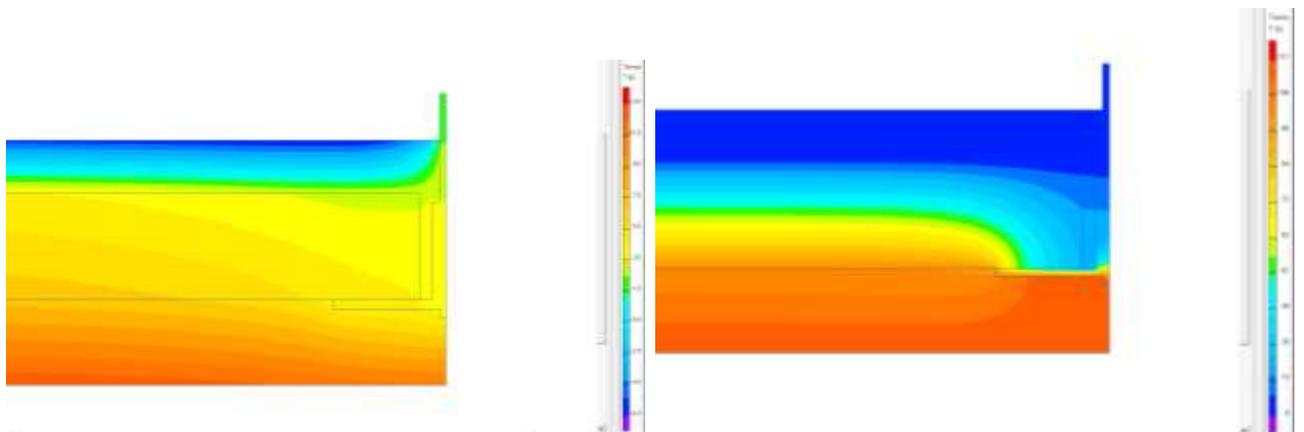


Рис. 28 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 29 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

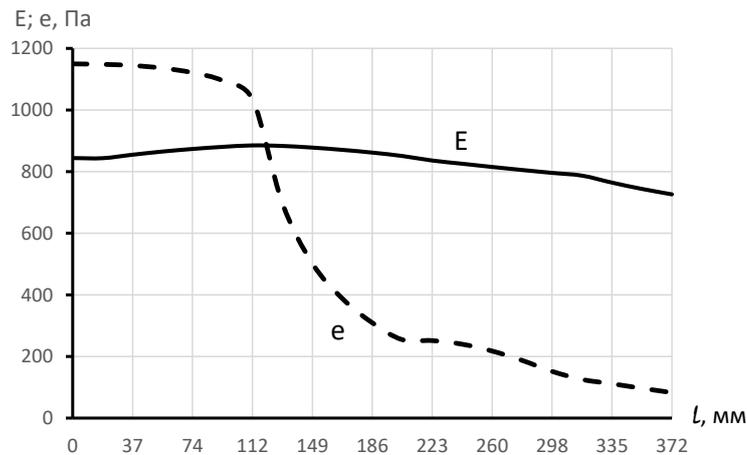


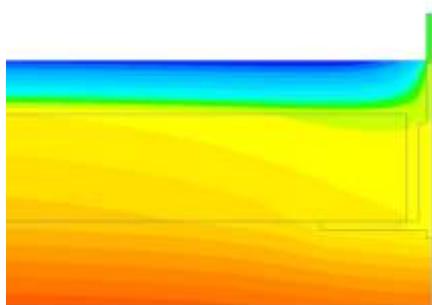
Рис. 29 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 29 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.1.2.2. Температура повітря на горищі –10 °С.

На рис. 30 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

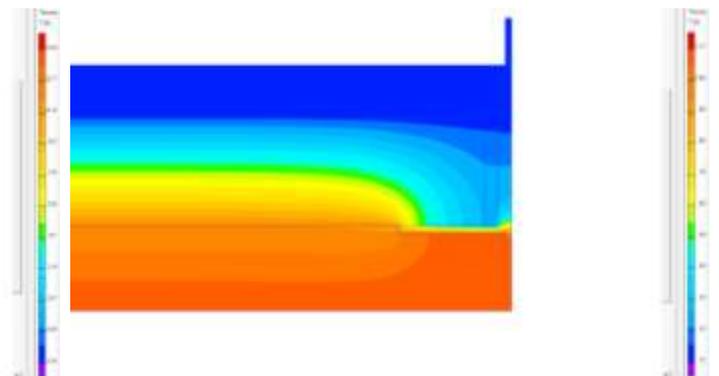


Рис. 30 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 31 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій.

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		29

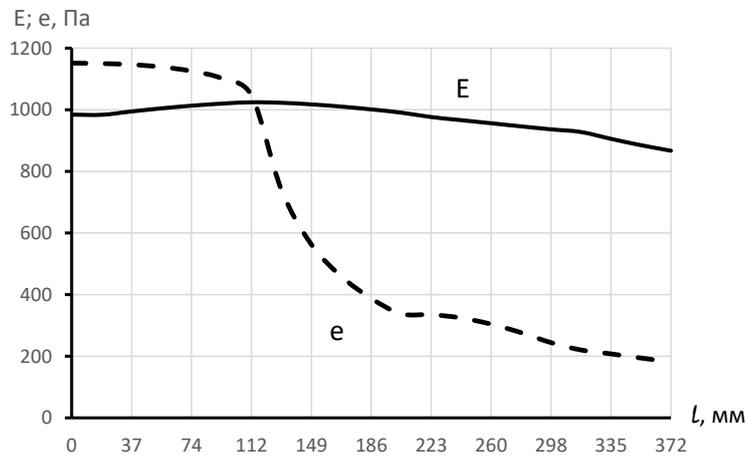


Рис. 31 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 31 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.1.2.3. Температура повітря на горищі –5 °С.

На рис. 32 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

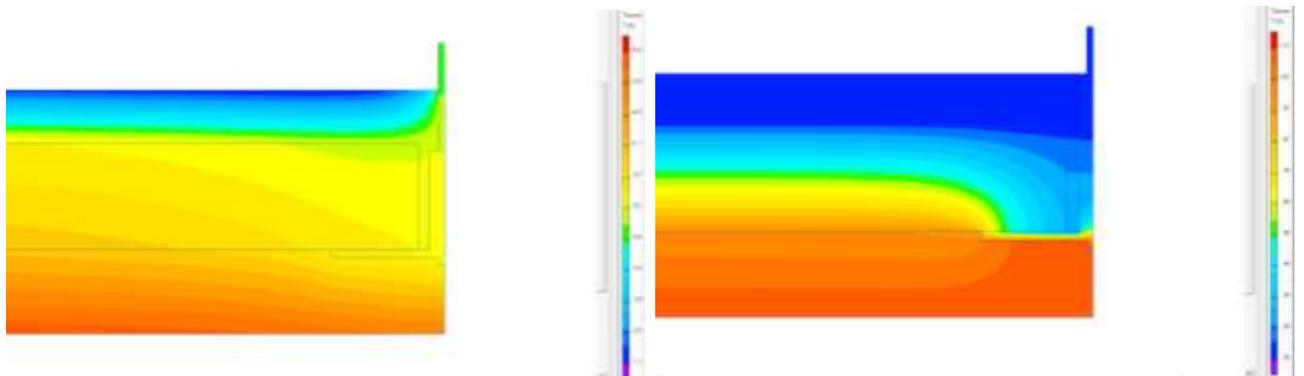


Рис. 32 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 32 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

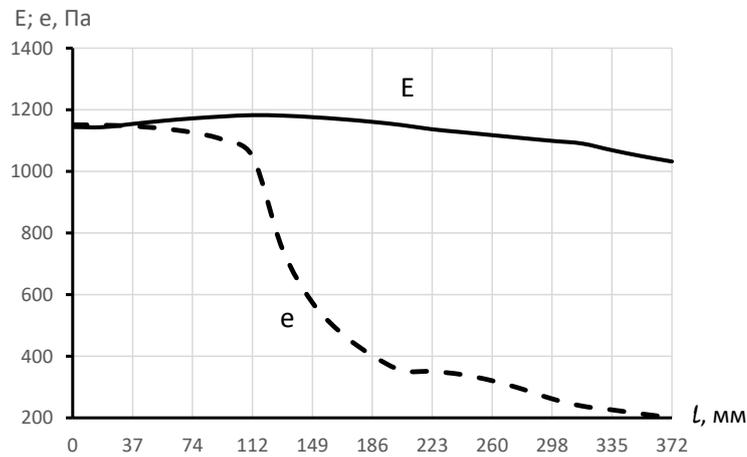


Рис. 32 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 32 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

#### 2.1.2.4. Температура повітря на горищі $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

На рис. 33 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

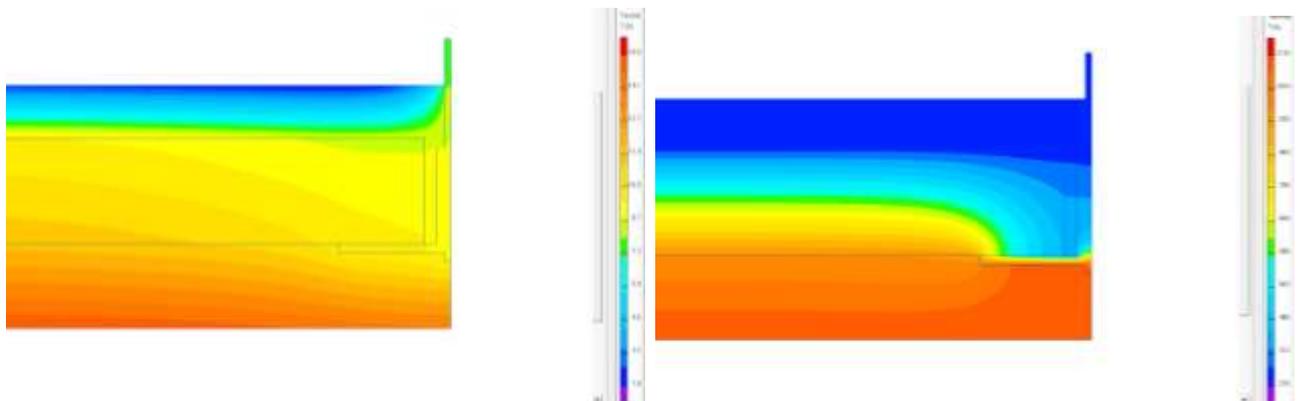


Рис. 33 – Поля: а) температурне, б) вологісне

Можливість утворення конденсату на поверхнях нижнього поясу ферми визначалася на ділянках металевих конструкцій які не стикаються з повітрям горища. Ділянки, що стикаються з повітрям горища не розглядалися тому, що температура на них вище температури повітря горища, тому конденсація вологи на них неможлива.

На рис. 34 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

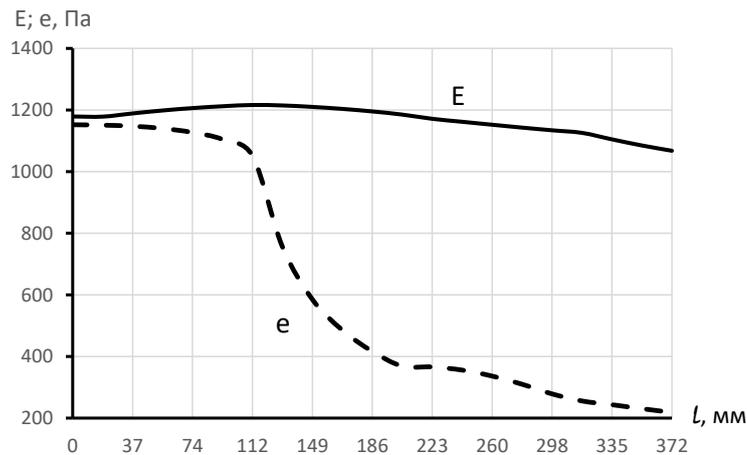


Рис. 34 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 4 конденсація не відбувається.

### 2.1.3. Відносна вологість повітря на горищі 30 %.

#### 2.1.3.1. Температура повітря на горищі –15 °С.

На рис. 35 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

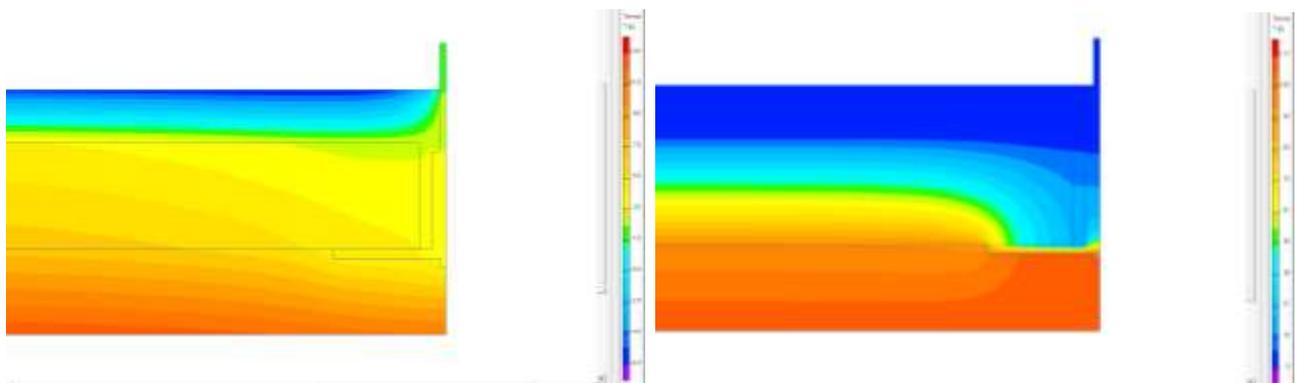


Рис. 35 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 36 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

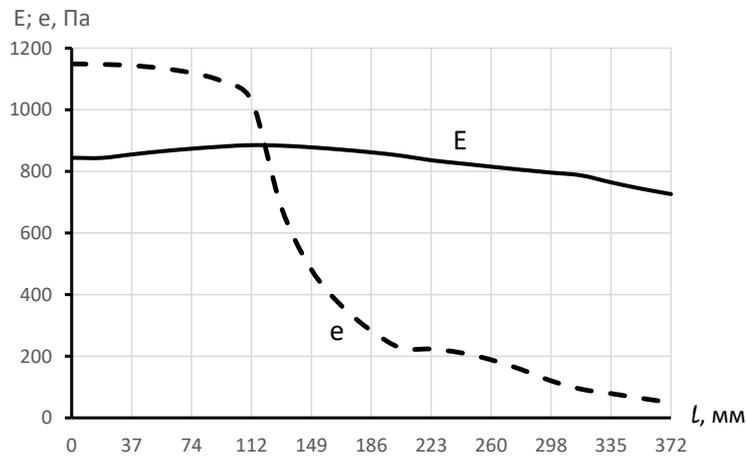


Рис. 36 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 36 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.1.3.2. Температура повітря на горищі –10 °С.

На рис. 37 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

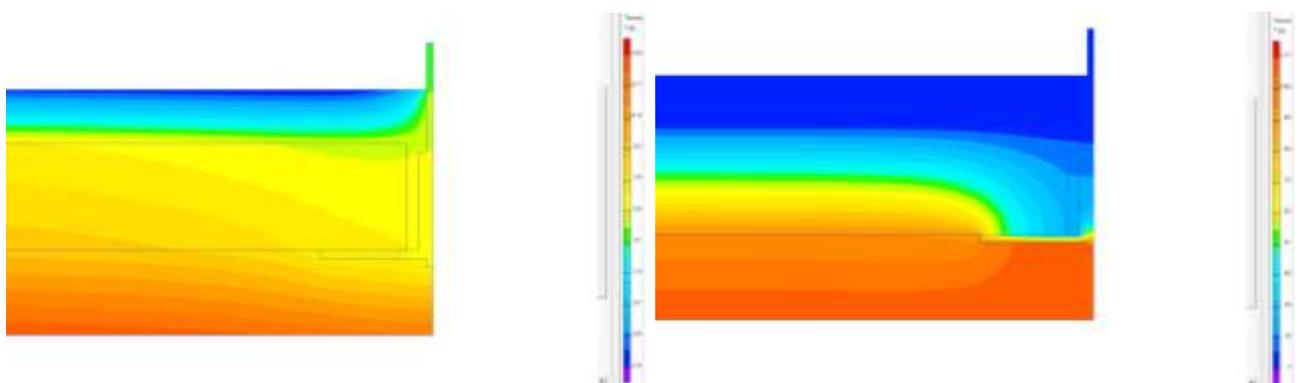


Рис. 37 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 38 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

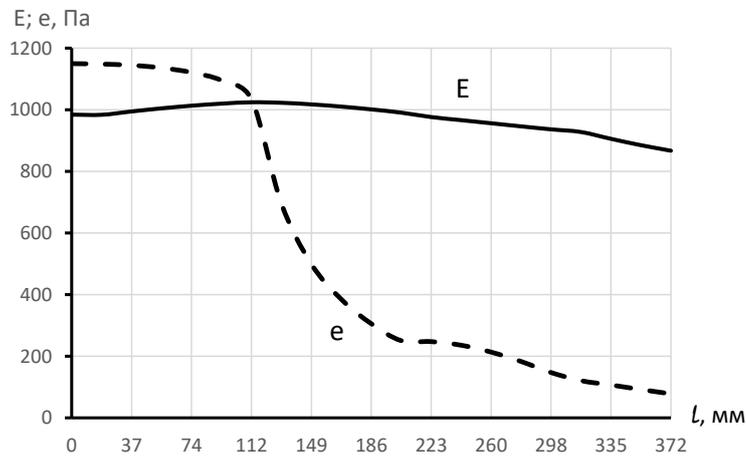


Рис. 38 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 54 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.1.3.3. Температура повітря на горищі –5 °С.

На рис. 39 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

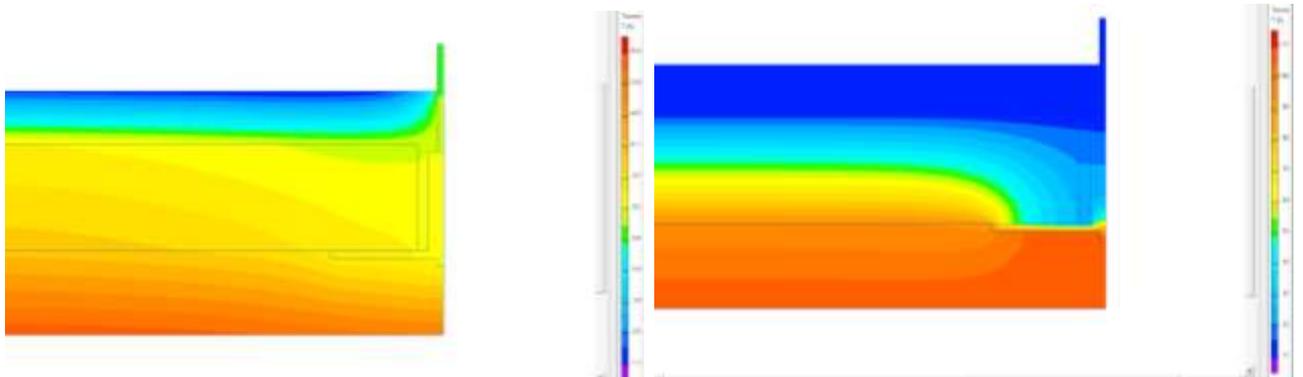


Рис. 39 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 40 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

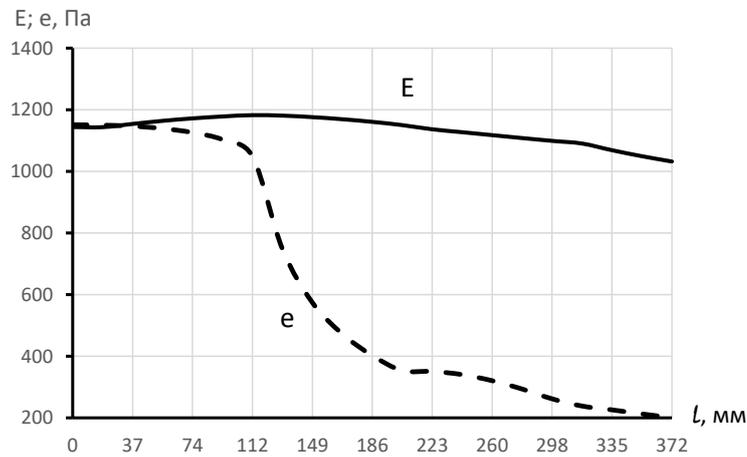


Рис. 40 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 40 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

#### 2.1.3.4. Температура повітря на горищі $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

На рис. 41 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

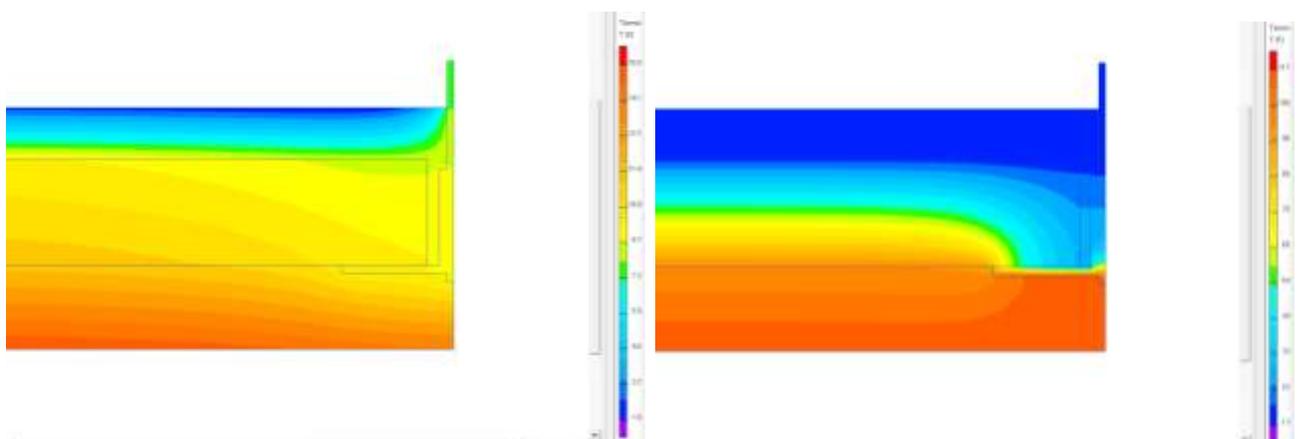


Рис. 41 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 42 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій.

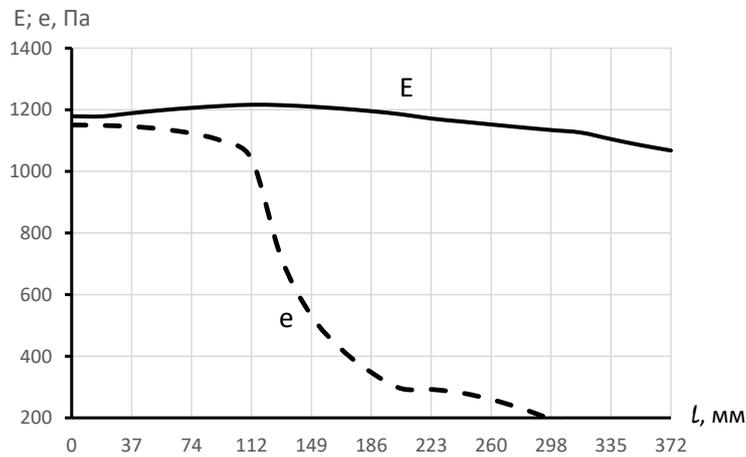


Рис. 42 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 42 конденсація не відбувається.

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища наведена у табл. 2.

Таблиця 2

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища

Температура повітря га горища, °C	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, %		
	70	50	30
-15	123	123	123
-10	115	114	113
-5	31	29	27
-4	0	0	0

Використовуючи отримані значення (табл. 2) побудовані графіки залежності довжини ділянки, де відбувається конденсація водяної пари на металевих

конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища (рис. 43).

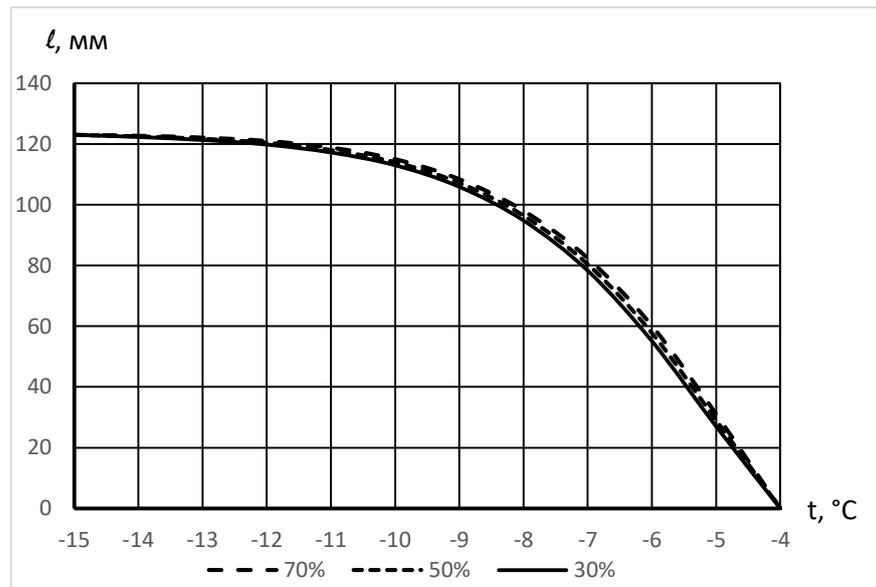


Рис. 43 – графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища

### Висновки:

1. При заповненні утеплювачем проміжків між кутиками нижнього поясу ферми та кутиками і залізобетонної плитою конденсація водяної пари на поверхнях нижнього поясу металевої ферми відбувається при температурі повітря на горищі нижче  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

2. Зі зниженням температури повітря на горищі величина ділянки конденсації збільшується.

3. Відносна вологість повітря на горищі практично не впливає на величину ділянки конденсації.

Так як найбільша величина ділянки конденсації спостерігається при відносній вологості повітря на горищі 70 %, а величина відносної вологості незначно впливає на її величину то подальші дослідження виконувалися тільки з відносною вологістю повітря на горищі 70 %.

**2.2. Ділянка з планкою. Відсутність утеплювача між кутиками та залізобетонною плитою.**

Розрахункова схема наведена на рис. 44.



Рис. 44 - Розрахункова схема

**2.2.1. Температура повітря на горищі – 15 °С.**

На рис. 45 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

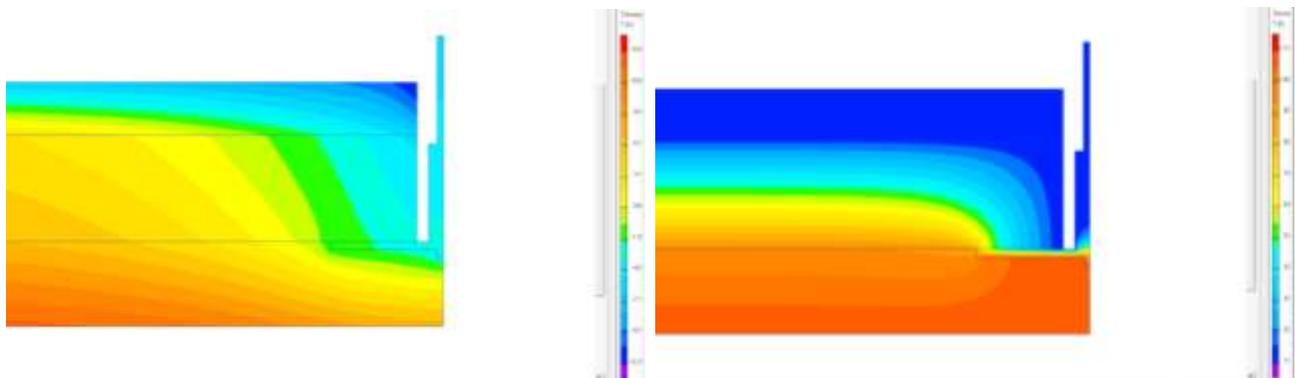


Рис. 45 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 46 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

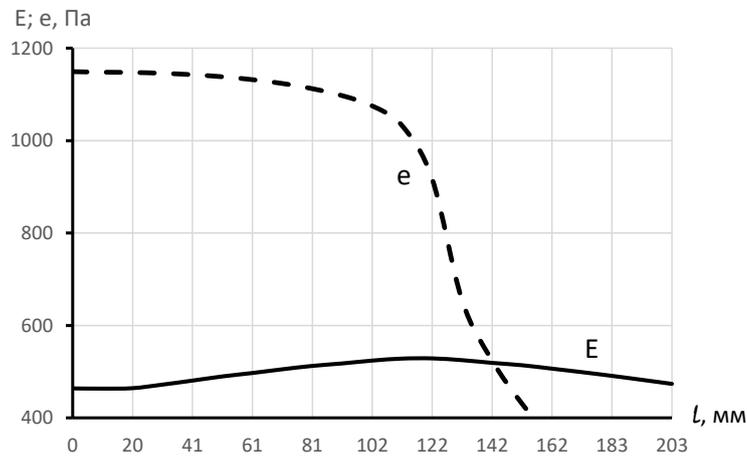


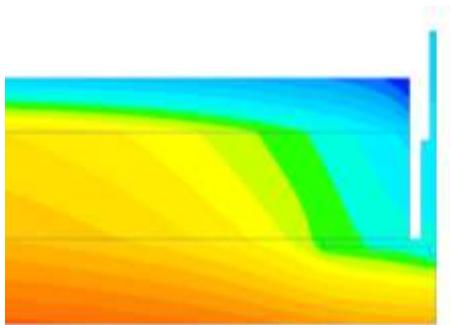
Рис. 46 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 46 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.2.2. Температура повітря на горищі – 10 °С.

На рис. 47 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

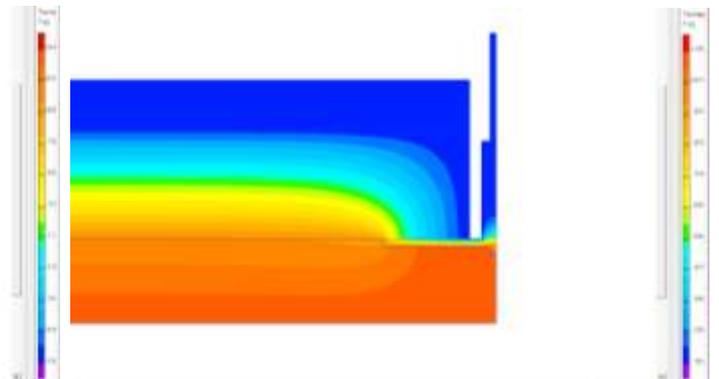


Рис. 47 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 48 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

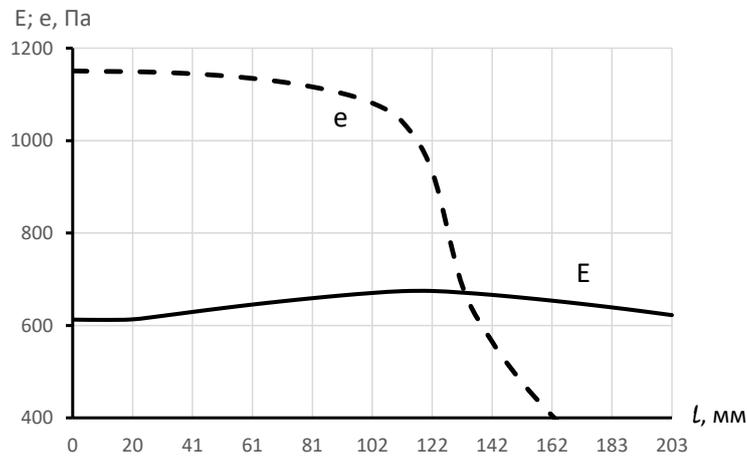


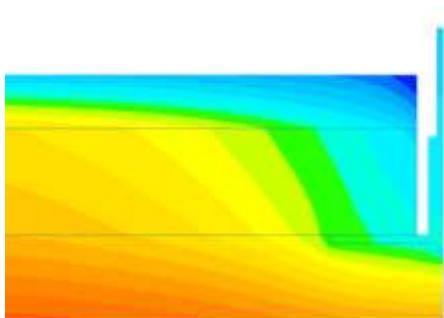
Рис. 48 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 48 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.2.3. Температура повітря на горищі –5 °С.

На рис. 49 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

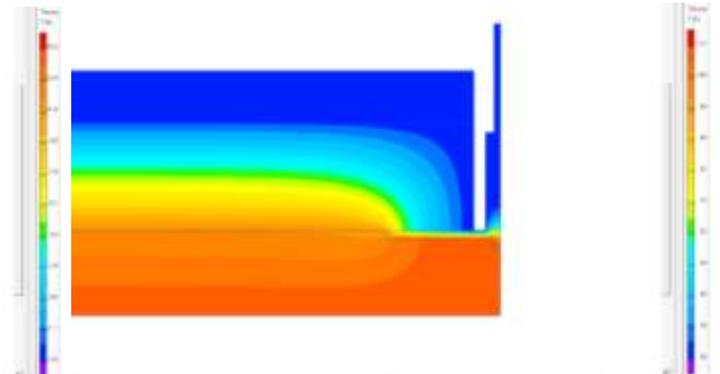


Рис. 49 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 50 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

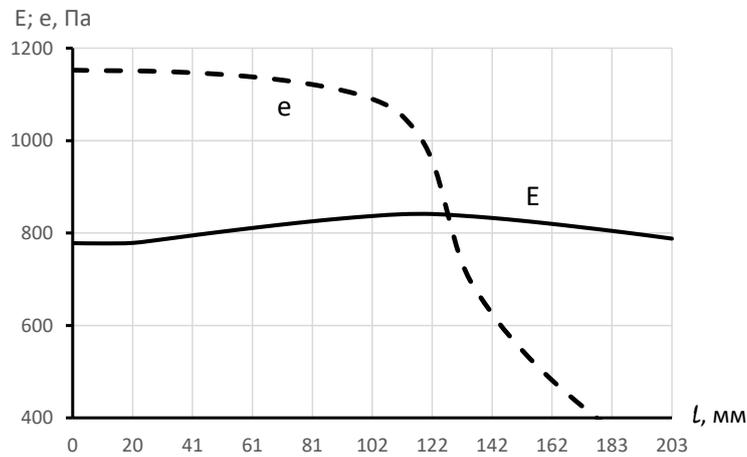


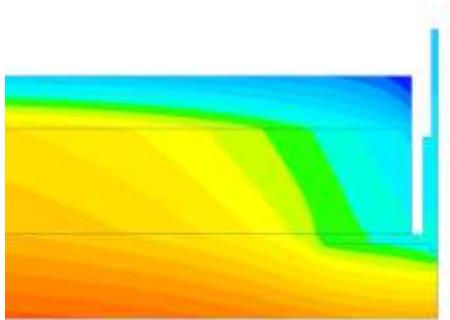
Рис. 50 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 50 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

#### 2.2.4. Температура повітря на горищі 0 °С.

На рис. 51 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

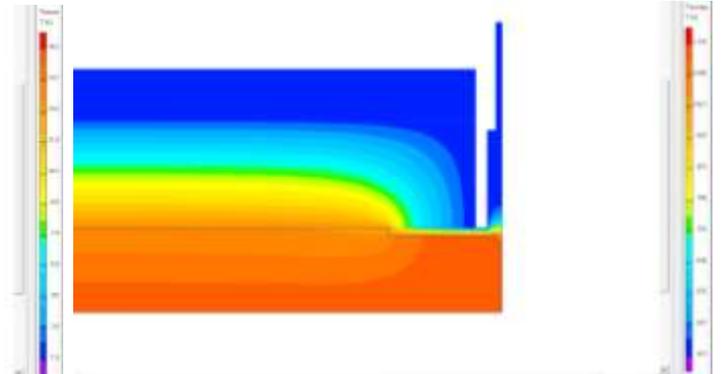


Рис. 57 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 58 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

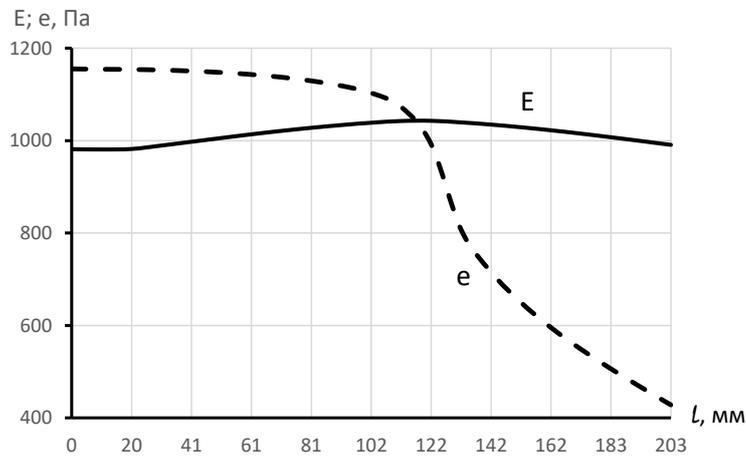


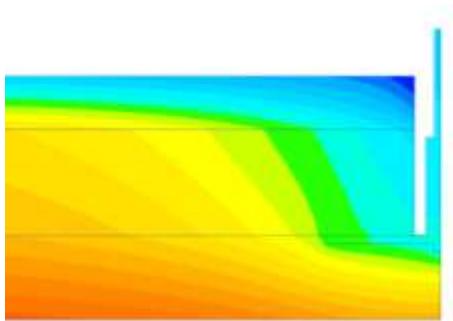
Рис. 58 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 58 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.2.5. Температура повітря на горищі 4 °С.

На рис. 59 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

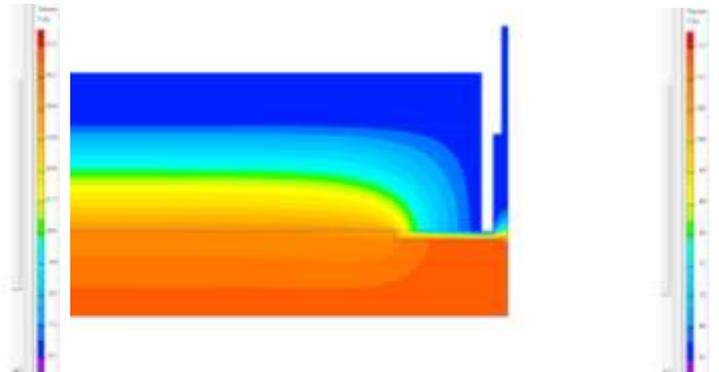


Рис. 59 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 60 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

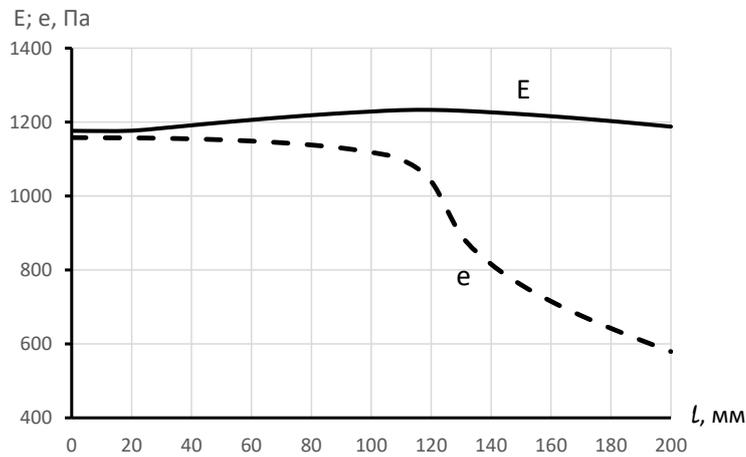


Рис. 60 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 60 конденсація не відбувається.

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища наведена у табл. 3.

Таблиця 3

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря на горищі

Температура повітря га горища, °C	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, 70 %
-15	143
-10	133
-5	126
0	116
4	0

Використовуючи отримані значення (табл. 3) побудовані графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища (рис. 61).

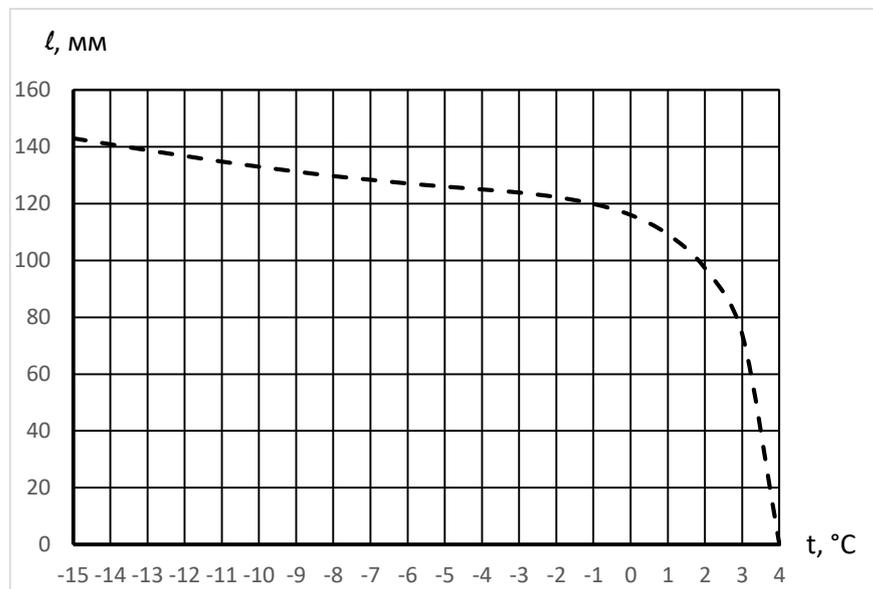


Рис. 61 – графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища

**Висновки:**

4. Якщо між утеплювачем та конструкціями нижнього поясу металевої ферми є повітряний зазор, то при температурі повітря на горищі нижче 4 °C на поверхнях нижнього поясу ферми відбувається конденсація водяної пари, внаслідок чого можлива корозія цих елементів.

5. Конденсація відбувається на нижній поверхні кутиків нижнього поясу ферми та планки між ними.

6. Найбільша кількість вологи, що конденсується на поверхнях знаходиться посередині нижньої поверхні планки.

7. Зі зниженням температури на горищі величина ділянки конденсації збільшується.

**2.3. Ділянка з планкою. Відшарування штукатурки від елементів нижнього поясу ферми.**

**2.3.1. Величина відшарування 5 мм.**

Розрахункова схема наведена на рис. 62.

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

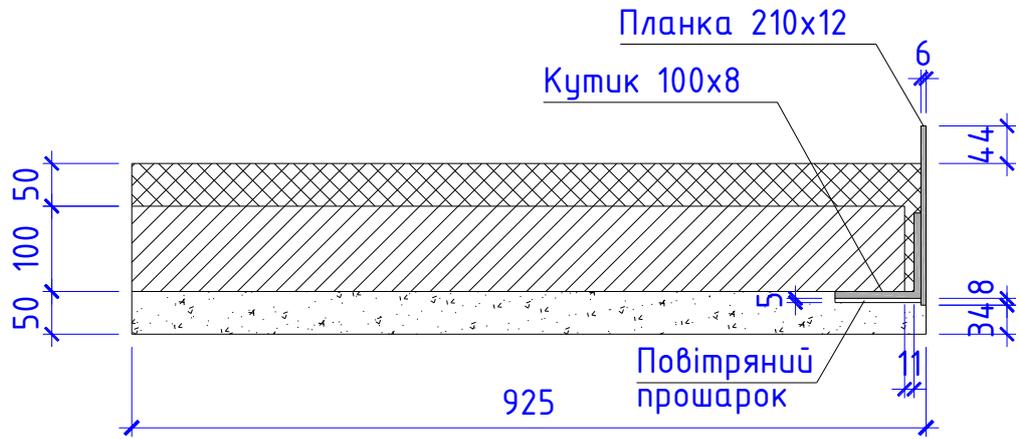
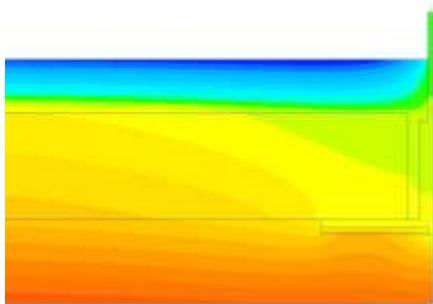


Рис. 62 - Розрахункова схема

### 2.3.1.2. Температура повітря на горищі –15 °С.

На рис. 63 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

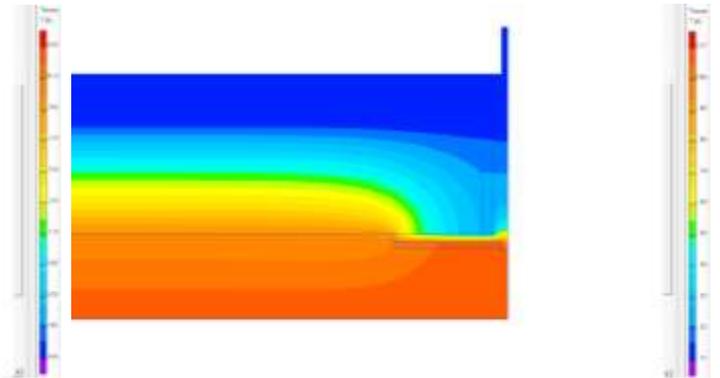


Рис. 63 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 64 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

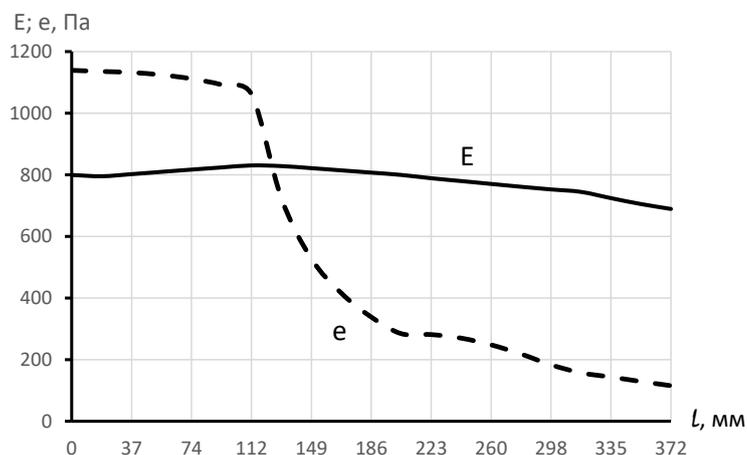


Рис. 64 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 64 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.3.1.3. Температура повітря на горищі –10 °С.

На рис. 65 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

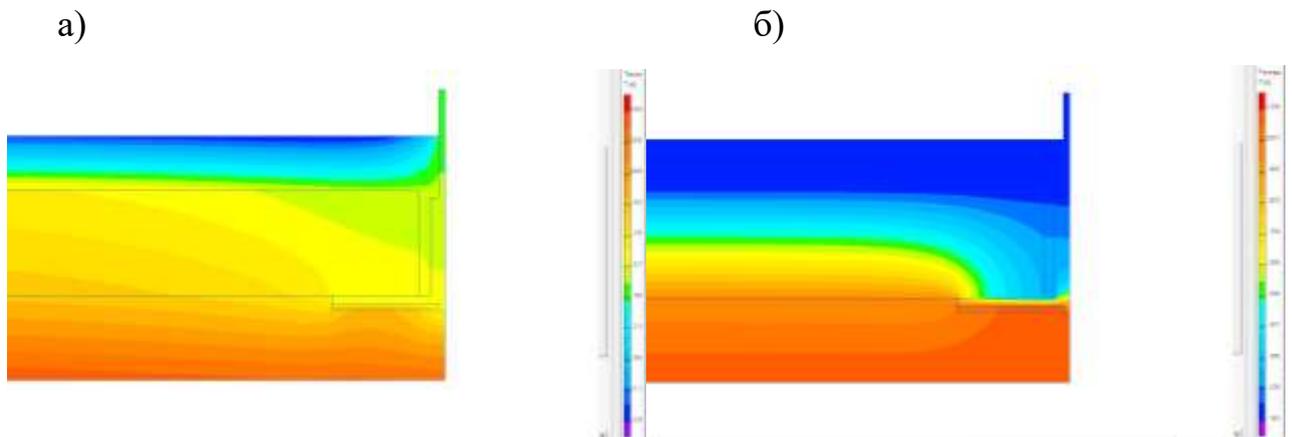


Рис. 65 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 66 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

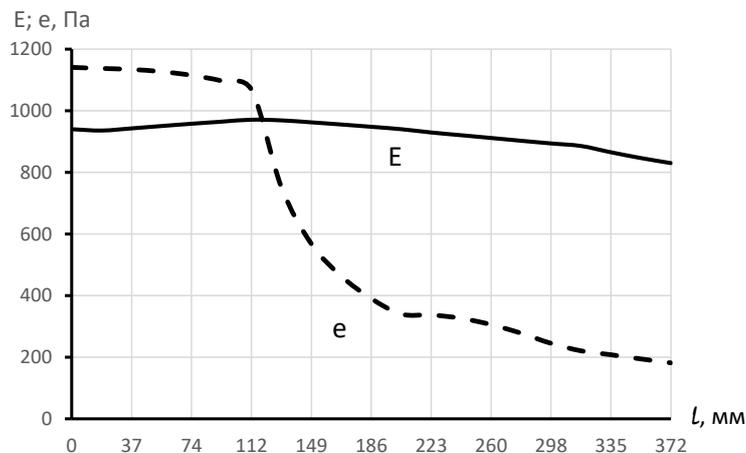


Рис. 66 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій

Як видно з графіків на рис. 66 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.3.1.4. Температура повітря на горищі –5 °С.

На рис. 67 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

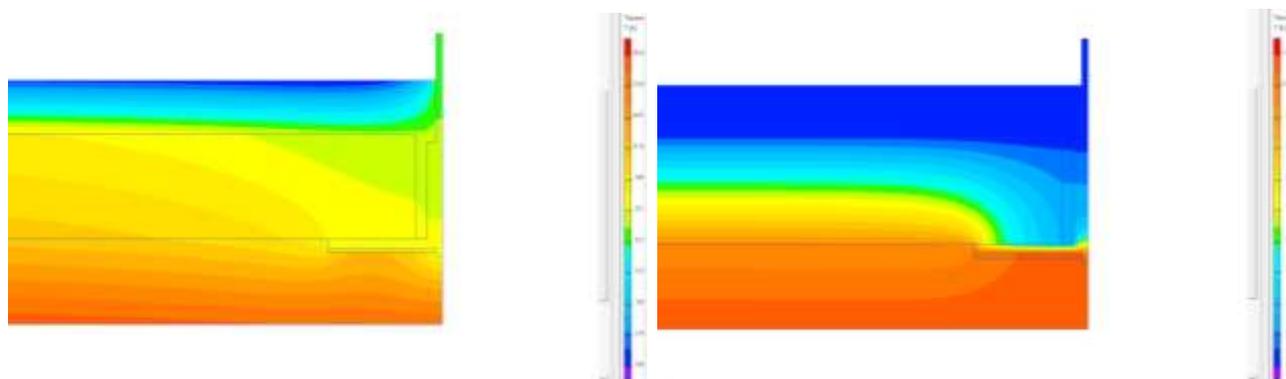


Рис. 67 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 68 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

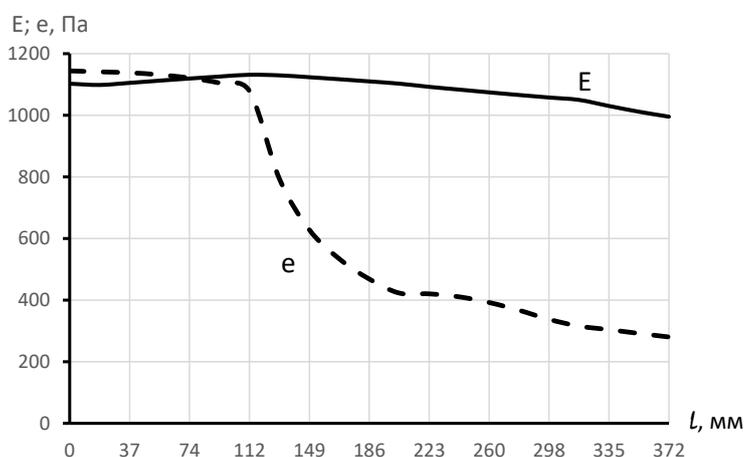


Рис. 68 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 68 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.3.1.5. Температура повітря на горищі –3 °С.

На рис. 69 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

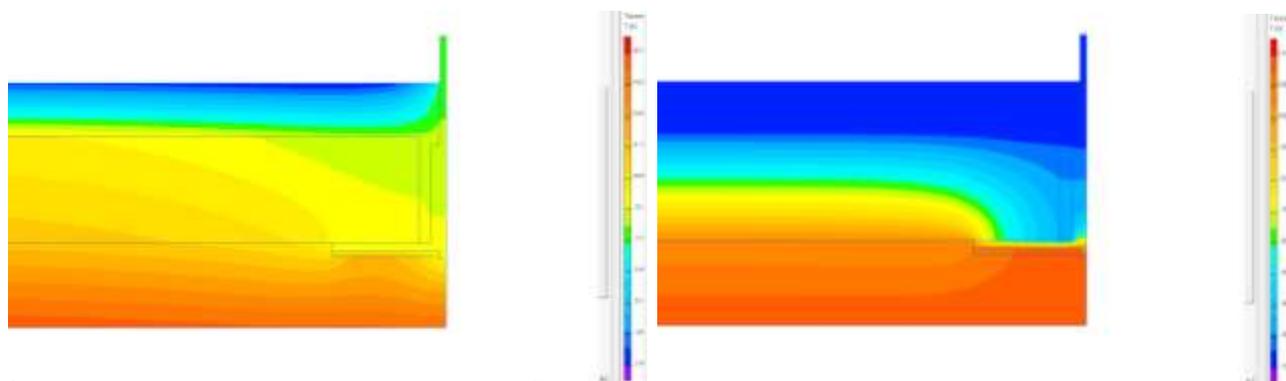


Рис. 69 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 70 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

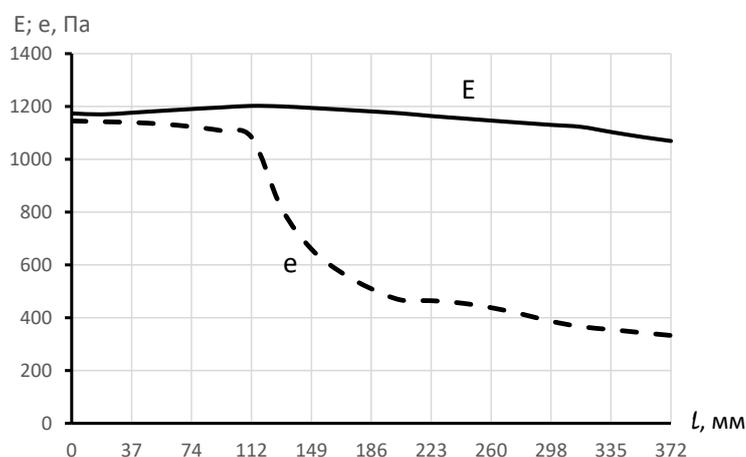


Рис. 70 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 70 конденсація не відбувається.

### 2.3.2. Величина відшарування 10 мм.

Розрахункова схема наведена на рис. 71.

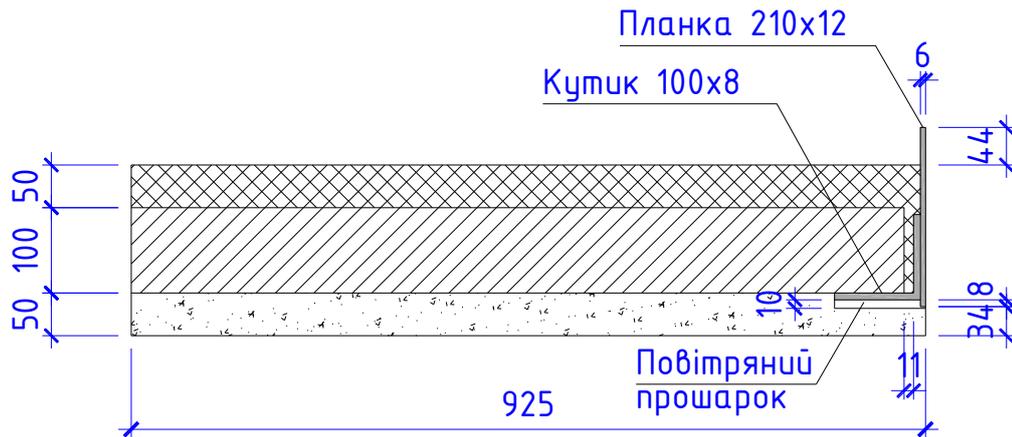


Рис. 71 - Розрахункова схема

#### 2.3.2.1. Температура повітря на горищі –15 °С.

На рис. 72 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

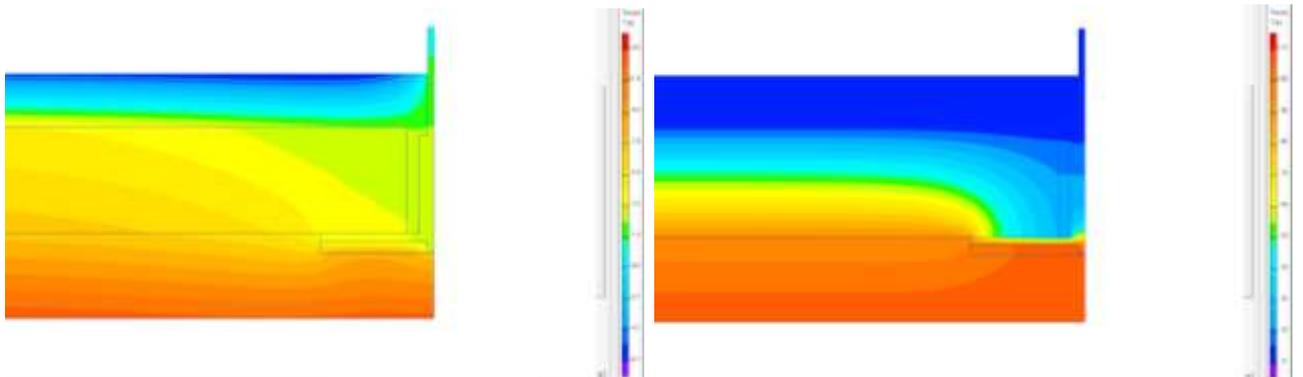


Рис. 72 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 73 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

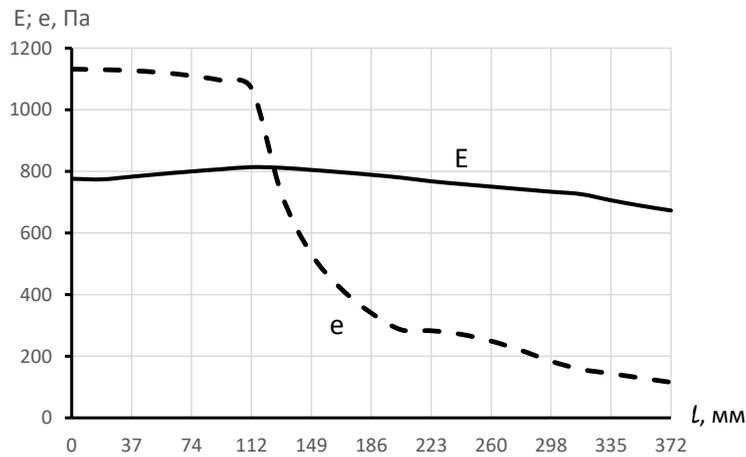


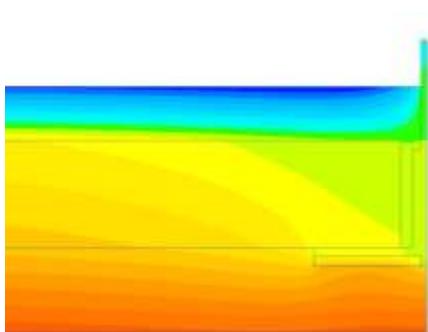
Рис. 73 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 73 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.3.2.2. Температура повітря на горищі –10 °С.

На рис. 74 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

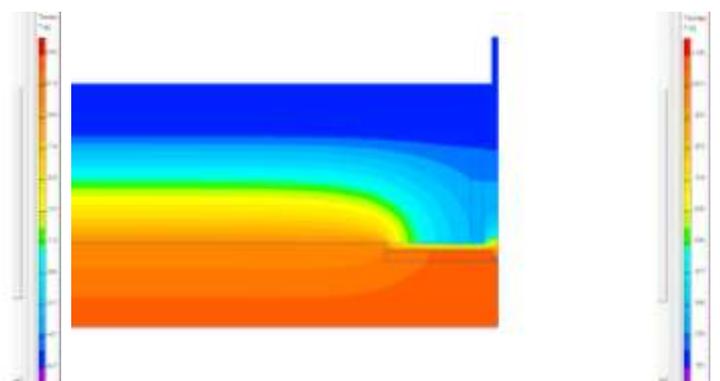


Рис. 74 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 75 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

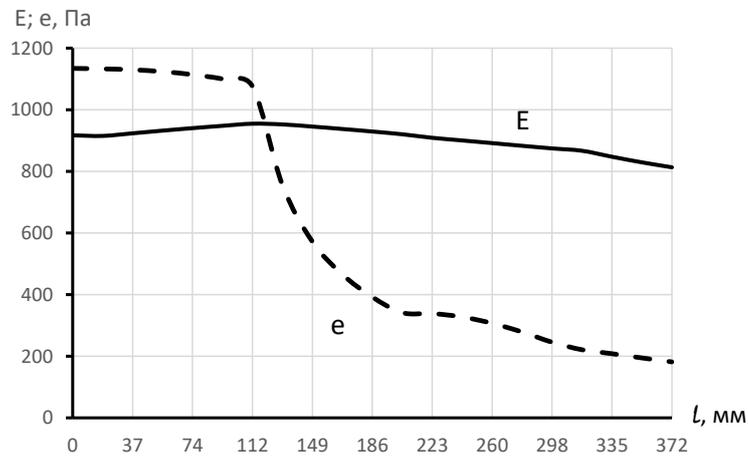


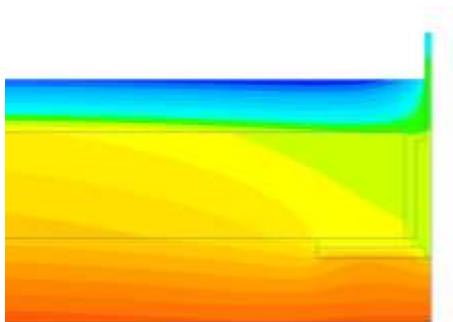
Рис. 75 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 75 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.3.2.3. Температура повітря на горищі –5 °С.

На рис. 76 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

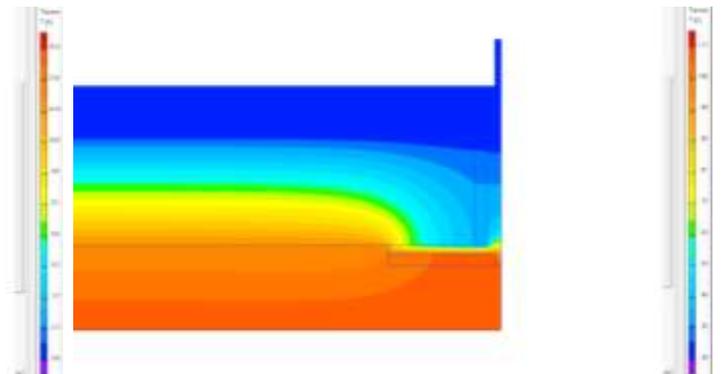


Рис. 76 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 77 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

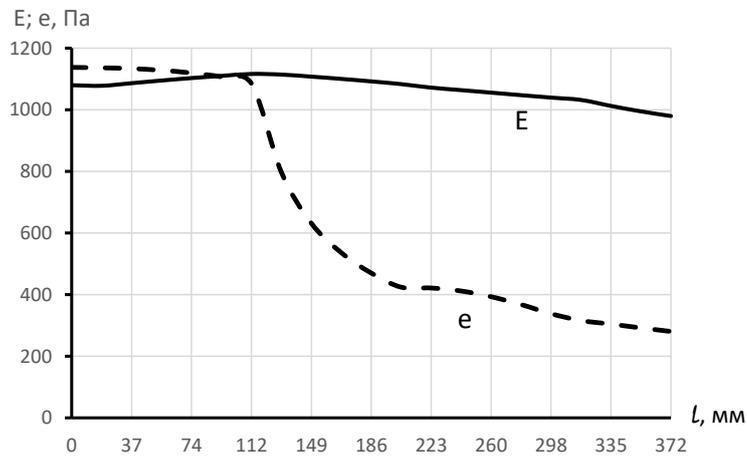


Рис. 77 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 77 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

#### 2.3.2.4. Температура повітря на горищі –3 °С.

На рис. 78 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

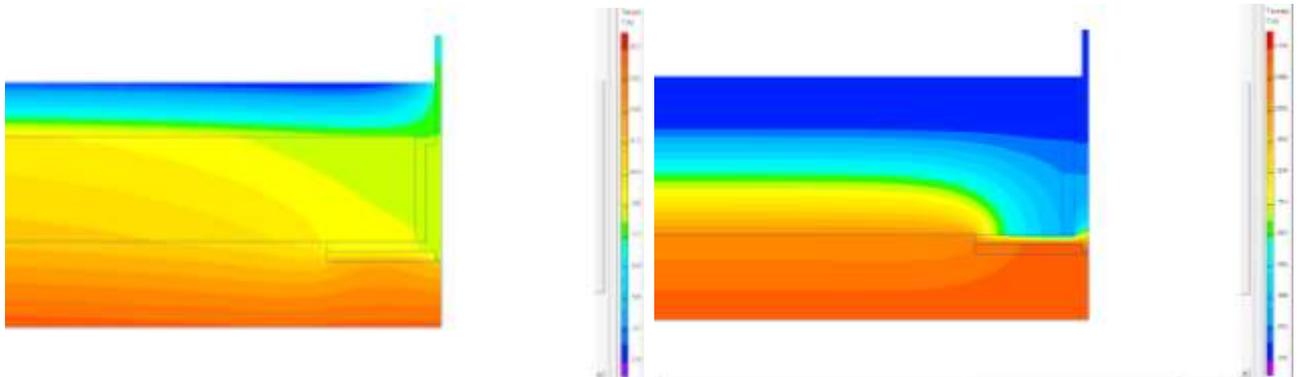


Рис. 78 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 79 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

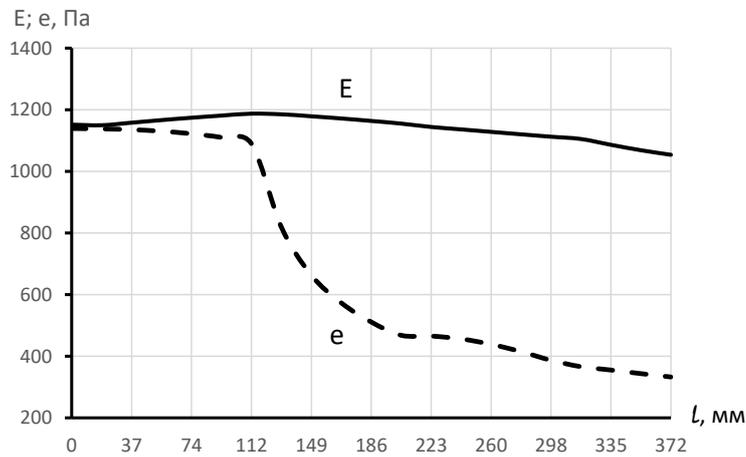


Рис. 79 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 79 конденсація не відбувається.

### 2.3.3. Величина відшарування 15 мм.

Розрахункова схема наведена на рис. 80.

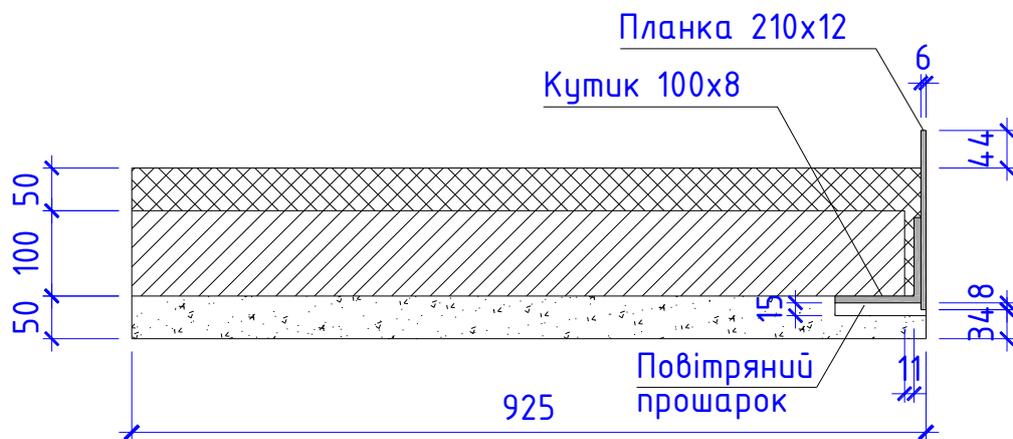


Рис. 80 - Розрахункова схема

#### 2.3.3.1. Температура повітря на горищі –15 °С.

На рис. 81 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

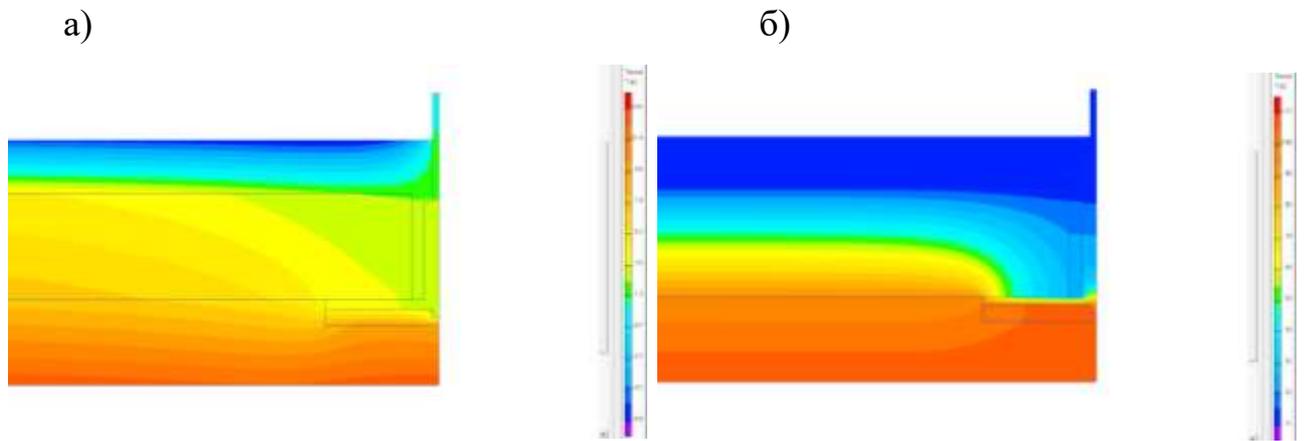


Рис. 81 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 80 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

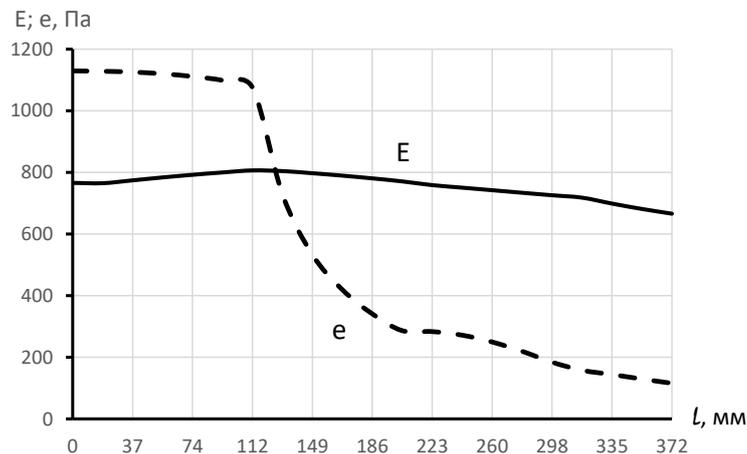


Рис. 82 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 82 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.3.3.2. Температура повітря на горищі – 10 °С.

На рис. 83 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

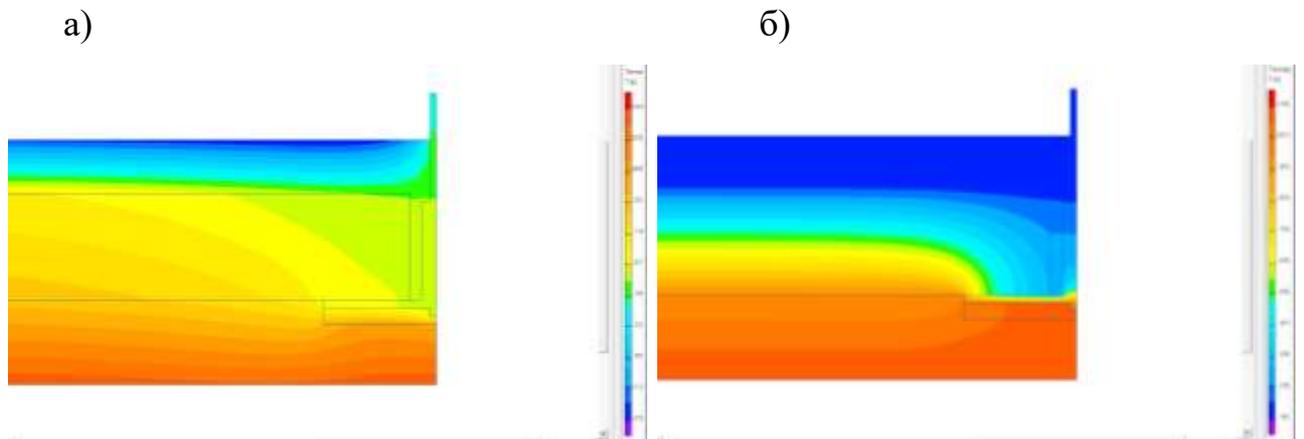


Рис. 83 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 84 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

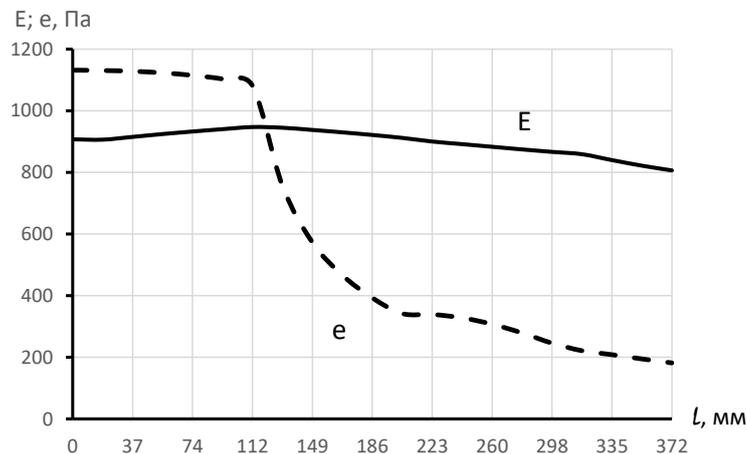


Рис. 84 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 58 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.3.3.3. Температура повітря на горищі –5 °С.

На рис. 85 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

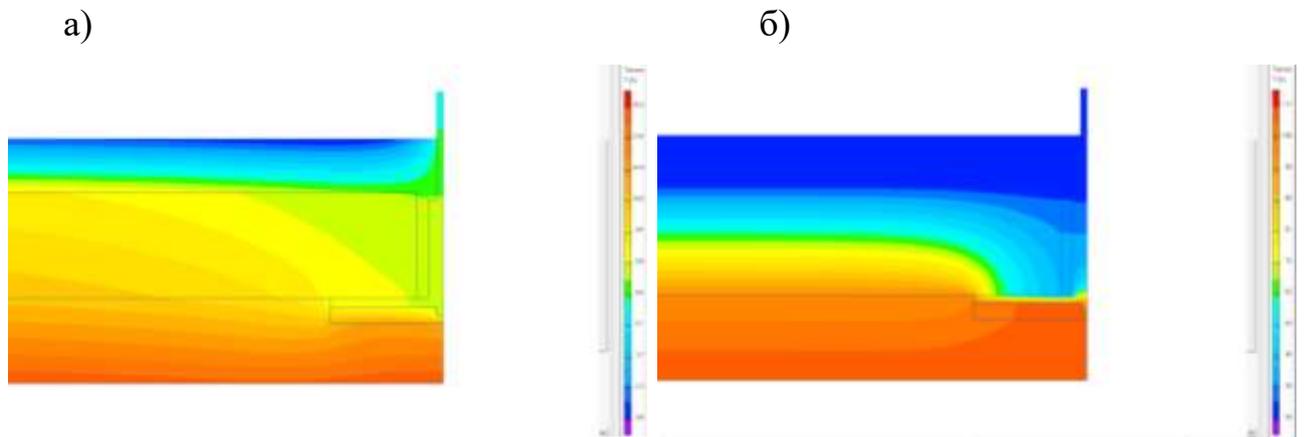


Рис. 85 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 86 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

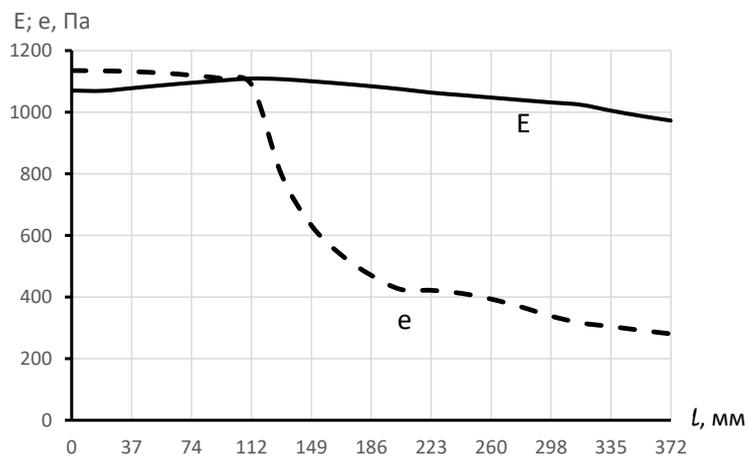


Рис. 86 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 86 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

#### 2.3.3.4. Температура повітря на горищі –3 °С.

На рис. 87 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

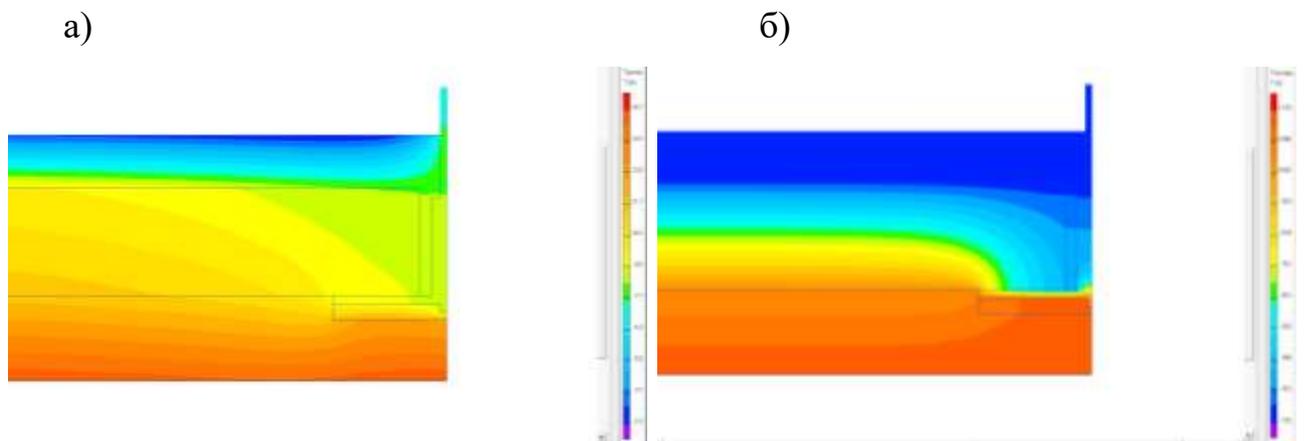


Рис. 87 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 88 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

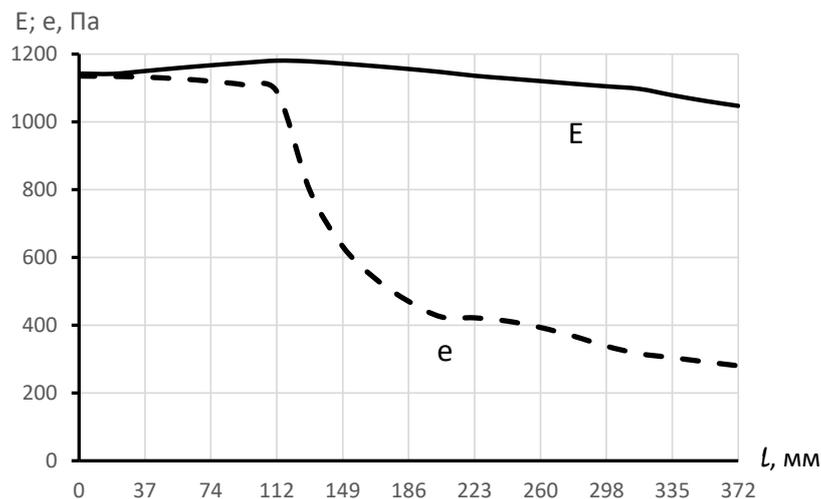


Рис. 88 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 88 конденсація не відбувається.

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища наведена у табл. 4.

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища

Температура повітря га горища, °С	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при товщині відшарування, мм		
	5	10	15
-15	125	126	126
-10	121	122	123
-5	76	90	99
-3	0	0	0

Використовуючи отримані значення (табл. 4) побудовані графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища (рис. 89).

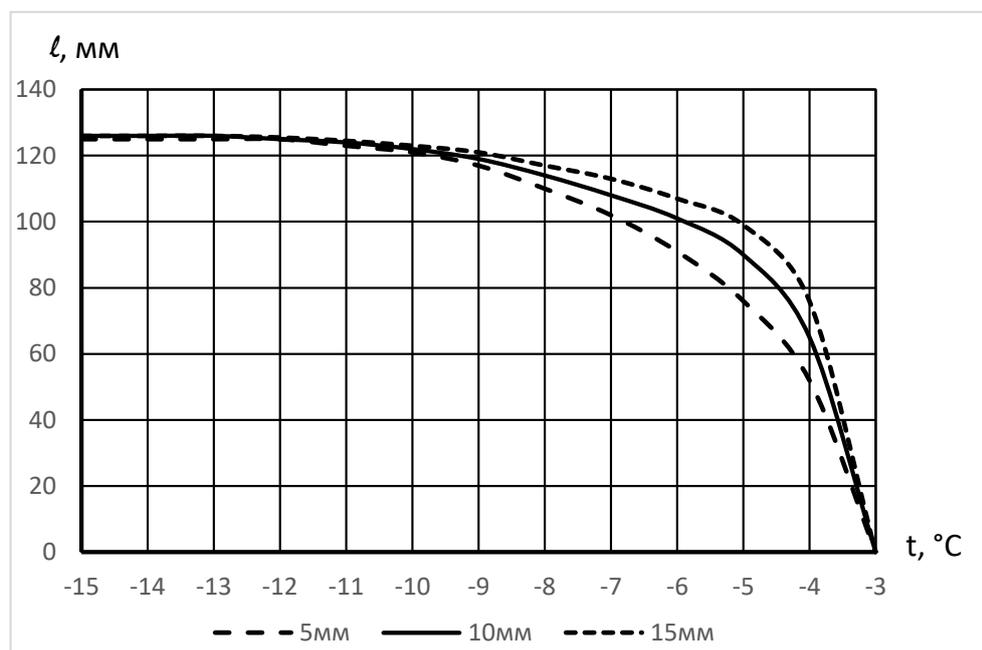


Рис. 89 – графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища

## Висновки:

1. При відшаруванні штукатурки від кутиків металевої ферми конденсації вологи на поверхнях металевих елементів відбувається якщо температури повітря на горищі нижче  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
2. Конденсація відбувається на нижній поверхні кутиків нижнього поясу ферми та планки між ними.
3. Найбільша кількість вологи, що конденсується на поверхнях знаходиться посередині нижньої поверхні планки.
4. Зі зниженням температури на горищі величина ділянки конденсації збільшується.
5. Величина ділянки конденсації суттєво відрізняється у діапазоні температур повітря на горищі від  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 2.4. Ділянка з планкою. Часткова відсутність утеплювача між залізобетонною плитою та металевими конструкціями.

Розрахункова схема наведена на рис. 90.



Рис. 90 - Розрахункова схема

#### 2.4.1. Температура повітря на горищі $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

На рис. 91 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

					2мБП.9775519.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

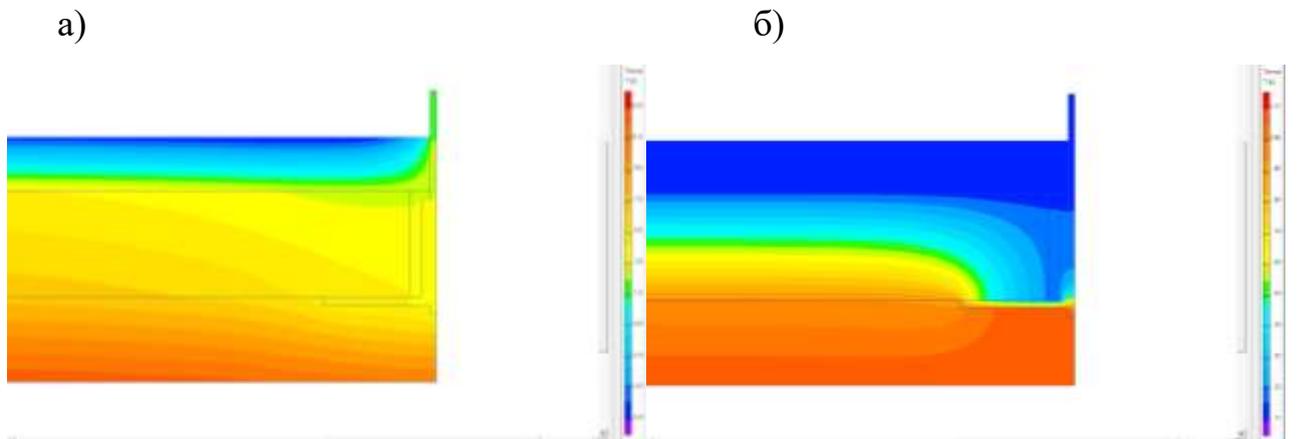


Рис. 91 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 92 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

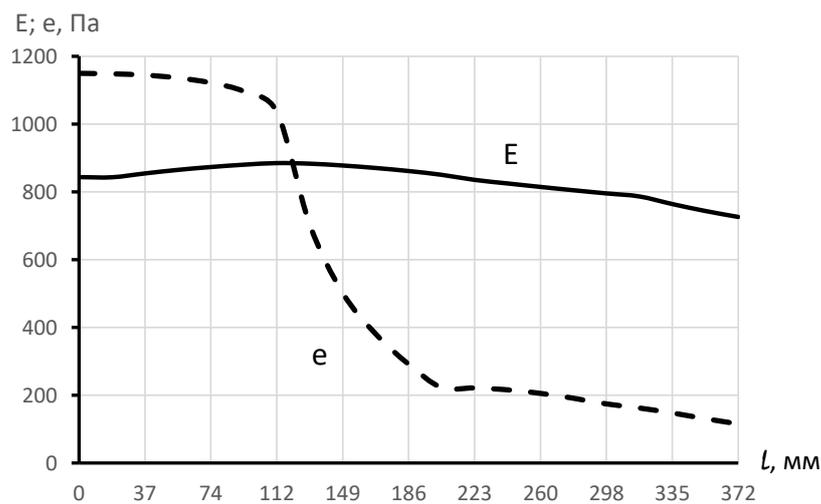


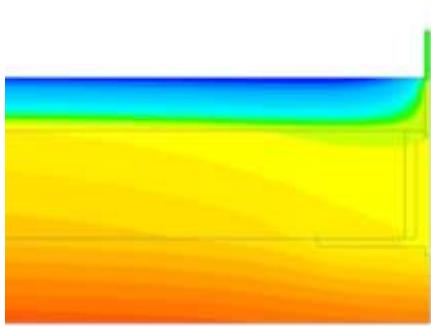
Рис. 92 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 92 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

## 2.4.2. Температура повітря на горищі – 10 °С.

На рис. 91 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

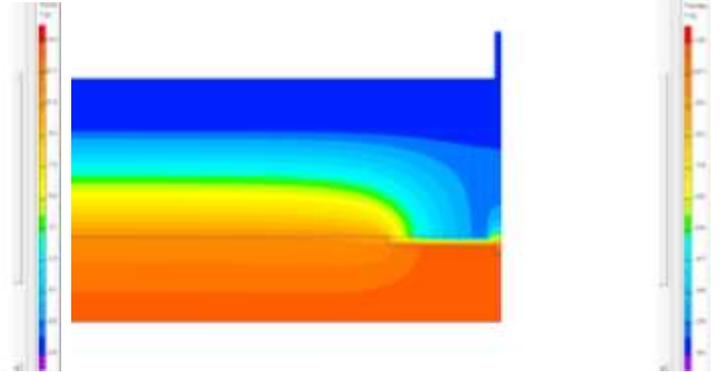


Рис. 91 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 92 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

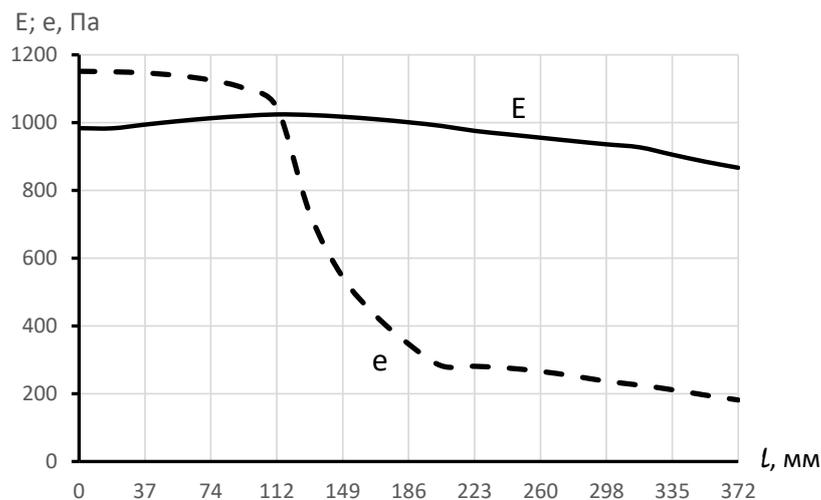


Рис. 92 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 92 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.4.3. Температура повітря на горищі –5 °С.

На рис. 93 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

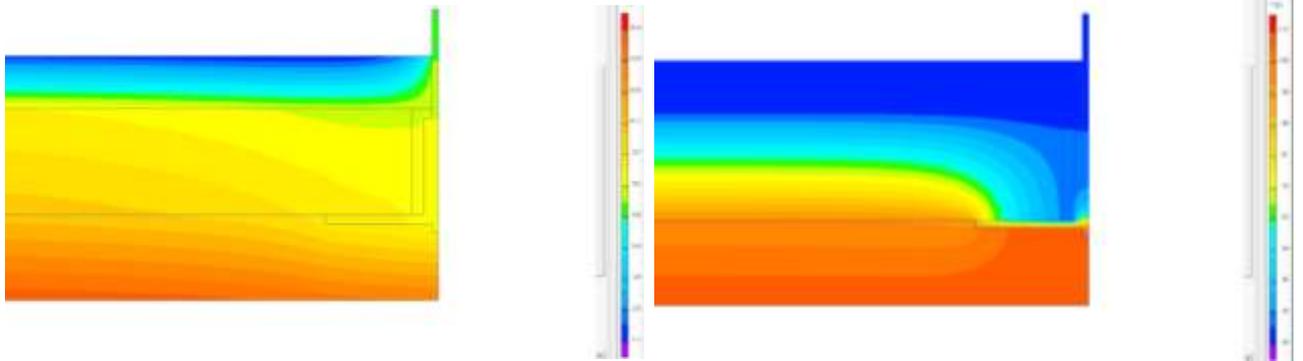


Рис. 93 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 94 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

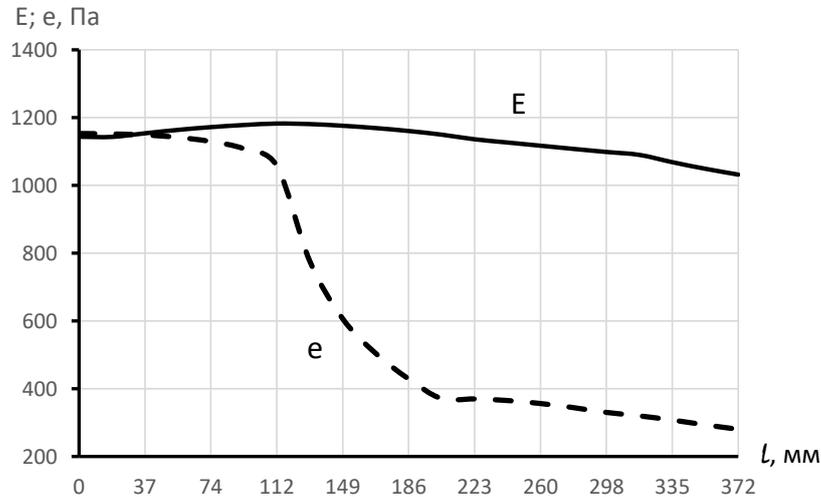


Рис. 92 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 94 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

#### 2.4.4. Температура повітря на горищі –4 °С.

На рис. 95 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

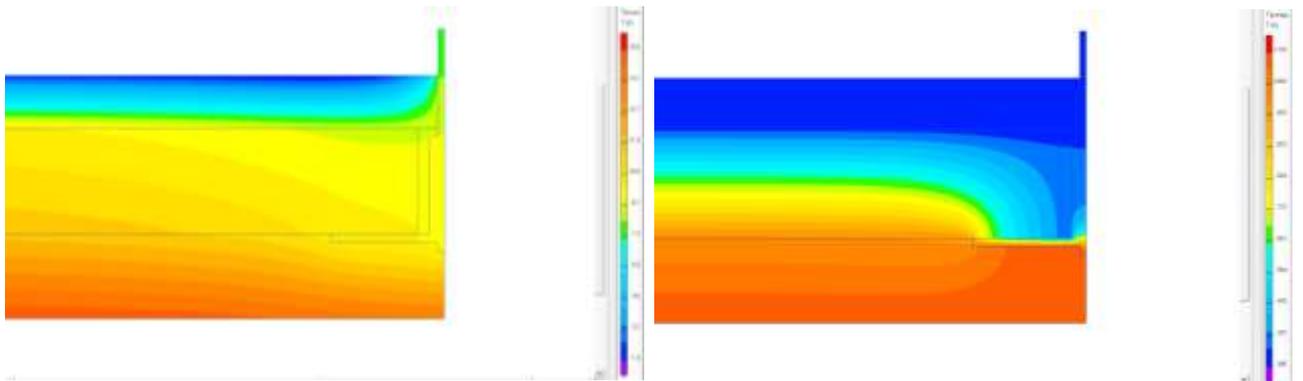


Рис. 95 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 96 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

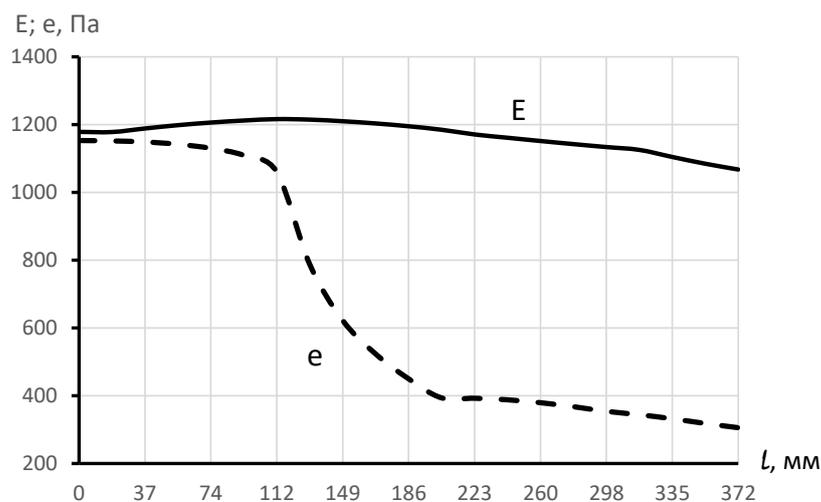


Рис. 96 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 96 конденсація не відбувається.

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища наведена у табл. 5.

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря на горищі

Температура повітря га горища, °С	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, 70 %
-15	123
-10	114
-5	31
-4	0

Використовуючи отримані значення (табл. 5) побудовані графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища (рис. 97).

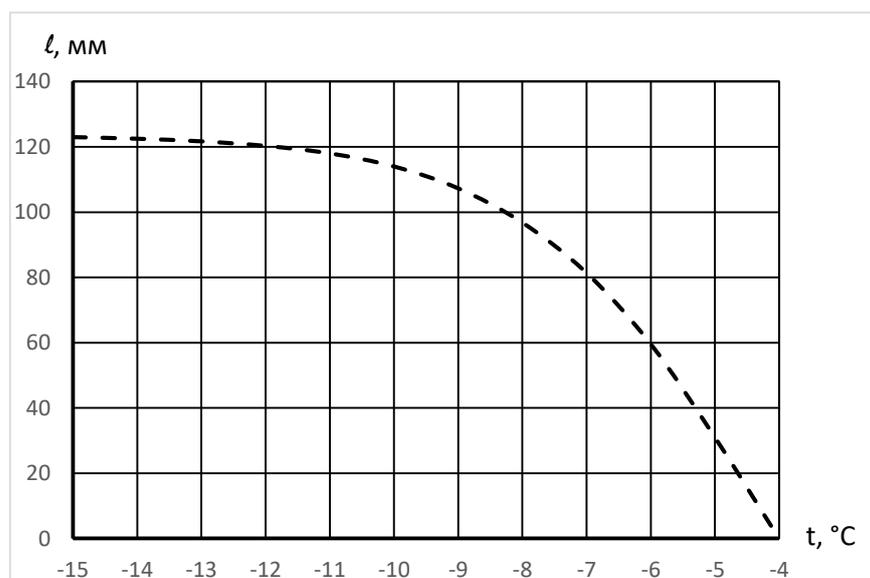


Рис. 97 – графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища

### Висновки:

1. Якщо між кутиками нижнього поясу ферми та залізобетонною плитою є повітряний зазор, то при температурі повітря на горищі нижче 4 °С на поверхнях

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		64

нижнього поясу ферми відбувається конденсація водяної пари, внаслідок чого можлива корозія цих елементів.

## 2.5. Ділянка без планки. Повне заповнення утеплювачем.

Розрахункова схема наведена на рис. 98.

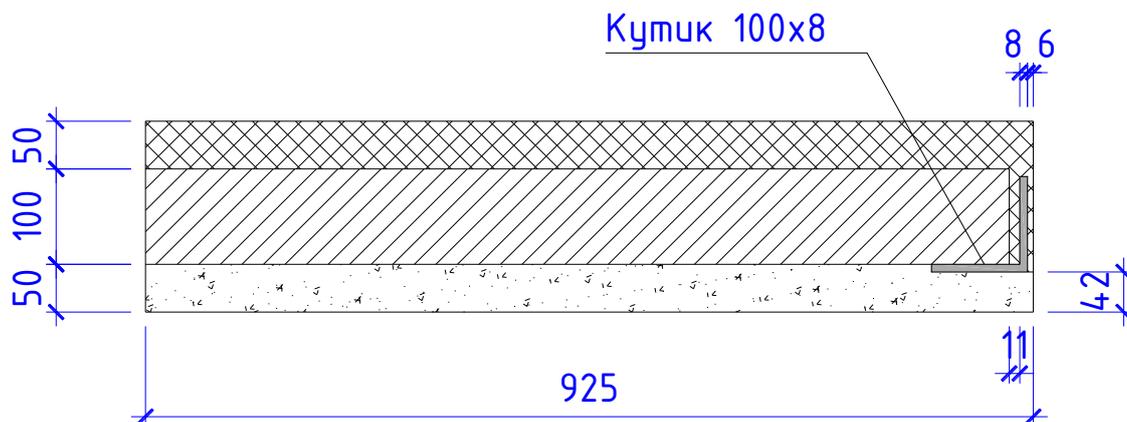
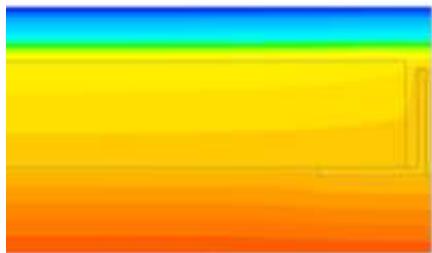


Рис. 98 - Розрахункова схема

### 2.5.1. Температура повітря на горищі – 15 °С.

На рис. 99 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

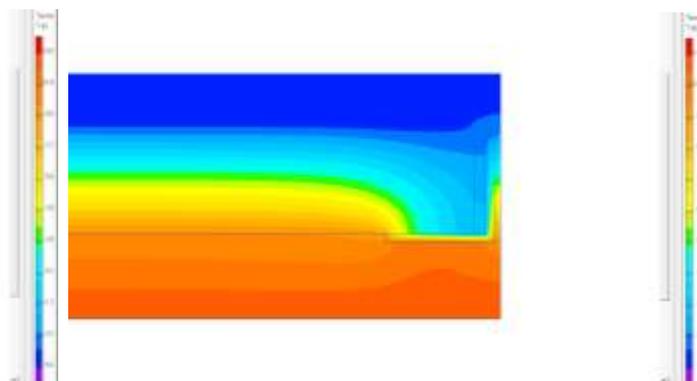


Рис. 99 – Поля: а) температурне, б) вологісне

					2мБП.9775519.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

На рис. 100 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

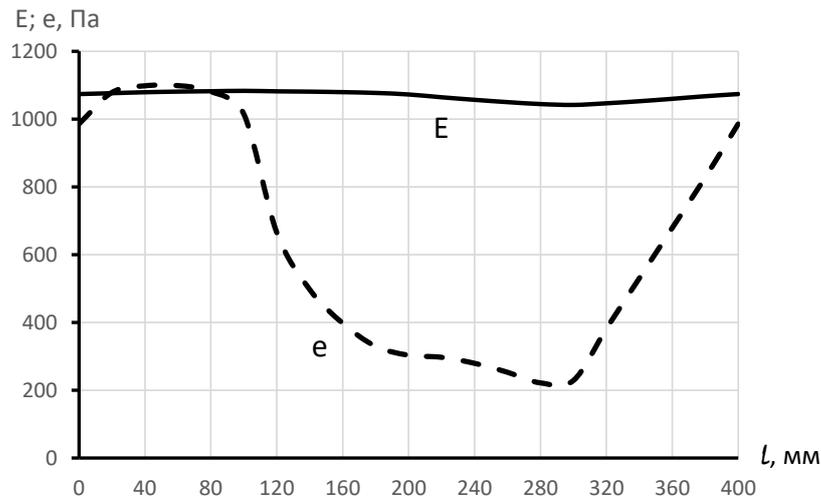


Рис. 100 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 100 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.5.2. Температура повітря на горищі –14 °С.

На рис. 101 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

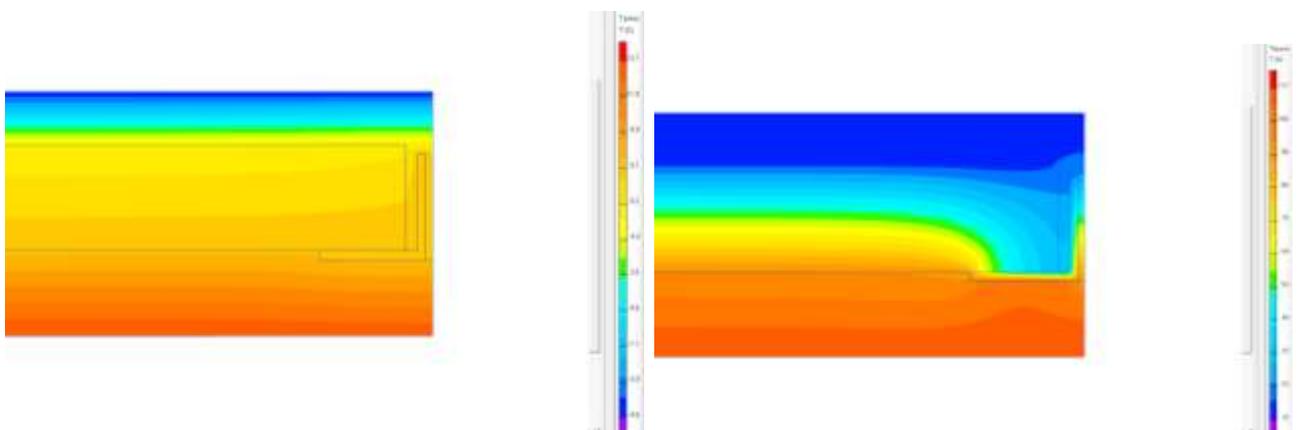


Рис. 101 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 102 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

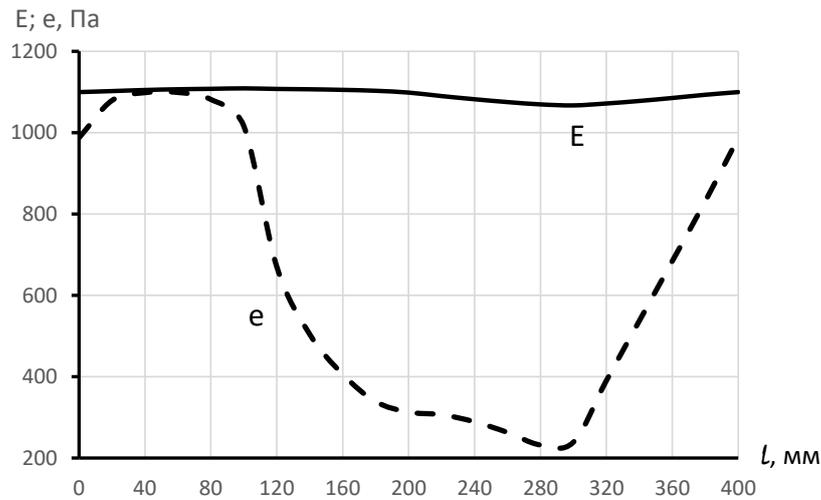


Рис. 102 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій

Як видно з графіків на рис. 102 конденсація водяної пари не відбувається.

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища наведена у табл. 6.

Таблиця 6

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря на горищі

Температура повітря га горища, °С	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, 70 %
-15	60
-14	0

Використовуючи отримані значення (табл. 6) побудовані графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища (рис. 103).

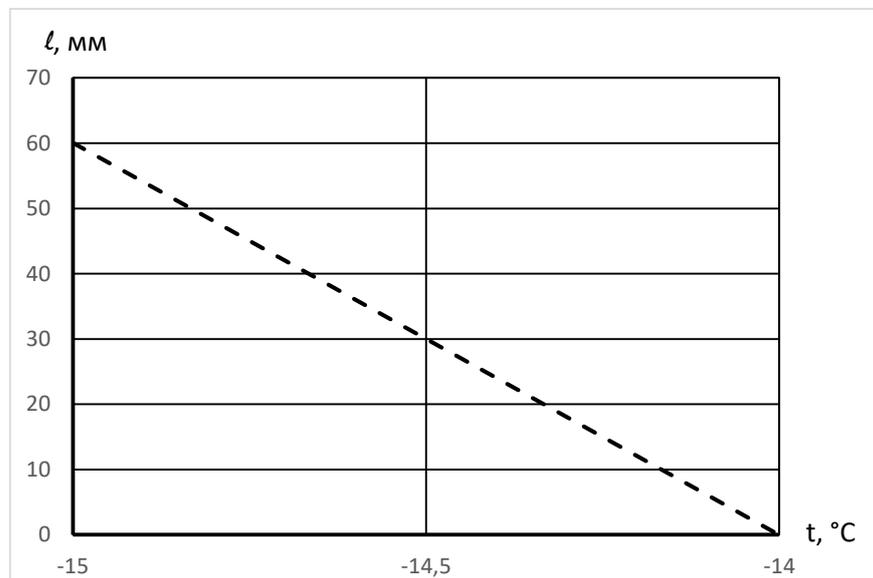


Рис. 103 – графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища

**Висновки:**

1. На ділянці без планки, при повному заповненні утеплювачем, конденсація на поверхнях нижнього пояса металевої ферми відбувається при температурі на горищі нижче  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**2.6. Ділянка без планки. Відсутність утеплювача між кутиками.**

Розрахункова схема наведена на рис. 104.

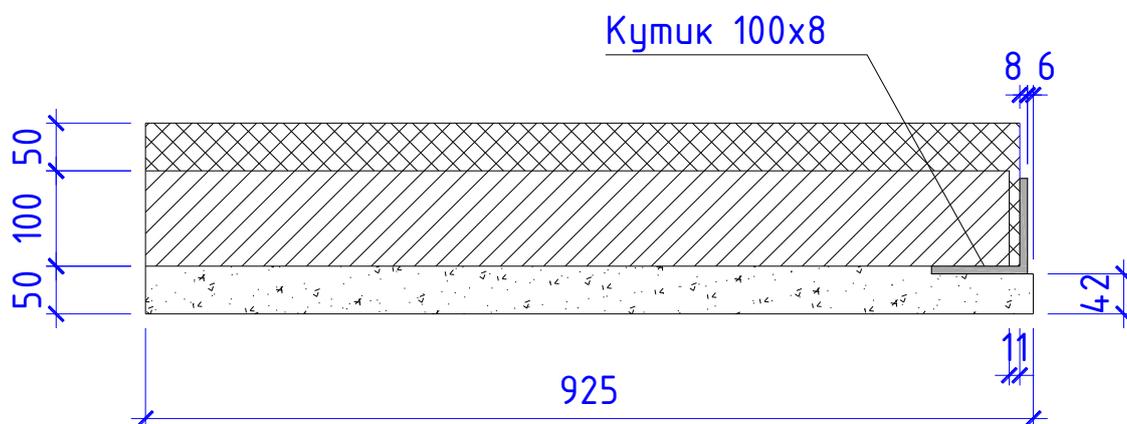


Рис. 104 - Розрахункова схема

## 2.6.1. Температура повітря на горищі – 15 °С.

На рис. 105 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

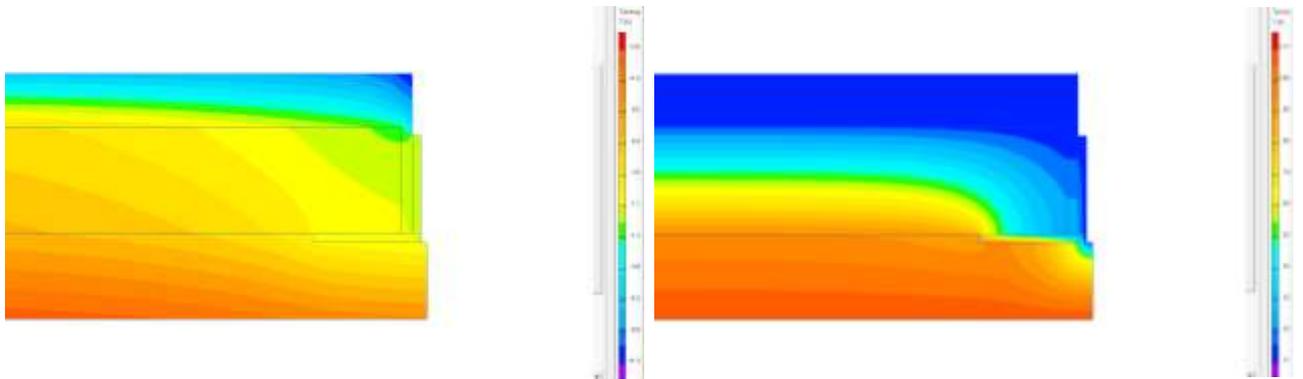


Рис. 105 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 106 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

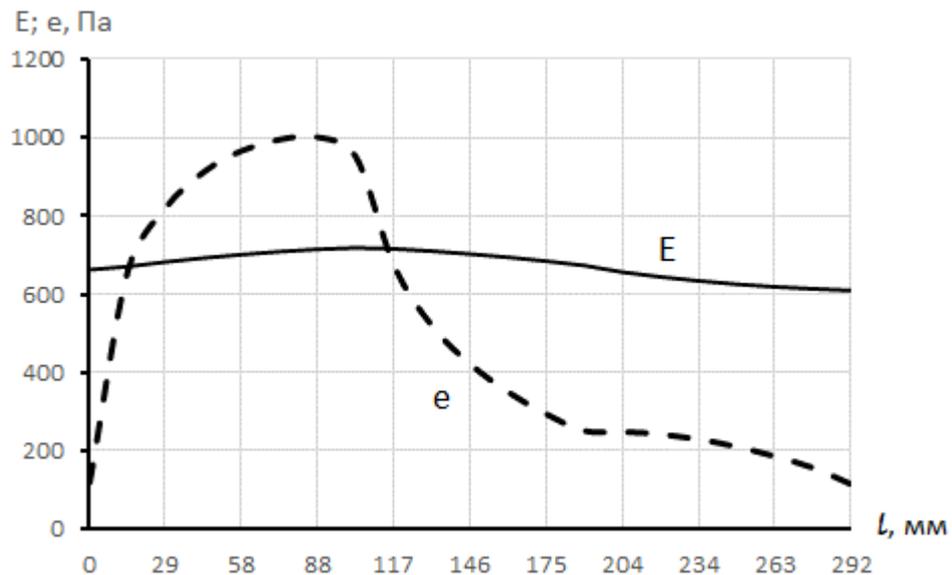


Рис. 106 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

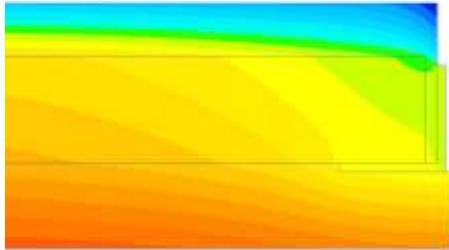
Як видно з графіків на рис. 106 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

					2мБП.9775519.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		69

## 2.6.2. Температура повітря на горищі – 10 °С.

На рис. 107 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

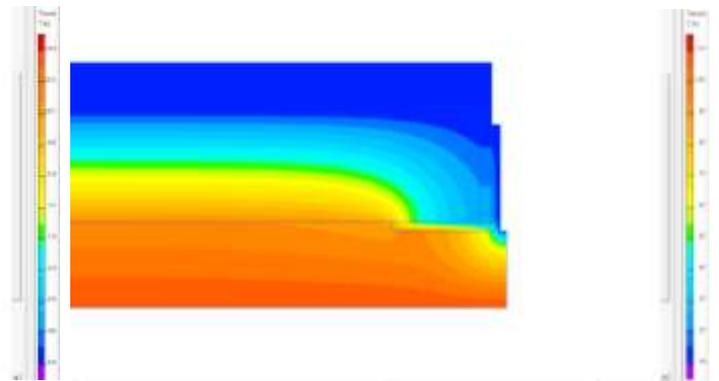


Рис. 107 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 108 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

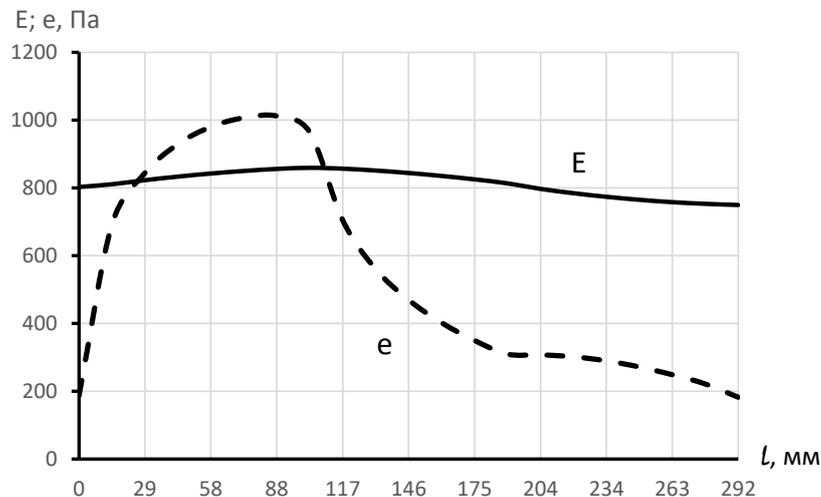


Рис. 108 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 108 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

					2мБП.9775519.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		70

### 2.6.3. Температура повітря на горищі – 5 °С.

На рис. 109 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

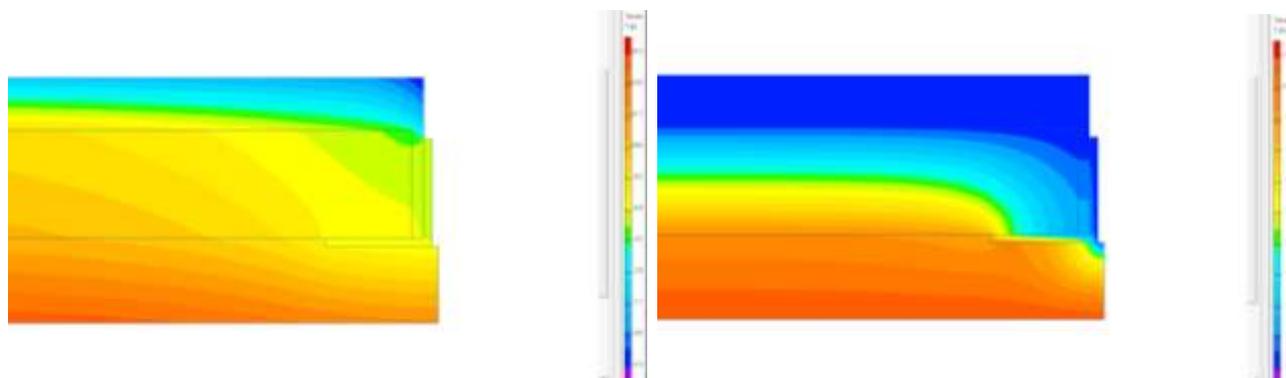


Рис. 109 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 110 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

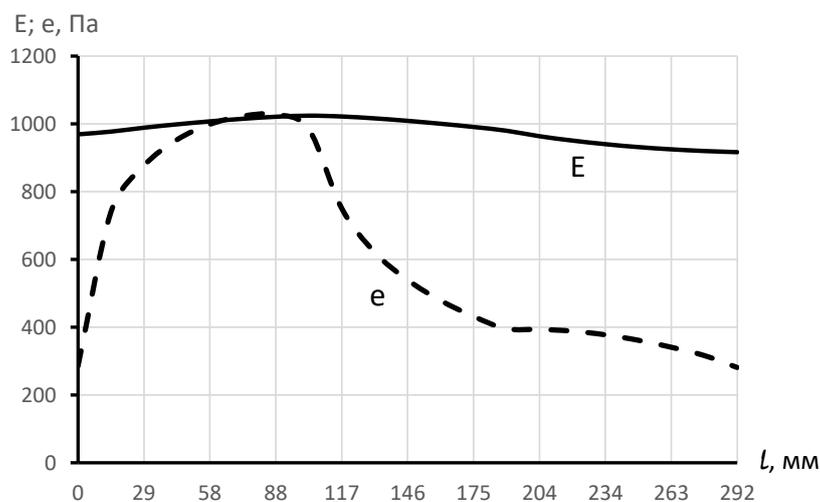


Рис. 110 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 110 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

#### 2.6.4. Температура повітря на горищі –4 °С.

На рис. 111 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

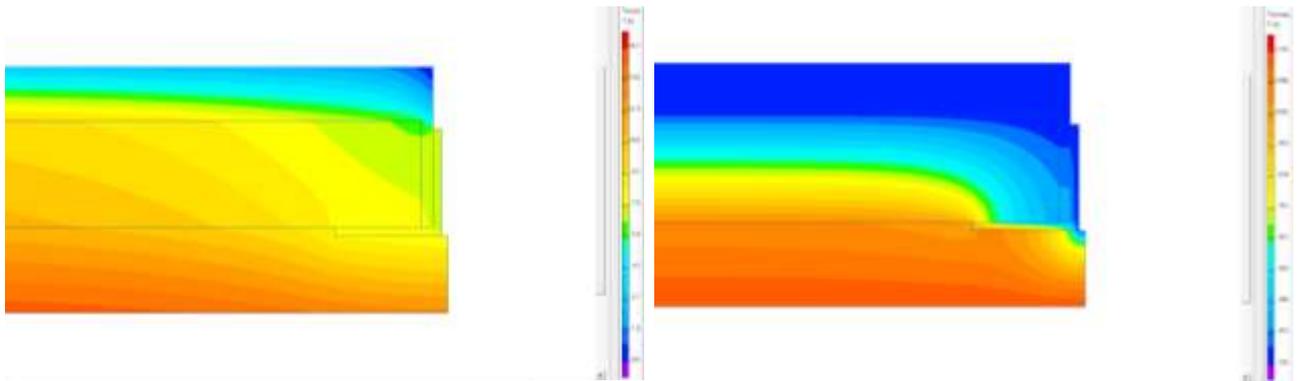


Рис. 111 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 112 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

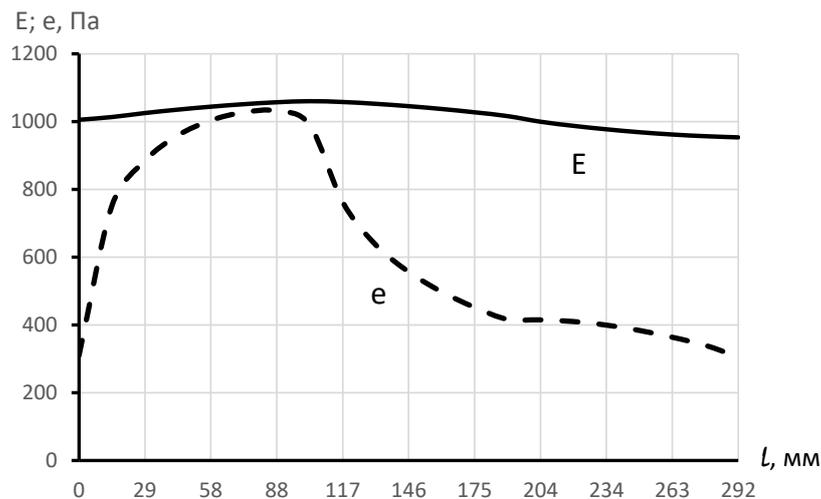


Рис. 112 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 112 конденсація водяної пари не відбувається.

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища наведена у табл. 7.

					2мБП.9775519.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря на горищі

Температура повітря га горища, °С	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, 70 %
-15	99
-10	84
-5	29
-4	0

Використовуючи отримані значення (табл. 7) побудовані графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища (рис. 113).

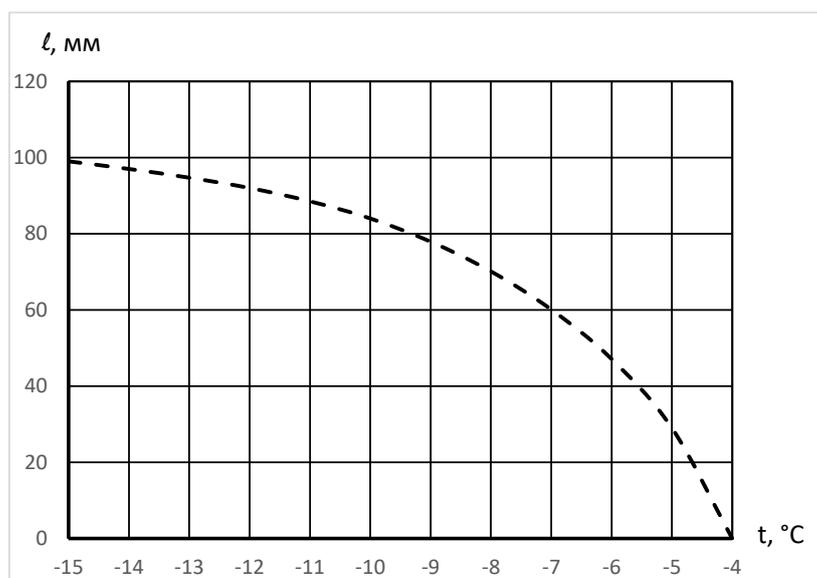


Рис. 113 – Графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація в залежності від температури та відносної вологості повітря горища

Висновки:

1. На ділянці без планки, при відсутності утеплювача між кутиками, конденсація на поверхнях нижнього поясу металевої ферми відбувається при температурі на горищі нижче  $-4$  °С.

**2.7. Ділянка без планки. Відсутність утеплювача між кутиками та кутиками і залізобетонною плитою.**

Розрахункова схема наведена на рис. 114.

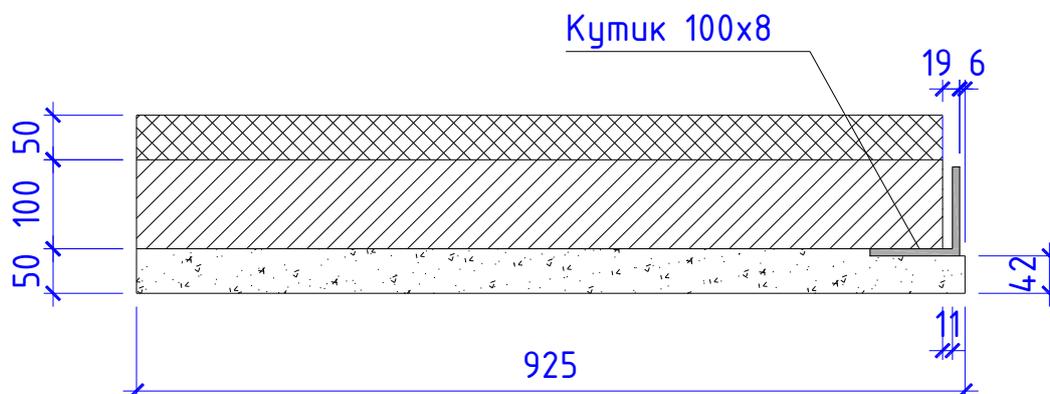
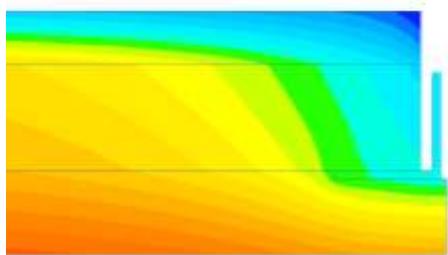


Рис. 114 - Розрахункова схема

**2.7.1. Температура повітря на горищі – 15 °С.**

На рис. 115 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

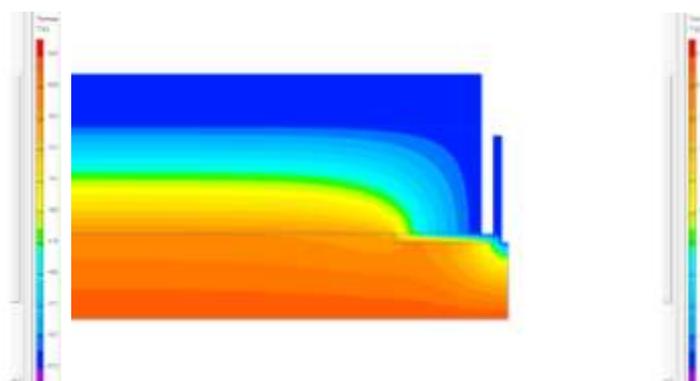


Рис. 115 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 116 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

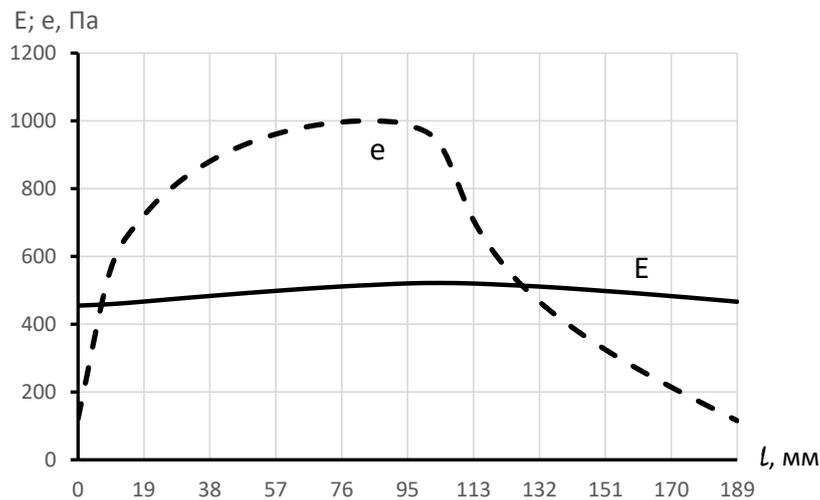


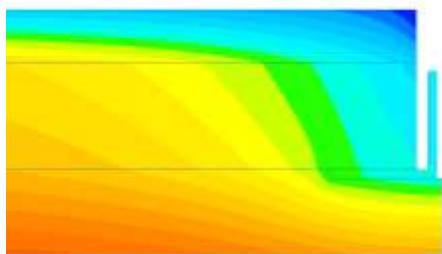
Рис. 116 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 116 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.7.2. Температура повітря на горищі –10 °С.

На рис. 117 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

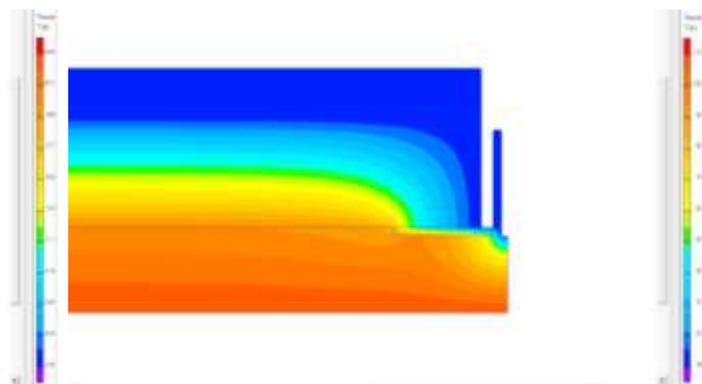


Рис. 117 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 118 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

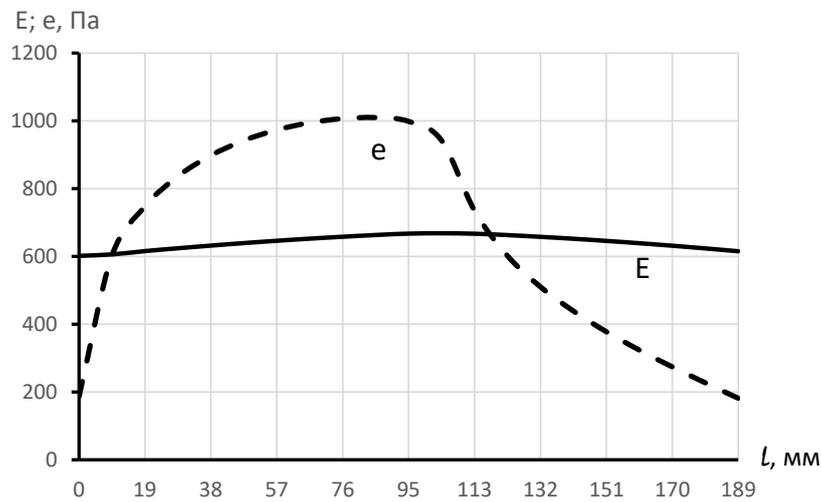


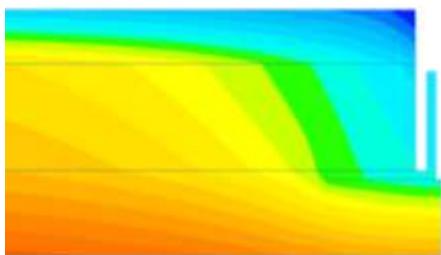
Рис. 118 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 118 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.7.3. Температура повітря на горищі $-5^{\circ}\text{C}$ .

На рис. 119 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

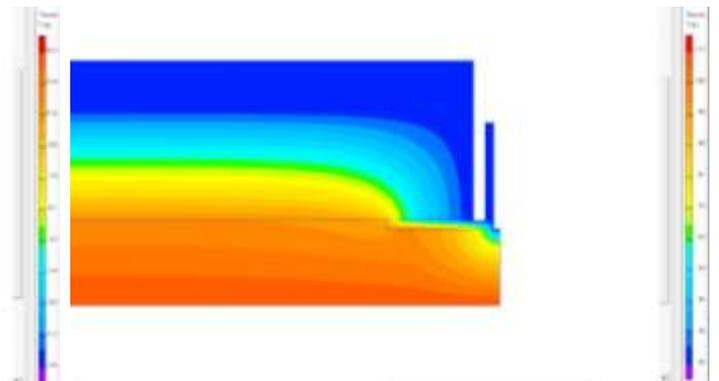


Рис. 119 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 120 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

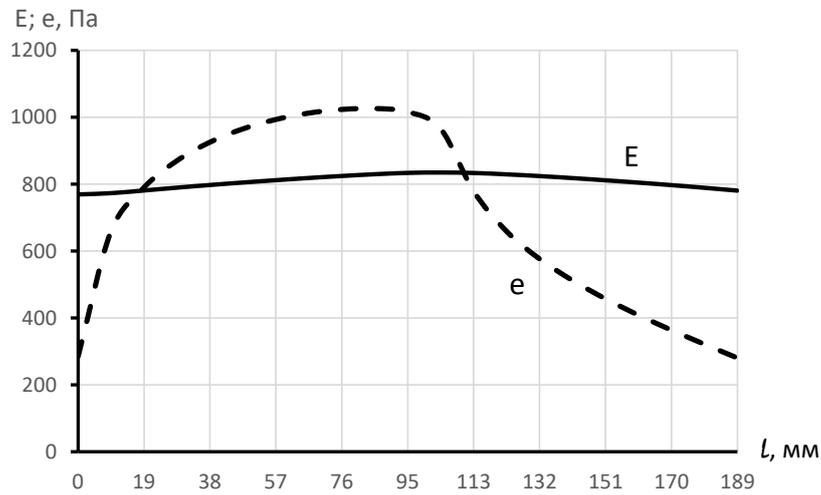


Рис. 120 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 120 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

#### 2.7.4. Температура повітря на горищі $-0^{\circ}\text{C}$ .

На рис. 121 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

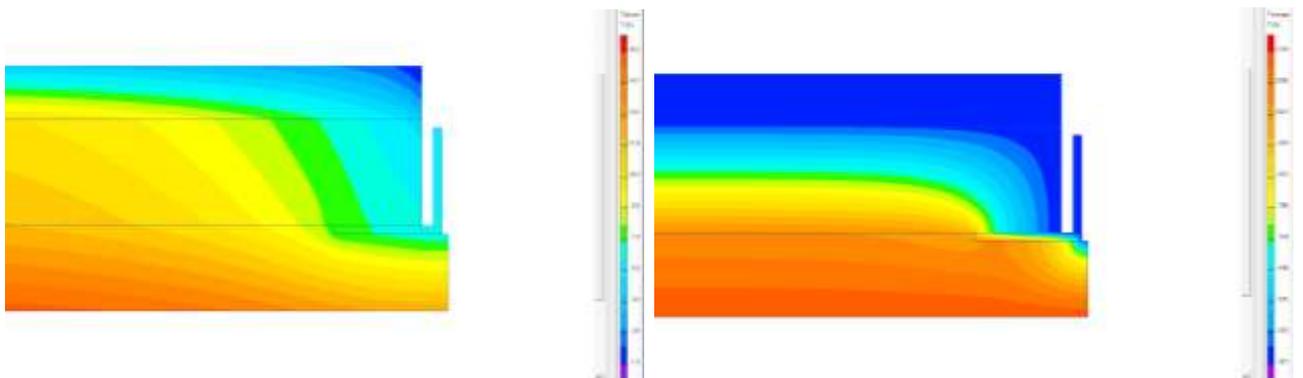


Рис. 121 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 122 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		77

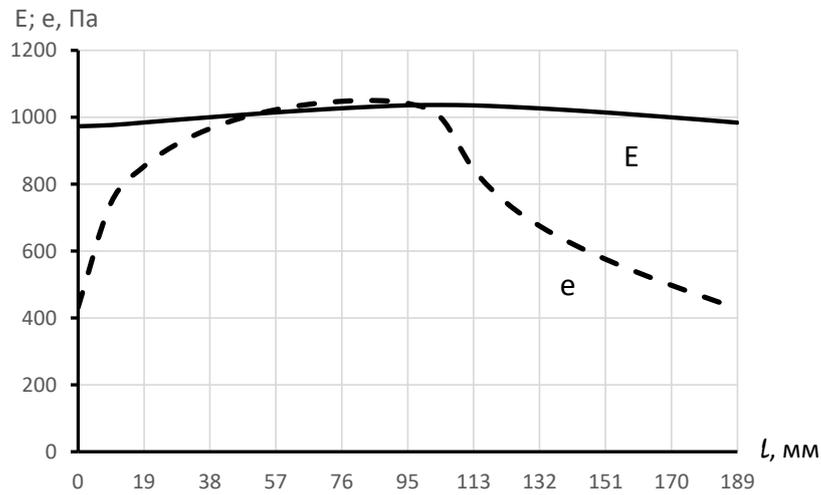


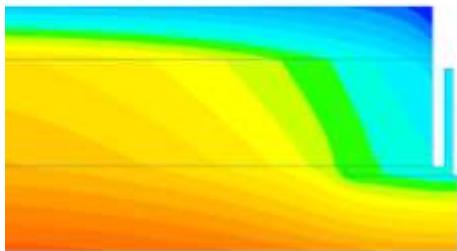
Рис. 122 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 122 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.7.5. Температура повітря на горищі 1 °С.

На рис. 123 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

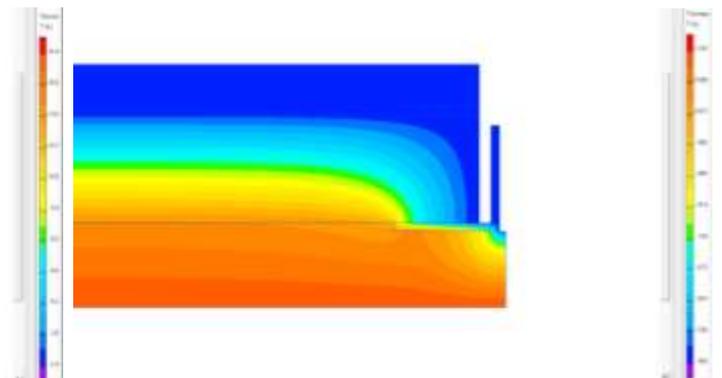


Рис. 123 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 124 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		78

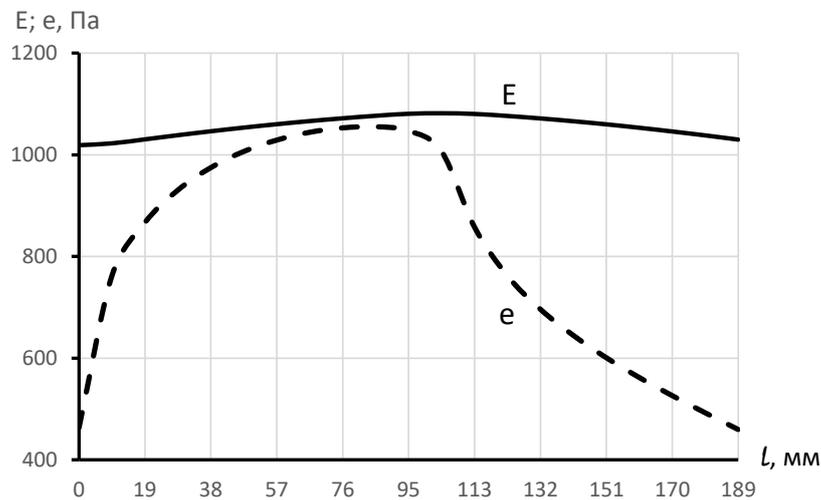


Рис. 124 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій

Як видно з графіків на рис. 124 конденсація водяної пари не відбувається.

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища наведена у табл. 8.

Таблиця 8

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря на горищі

Температура повітря га горища, °С	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, 70 %
-15	122
-10	108
-5	93
0	45
1	0

Використовуючи отримані значення (табл. 8) побудовані графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища (рис. 125).

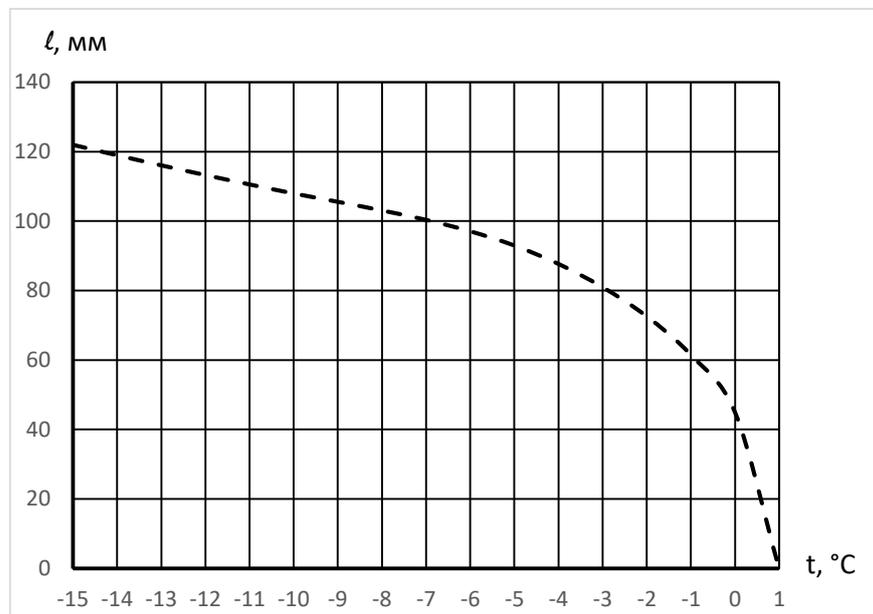


Рис. 125 – графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища

Висновки:

1. На ділянці без планки, при відсутності утеплювача між кутиками, та кутиками і залізобетонною плитою відбувається конденсація при температурі на горищі нижче 1 °С.

**2.8. Ділянка без планки. Відсутність утеплювача між кутиком та залізобетонною плитою. Наявний утеплювач між кутиками.**

Розрахункова схема наведена на рис. 126.

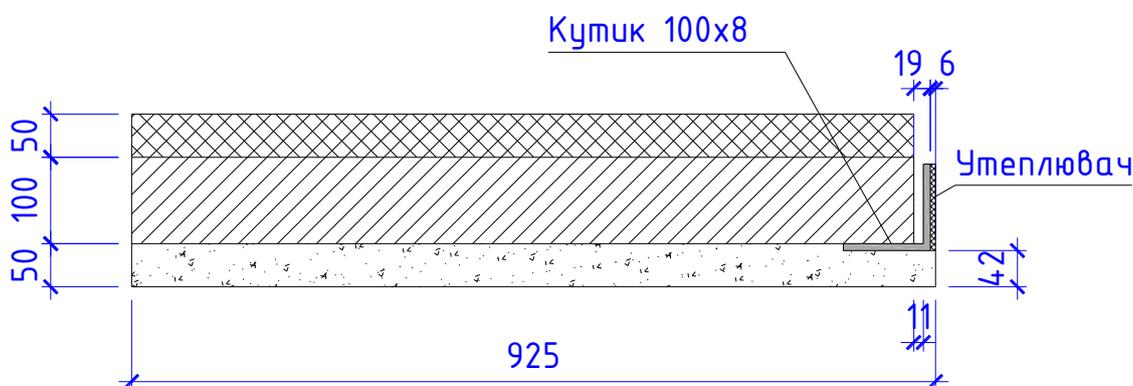


Рис. 126 - Розрахункова схема

## 2.8.1. Температура повітря на горищі – 15 °С.

На рис. 127 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

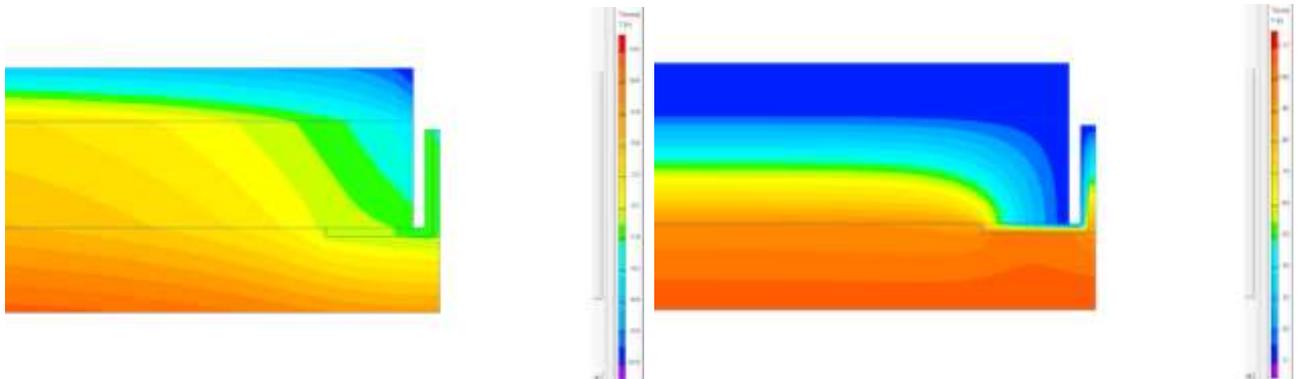


Рис. 127 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 128 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

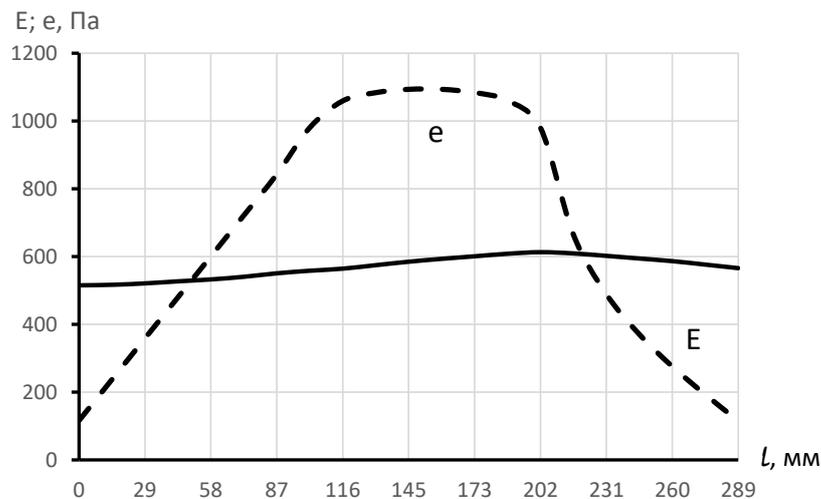


Рис. 128 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

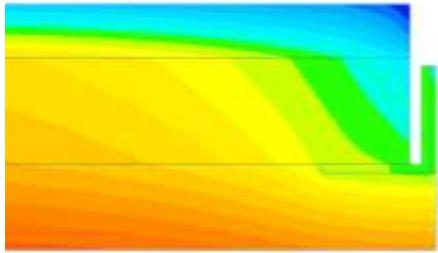
Як видно з графіків на рис. 106 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

					2мБП.9775519.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		81

## 2.8.2. Температура повітря на горищі – 10 °С.

На рис. 129 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

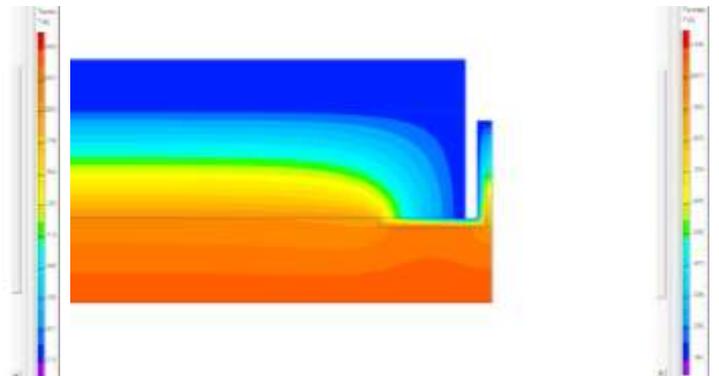


Рис. 129 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 130 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

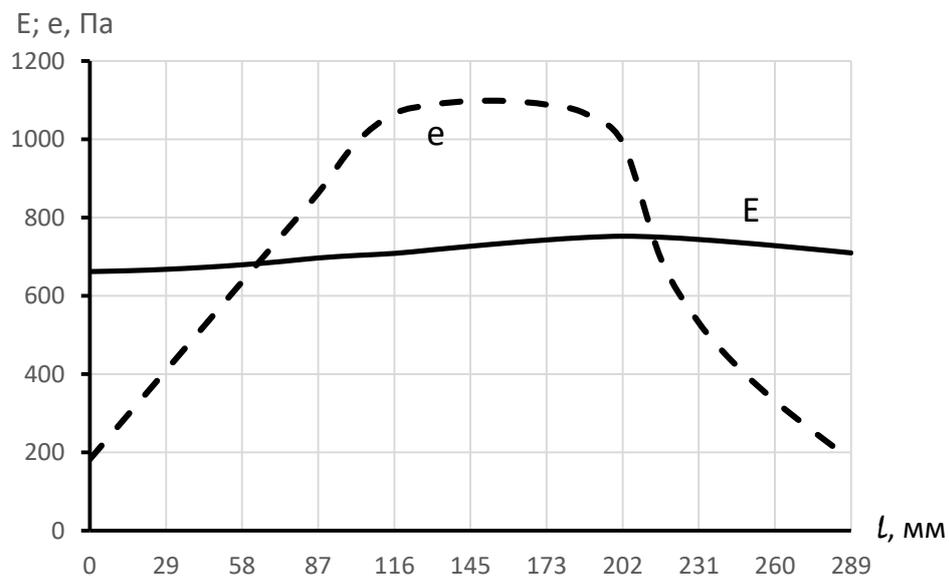


Рис. 130 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 130 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.8.3. Температура повітря на горищі – 5 °С.

На рис. 131 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

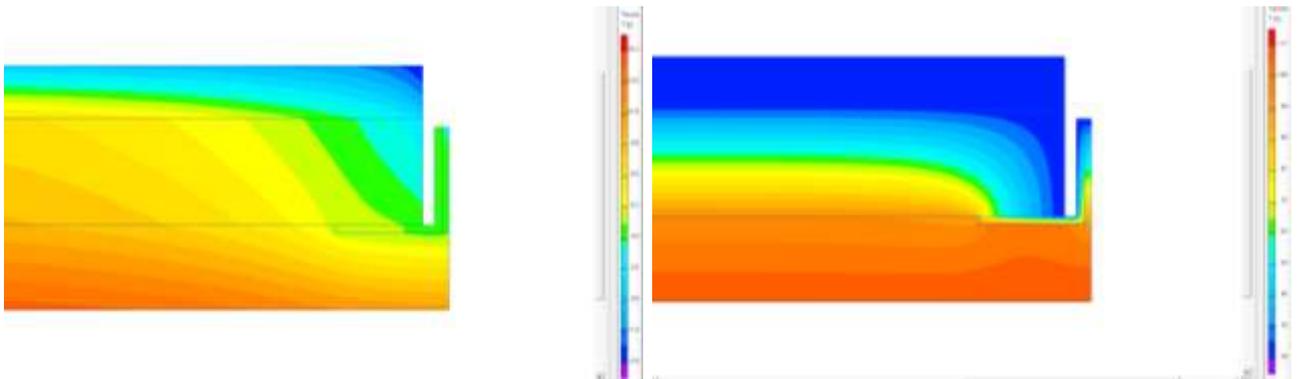


Рис. 131 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 132 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

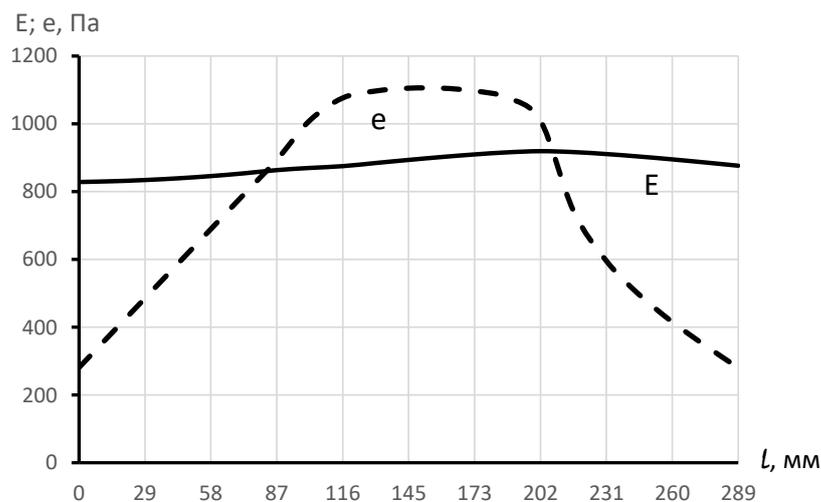


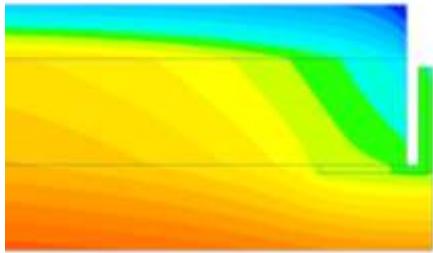
Рис. 132 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 132 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

## 2.8.4. Температура повітря на горищі 0 °С.

На рис. 133 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)



б)

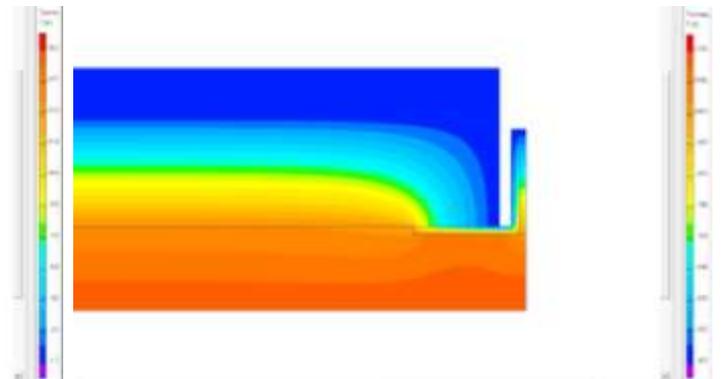


Рис. 133 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 134 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

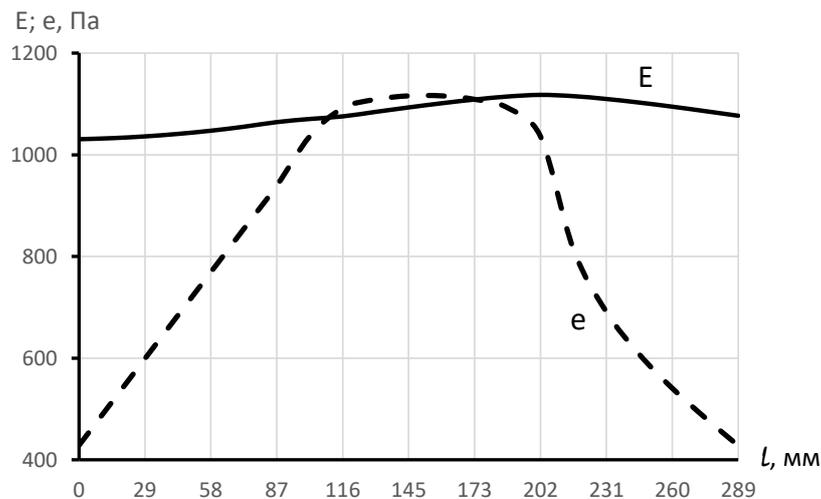


Рис. 134 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 134 відбувається конденсація водяної пари і можлива корозія металевих конструкцій.

### 2.8.5. Температура повітря на горищі 1 °С.

На рис. 135 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

а)

б)

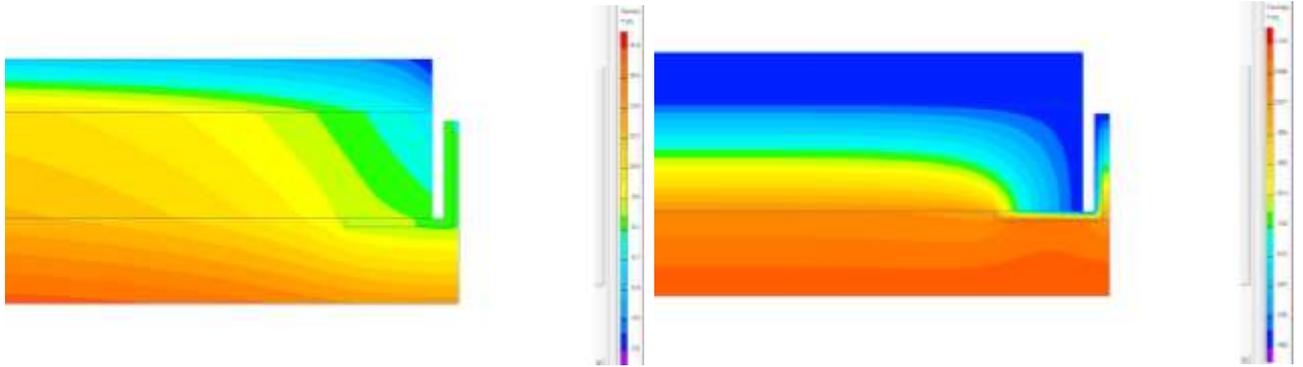


Рис. 135 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 136 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

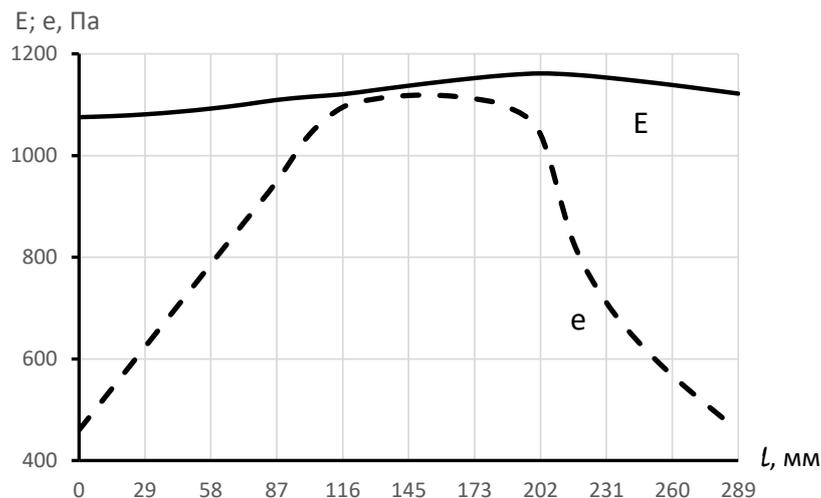


Рис. 136 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 136 конденсація не відбувається.

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища наведена у табл. 9.

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		85

Довжина ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря на горищі

Температура повітря га горища, °С	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, 70 %
-15	172
-10	150
-5	127
0	67
1	0

Використовуючи отримані значення (табл. 9) побудовані графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища (рис. 137).



Рис. 138 – графіки залежності довжини ділянки де відбувається конденсація водяної пари на металевих конструкціях в залежності від температури та відносної вологості повітря горища

## **Висновки:**

1. Якщо між кутиком та залізобетонною плитою відсутній утеплювач, а між кутиками він є, то при відносній вологості повітря на горищі 70% та температурі нижче 1 °С на металевих поверхнях нижнього поясу ферми відбувається конденсація.

## **ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 2.**

1. Конденсація водяної пари відбувається на нижній поверхні кутиків нижнього поясу ферми та планці між ними.

2. Зі зниженням температури повітря на горищі величина ділянки конденсації збільшується.

3. Найбільша кількість вологи, що конденсується на поверхнях знаходиться посередині нижньої поверхні планки.

4. Відносна вологість повітря на горищі практично не впливає на величину ділянки конденсації.

5. На ділянці з планкою між кутиками:

а) при заповненні утеплювачем проміжків між кутиками нижнього поясу ферми та кутиками і залізобетонною плитою, при температурі повітря на горищі нижче -4 °С;

б) якщо між утеплювачем та конструкціями нижнього поясу металевої ферми є повітряний зазор, то при температурі повітря на горищі нижче 4 °С;

в) при відшаруванні штукатурки від кутиків металевої ферми при температурі повітря на горищі нижче -3 °С.

г) якщо між кутиками нижнього поясу ферми та залізобетонною плитою є повітряний зазор, то при температурі повітря на горищі нижче 4 °С;

відбувається конденсація водяної пари на поверхнях нижнього поясу металевої ферми.

6. На ділянці без планки між кутиками:

а) при заповненні утеплювачем проміжку між кутиками та залізобетонною плитою, при температурі повітря на горищі нижче -14 °С;

б) при відсутності утеплювача між кутиками, при температурі на горищі нижче -4 °С.

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
						87
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

в) при відсутності утеплювача між кутиками, та кутиками і залізобетонною плитою при температурі повітря на горищі нижче 1 °С.

г) якщо між кутиком та залізобетонною плитою відсутній утеплювач, а між кутиками він є, при температурі повітря на горищі нижче 1 °С

відбувається конденсація водяної пари на поверхнях нижнього поясу металевої ферми.

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		88

### 3. ПРОПОЗИЦІЇ ПО ПОКРАЩЕННЮ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ В ЗОНІ НИЖНЬОГО ПОЯСУ МЕТАЛЕВОЇ ФЕРМИ.

Так як металева ферма виготовлена із киплячої сталі її охолодженням до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  може викликати крихке руйнування. Крім того зниження температури горища нижче  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  приведе до того, що перестане танути сніг на покритті та збільшиться навантаження на ферми. Тому бажано підтримувати температуру горища вище  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Досягнути цього можна за рахунок повітря, що надходить до горища з вентиляційних каналів та теплового потоку крізь горищне перекриття. Тому бажано значно не зменшувати тепловий потік крізь горищне перекриття. Враховуючи це пропонується замінити існуючий утеплювач на шар мінеральної вати щільністю  $200\text{ кг/м}^3$  та товщиною  $100\text{ мм}$ .

#### 3.1. Ділянка з планкою.

Розрахункова схема наведена на рис. 139.

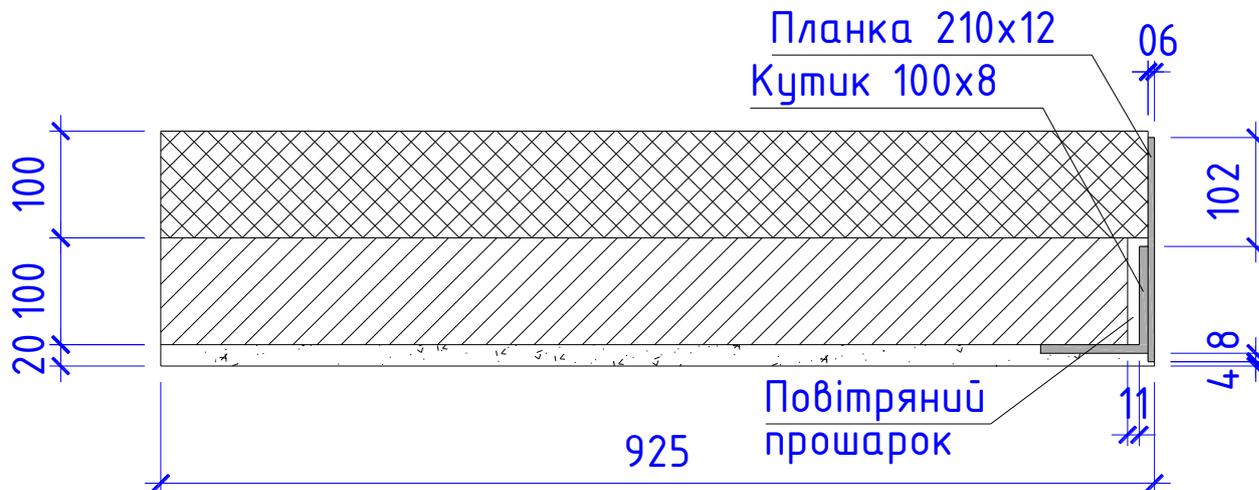


Рис. 139 - Розрахункова схема

#### 3.1.1. Температура повітря на горищі $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

На рис. 140 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

					2мБП.9775519.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		89

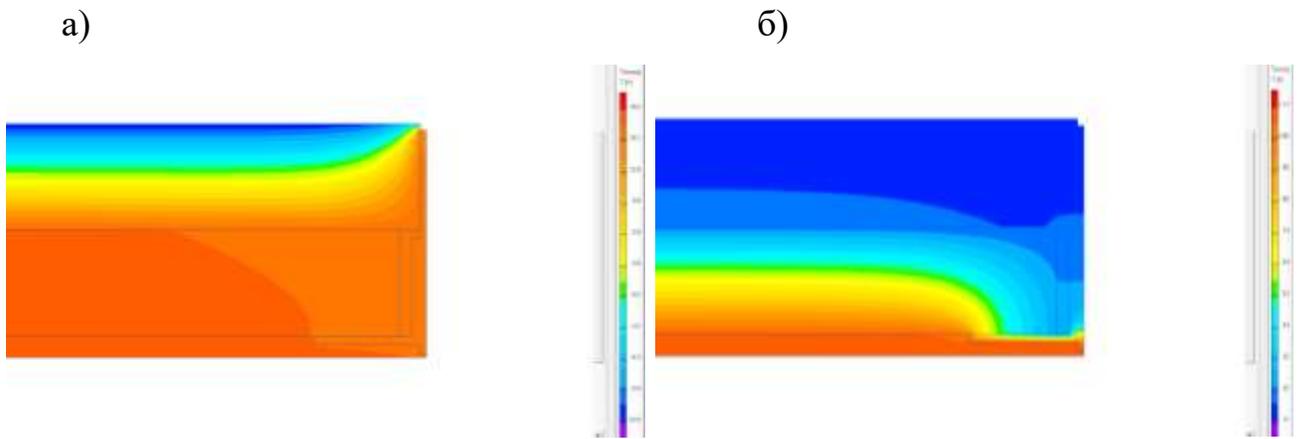


Рис. 140 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 141 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

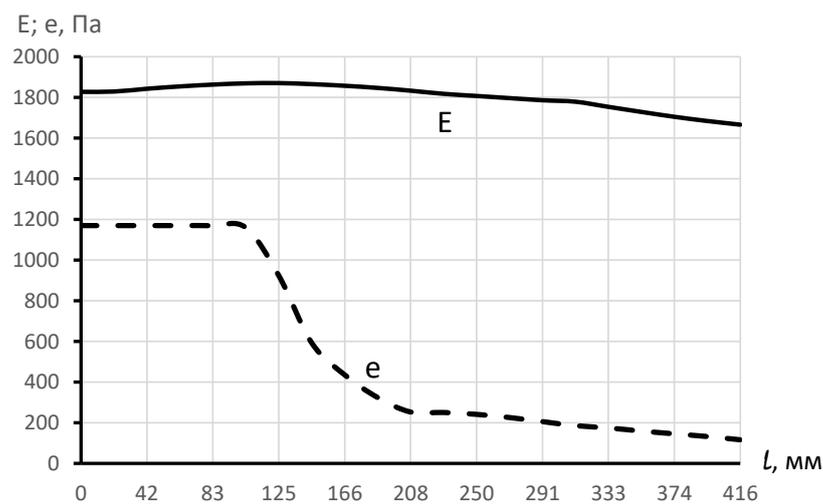


Рис. 141 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 141 конденсація не відбувається.

### 3.2. Ділянка без планки.

Розрахункова схема наведена на рис. 142.

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		90

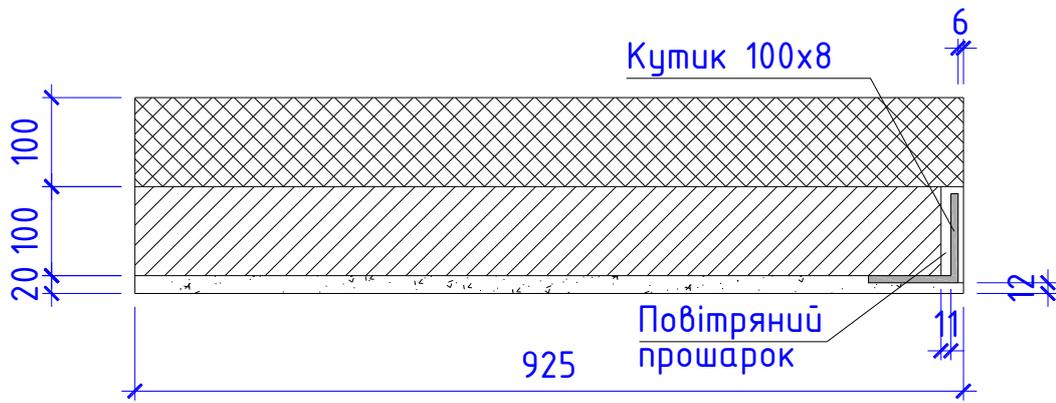


Рис. 142 - Розрахункова схема

### 3.2.1. Температура повітря на горищі – 15 °С.

На рис. 143 наведені температурне та вологісне поля розрахункової схеми.

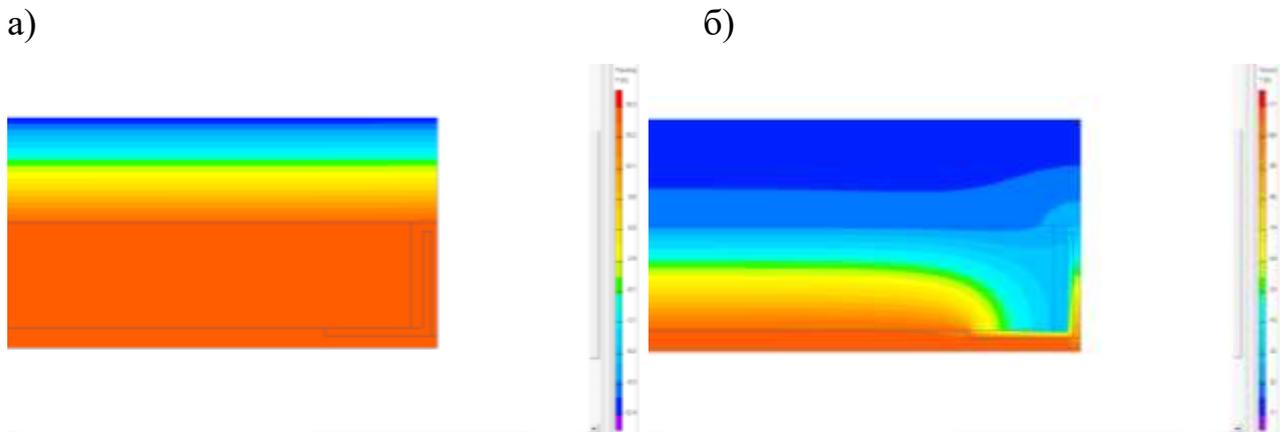


Рис. 143 – Поля: а) температурне, б) вологісне

На рис. 144 наведені графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища.

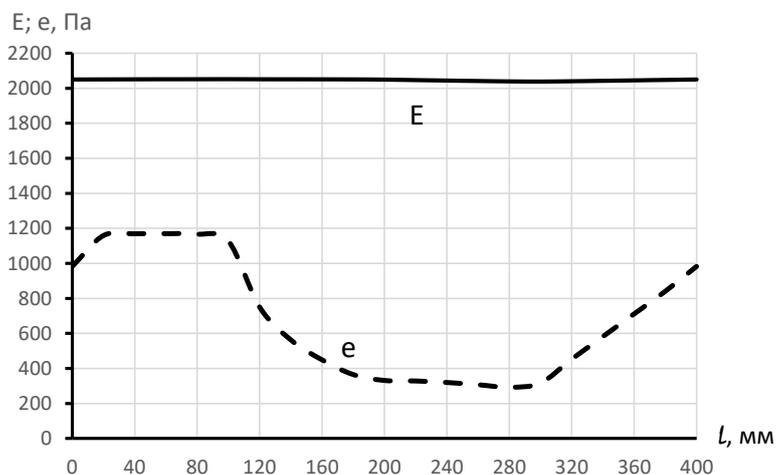


Рис. 144 – Графіки зміни парціального тиску водяного пару  $e$ , та парціального тиску насиченого водяного пару  $E$  по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища

Як видно з графіків на рис. 144 конденсація не відбувається.

### ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 3.

1. При заміні утеплювача та штукатурки стелі конденсації водяної пари на поверхнях нижнього поясу металевих ферм не відбувається. Пояснюється це тим, що заміна утеплювача приводить до значного підвищення теплозахисних властивостей частини огороження між кутиками нижнього поясу ферми та зовнішньою поверхнею горищного перекриття. Це у свою чергу підвищує температуру кутиків та парціальний тиск насиченої водяної пари на їх поверхнях. Фактичний тиск водяної пари на поверхнях кутиків стає меншим за насичений. Як наслідок конденсації не відбувається.

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.

1. В існуючій конструкції горищного перекриття залу Урочистостей Полтавського краєзнавчого музею, конденсація водяної пари на металевих поверхнях нижнього поясу ферм, та як наслідок їх корозія відбувається на ділянці де розташована металева планка між спареними кутиками. Пояснюється це тим, що металева планка «прорізає» утеплювач та частково стикується з повітрям горища. Це приводить до зниження температури металевих конструкцій, та як наслідок зниження парціального тиску насиченої водяної пари на них та конденсації. Конденсація відбувається якщо температура повітря на горищі, при різних варіантах неповного заповнення утеплювачем проміжків між кутиками, та кутиками і залізобетонною плитою, нижче температур у діапазоні від  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

2. На ділянці нижнього поясу ферм, де відсутня з'єднувальна планка між кутиками, вологісний стан дещо кращій. Так при заповненні утеплювачем проміжків між кутиками та кутиками і залізобетонною плитою конденсація відбувається якщо температура повітря на горищі нижче  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При неповному заповненні

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		92

утеплювачем цих проміжків конденсація відбувається при температурі повітря на горищі нижче 1 °С.

3. Відносна вологість повітря на горищі суттєво не впливає на утворення конденсату на металевих поверхнях нижнього поясу ферм.

4. Запропонована заміна утеплювача на мінеральну вату щільністю 200 кг/м<sup>3</sup> та товщиною 100 мм запобігає утворенню конденсату, так як збільшує опір теплопередачі ділянки горищного перекриття між металевими конструкціями та повітрям горища та накриває з'єднувальну планку. Внаслідок чого температура металевих конструкцій підвищується. Підвищується парціальний тиск насиченої водяної пари на металевих поверхнях нижнього поясу ферм. Це запобігає утворенню конденсату в діапазоні можливих температур на горищі.

5. Так як металева ферма виготовлена із киплячої сталі її охолодженням до температури -20 °С може викликати крихке руйнування. Крім того зниження температури горища нижче 0 °С приведе до того, що перестане танути сніг на покритті та збільшиться навантаження на ферми. Тому бажано підтримувати температуру горища вище 0 °С. Досягнути цього можна за рахунок повітря, що надходить до горища з вентиляційних каналів та теплового потоку крізь горищне перекриття. Щоб виконати останню вимогу було запропоновано прийняти опір теплопередачі горищного перекриття нижче вимог норм.

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		93

## ЛІТЕРАТУРА

1. Корнієнко Сергій Валерійович. Тестування методу розрахунку температурно-вологісного режиму огороджувальних конструкцій на результатах натурних вимірювань параметрів мікроклімату приміщень // Magazine of Civil Engineering. 2012. №2 (28).

URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/testirovanie-metoda-rascheta-temperaturno-vlazhnostnogo-rezhima-ograzhdayuschih-konstruktsiy-na-rezultatah-naturnyh-izmereniy>  
(дата звернення: 07.07.2022).

2. Зубарев К.П. Розрахунок обмеження вологи в огороджувальній конструкції з підвищеним рівнем енергозбереження з утеплювачем з мінеральної вати та основою з цегляної кладки за період із негативними середньомісячними 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: 07.07.2022).

3. Чихладзе Е. Д., Гапонова Л. В. Чисельні дослідження сталобетонних плит // Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2011. №39.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chislennyye-issledovaniya-stalobetonnyh-plit>  
(дата звернення: 07.07.2022).

4. Ватін Микола Іванович, Горшков Олександр Сергійович, Глумов А. В. Вплив фізико-технічних та геометричних характеристик штукатурних покриттів на вологовий режим однорідних стін з газобетонних блоків // Magazine of Civil Engineering. 2011. №1.

URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-fiziko-tehnicheskikh-i-geometricheskikh-harakteristik-shtukaturnyh-pokrytiy-na-vlazhnostnyy-rezhim-odnorodnyh-sten-iz> (дата звернення: 07.07.2022).

5. Варнашов Віктор Васильович, Кисельов Олександр Анатолійович, Гребнов В'ячеслав Сергійович Розрахункові дослідження режимів роботи цегляних димарів в експлуатаційних умовах // Вісник ИГЭУ. 2016. №1.

					2мБП.9775519.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		94

URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/raschetnye-issledovaniya-rezhimov-raboty-kirpichnyh-dymovyh-trub-v-usloviyah-ekspluatatsii> (дата звернення: 07.07.2022).

6. Логаніна В.І., Фролов М.В., Мажитов Є.Б. Вплив захисно-декоративних покриттів на основі золь-силікатних красок на вологісний режим зовнішніх стін будівель // Вісник ПНПУ. Будівництво та архітектура. 2021. №4.

URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-zaschitno-dekorativnyh-pokrytiy-na-osnove-zol-silikatnyh-krasok-na-vlazhnostnyy-rezhim-naruzhnyh-sten-zdaniy> (дата звернення: 07.07.2022).

7. Витчиков Ю.С., Сапаров М.Є., Дядін А.А. Наближений аналітичний метод розрахунку вологого режиму багатошарових будівельних конструкцій. // ИВД. 2020. №3 (63).

URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/priblizhennyy-analiticheskiy-metod-rascheta-vlazhnostnogo-rezhima-mnogosloynyh-stroitelnyh-ograzhdayuschih-konstruktsiy> (дата звернення: 07.07.2022).

8. Гагарін Володимир Геннадійович, Зубарєв Кирило Павлович Математичне моделювання нестационарного вологого режиму огорож із застосуванням дискретно-континуального підходу // Вісник МДСУ. 2020. №2.

URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/matematiceskoe-modelirovanie-nestatsionarnogo-vlazhnostnogo-rezhima-ograzhdeniy-s-primeneniem-diskretno-kontinualnogo-podhoda> (дата звернення: 07.07.2022).

9. Мусоріна Тетяна Олександрівна, Петриченко Михайло Романович Математична модель тепломасоперенесення в пористому тілі // Будівництво: наука та освіта. 2018. №3.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/matematiceskaya-model-teplomassoperenosa-v-poristom-tele> (дата звернення: 07.07.2022).

10. Єзерський В. А., Кузнєцова Н. В. Розрахунок та проектування пароізоляції зовнішніх стін в умовах впливу солей // Вісник ТГТУ. 2003. №4.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-i-proektirovanie-paroizolyatsii-naruzhnyh-sten-v-usloviyah-vozdeystviya-soley> (дата звернення: 07.07.2022).

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		95

11. Корнієнко Сергій Валерійович Уточнення розрахункових параметрів мікроклімату приміщень при оцінці вологозахисних властивостей конструкцій // Вісник МГСУ. 2016. №11.

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/utochnenie-raschetnyh-parametrov-mikroklimata-pomescheniy-pri-otsenke-vlagozaschitnyh-svoystv-ograzhdayuschih-konstruktsiy](https://cyberleninka.ru/article/n/utochnenie-raschetnyh-parametrov-mikroklimata-pomescheniy-pri-otsenke-vlagozaschitnyh-svoystv-ograzhdayuschih-konstruktsiy) (дата звернення: 08.07.2022).

12. Добросмислов Сергій Сергійович, Рожкова Наталія Миколаївна, Рожков Олександр Федорович, Перькова Марина Олександрівна, Алієв Семур Асиф Огли. Вплив повітряного прошарку на температурно-вологісні характеристики зовнішнього огороження при внутрішньому утепленні. Технічні науки.2021. №2.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vozdushnoy-prosloyki-na-temperaturno-vlazhnostnye-harakteristiki-naruzhnoy-ograzhdayuschey-konstruktsii-pri-vnutrennem> (дата звернення: 08.07.2022).

13. Добросмислов Сергій Сергійович, Пилаєва Марина Махмудівна, Огорельцева Ніна Валеріївна, Перькова Марина Олександрівна Зміна теплофізичних характеристик зовнішніх конструкцій, в умовах реального температурно-вологісного режиму // Известия КазГАСУ. 2018. №3 (45).

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izmenenie-teplofizicheskikh-harakteristik-naruzhnyh-ograzhdayuschih-konstruktsiy-v-usloviyah-realnogo-temperaturno-vlazhnostnogo> (дата звернення: 08.07.2022).

14. Пастушков Павло Павлович, Грінфельд Гліб Йосипович, Павленко Наталія Вікторівна, Беспалов Олексій Євгенович, Коркіна Олена Володимирівна Розрахункове визначення експлуатаційної вологості автоклавного газобетону у різних кліматичних зонах будівництва // Вісник МГСУ. 2015. №2.

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/raschetnoe-opredelenie-eksploatatsionnoy-vlazhnosti-avtoklavnogo-gazobetona-v-razlichnyh-klimaticheskikh-zonah-stroitelstva](https://cyberleninka.ru/article/n/raschetnoe-opredelenie-eksploatatsionnoy-vlazhnosti-avtoklavnogo-gazobetona-v-razlichnyh-klimaticheskikh-zonah-stroitelstva) (дата звернення: 08.07.2022).

15. Грінфельд Гліб Йосипович, Морозов С. А., Согомоян І. А., Зирянов П. С. Вологісний стан сучасних конструкцій з автоклавного газобетону в умовах експлуатації // Magazine of Civil Engineering. 2011. №2.

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		96

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/vlzhnostnoe-sostoyanie-sovremennyh-konstruktsiy-iz-avtoklavnogo-gazobetona-v-usloviyah-ekspluatatsii](https://cyberleninka.ru/article/n/vlzhnostnoe-sostoyanie-sovremennyh-konstruktsiy-iz-avtoklavnogo-gazobetona-v-usloviyah-ekspluatatsii) (дата звернення: 08.07.2022).

16. Петров А.С., Купріянов В.М. Вплив температурно-вологісних умов експлуатації будівельних матеріалів на їх паропроникність // Известия КазГАСУ. 2015. №1 (31).

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-temperaturno-vlzhnostnyh-usloviy-ekspluatatsii-stroitelnyh-materialov-na-ih-paropronitsaemost](https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-temperaturno-vlzhnostnyh-usloviy-ekspluatatsii-stroitelnyh-materialov-na-ih-paropronitsaemost) (дата звернення: 08.07.2022).

17. Корнієнко С. В. Розрахунок тепловологісного режиму в крайових зонах неоднорідних ділянок огорожувальних конструкцій // Вісник МАХ. 2008. №4.

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-teplovlzhnostnogo-rezhima-v-kraevykh-zonakh-neodnorodnykh-uchastkov-ograzhdayuschih-konstruktsiy](https://cyberleninka.ru/article/n/raschet-teplovlzhnostnogo-rezhima-v-kraevykh-zonakh-neodnorodnykh-uchastkov-ograzhdayuschih-konstruktsiy) (дата звернення: 08.07.2022).

18. Петров Артем Сергійович, Купріянов Валерій Миколайович. Змінне значення паропроникності матеріалів за умов експлуатації та її вплив на прогнозування вологісного стану огорожувальних конструкцій // Academia. Архітектура та будівництво. 2016. №2.

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/peremennoe-znachenie-paropronitsaemosti-materialov-v-usloviyah-ekspluatatsii-i-ego-vliyanie-na-prognozirovaniye-vlzhnostnogo](https://cyberleninka.ru/article/n/peremennoe-znachenie-paropronitsaemosti-materialov-v-usloviyah-ekspluatatsii-i-ego-vliyanie-na-prognozirovaniye-vlzhnostnogo) (дата звернення: 08.07.2022).

19. Кузін А. Я., Мірошниченко Т. А., Цветков Д. Н., Філюшин М. С. Дослідження вологового стану зовнішньої дерев'яної брущатої стіни // Вісник ТГАСУ. 2007. №2.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vlzhnostnogo-sostoyaniya-naruzhnoy-derevyannoy-bruschatoy-steny> (дата звернення: 08.07.2022).

20. Купріянов В.М., Петров А.С. Вологовий стан огорожувальних конструкцій з урахуванням змінного значення паропроникності матеріалів // Construction materials. 2016. №6.

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		97

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/vlazhnostnoe-sostoyanie-ograzhdayuschih-konstruktsiy-s-uchetom-peremennogo-znacheniya-paropronitsaemosti-materialov](https://cyberleninka.ru/article/n/vlazhnostnoe-sostoyanie-ograzhdayuschih-konstruktsiy-s-uchetom-peremennogo-znacheniya-paropronitsaemosti-materialov) (дата звернення: 08.07.2022).

21. Петров А.С., Юзмухаметов А.М., Купріянов В.М., Андрейцева К.С. Визначення характеру зволоження огорожувальних конструкцій експериментальним методом кольорової індикації // Construction materials. 2019. №6.

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-haraktera-uvlazhneniya-ograzhdayuschih-konstruktsiy-eksperimentalnym-metodom-tsvetovoy-indikatsii](https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-haraktera-uvlazhneniya-ograzhdayuschih-konstruktsiy-eksperimentalnym-metodom-tsvetovoy-indikatsii) (дата звернення: 08.07.2022).

22. Грінфельд Гліб Йосипович, Куптараєва П. Д. Кладка з автоклавного газобетону із зовнішнім утепленням. Особливості режиму вологості в початковий період експлуатації // Magazine of Civil Engineering. 2011. №8.

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/kladka-iz-avtoklavnogo-gazobetona-s-naruzhnym-utepleniem-osobennosti-vlazhnostnogo-rezhima-v-nachalnyy-period-ekspluatatsii](https://cyberleninka.ru/article/n/kladka-iz-avtoklavnogo-gazobetona-s-naruzhnym-utepleniem-osobennosti-vlazhnostnogo-rezhima-v-nachalnyy-period-ekspluatatsii) (дата звернення: 08.07.2022).

23. Карпов Д.Ф. Тепловізійний метод визначення вологісних полів поверхонь будівельних конструкцій будівель та споруд // Вісник БДТУ імені В. Г. Шухова. 2019. №6.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teplovizionnyy-metod-opredeleniya-vlazhnostnyh-poley-poverhnostey-stroitelnyh-konstruktsiy-zdaniy-i-sooruzheniy> (дата звернення: 08.07.2022).

24. Купріянов В.М., Юзмухаметов А.М., Сафін І.Ш. Вплив вологи на теплопровідність стінових матеріалів. Стан питання // Вісті КазГАСУ. 2017. №1 (39).

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vlagi-na-teploprovodnost-stenovyh-materialov-sostoyanie-voprosa](https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vlagi-na-teploprovodnost-stenovyh-materialov-sostoyanie-voprosa) (дата звернення: 08.07.2022).

25. Солощенко Сергій Сергійович. Вологовий режим конструкції вентильованого штукатурного фасаду. // Magazine of Civil Engineering. 2010. №8.

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/vlazhnostnyy-rezhim-konstruktsii-ventiliruemogo-shtukaturnogo-fasada](https://cyberleninka.ru/article/n/vlazhnostnyy-rezhim-konstruktsii-ventiliruemogo-shtukaturnogo-fasada) (дата звернення: 09.07.2022).

26. Білоус Олексій Миколайович, Дмитренко Євген Анатолійович, Гончарова Яна Юріївна, Білоус Ольга Євгенівна. Зниження температурно-вологісного впливу на

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		98

залізобетонні конструкції силосів для зберігання цементного клінкеру // Вісник ТГАСУ. 2019. №6.

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-temperaturno-vlazhnostnogo-vozdeystviya-na-zhelezobetonnye-konstruktsii-silosov-dlya-hraneniya-tsementnogo-klinkera](https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-temperaturno-vlazhnostnogo-vozdeystviya-na-zhelezobetonnye-konstruktsii-silosov-dlya-hraneniya-tsementnogo-klinkera) (дата звернення: 09.07.2022).

27. 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](https://cyberleninka.ru/article/n/otsutstvie-problemy-vypadeniya-kondensata-na-vnutrenney-poverhnosti-sten-so-skreplennoy-teploizolyatsiey) (дата звернення: 09.07.2022).

28. Почекунин Петро Сергійович. Особливості створення параметрів мікроклімату у вологих приміщеннях із зниженою температурою // Вісник ІШ ДВФУ. 2022. №1 (50).

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sozdaniya-parametrov-mikroklimata-vo-vlazhnyh-pomescheniyah-s-ponizhennoy-temperaturoy](https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-sozdaniya-parametrov-mikroklimata-vo-vlazhnyh-pomescheniyah-s-ponizhennoy-temperaturoy) (дата звернення: 09.07.2022).

29. Стецюк М.А. Вплив вологи на теплотехнічні властивості ізоляційних матеріалів, що застосовуються в будівництві теплових мереж // Вісник магістратури. 2021. №5-5 (116).

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vlagi-na-teplotekhnicheskie-svoystva-izolyatsionnyh-materialov-primenyaemyh-v-stroitelstve-teplovyyh-setey](https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vlagi-na-teplotekhnicheskie-svoystva-izolyatsionnyh-materialov-primenyaemyh-v-stroitelstve-teplovyyh-setey) (дата звернення: 09.07.2022).

30. Перехоженців А.Г., Груздо І.Ю. Вплив кліматичних впливів на температурно-вологісний стан поверхневих шарів багат шарових зовнішніх огорожувальних конструкцій, будівель // МНИЖ. 2016. №4-2 (46).

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-klimaticheskikh-vozdeystviy-na-temperaturno-vlazhnostnoe-sostoyanie-poverhnostnyh-sloev-mnogosloynnyh-naruzhnyh](https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-klimaticheskikh-vozdeystviy-na-temperaturno-vlazhnostnoe-sostoyanie-poverhnostnyh-sloev-mnogosloynnyh-naruzhnyh) (дата звернення: 09.07.2022).

31. Гагарін Володимир Геннадійович, Зубарев Кирило Павлович, Козлов Володимир Володимирович. Визначення зони найбільшого зволоження у стінах з

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
						99
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

фасадними теплоізоляційними композиційними системами із зовнішніми штукатурними шарами // Вісник ТГАСУ. 2016. №1 (54).

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-zony-naibolshego-uvlazhneniya-v-stenah-s-fasadnymi-teploizolyatsionnymi-kompozitsionnymi-sistemami-s-naruzhnymi](https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-zony-naibolshego-uvlazhneniya-v-stenah-s-fasadnymi-teploizolyatsionnymi-kompozitsionnymi-sistemami-s-naruzhnymi)

(дата звернення: 09.07.2022).

32. Гагарін Володимир Геннадійович, Пастушков Павло Павлович. Методика визначення сумарного опору паропроникненню зовнішніх оздоблювальних шарів фасадних теплоізоляційних композиційних систем із зовнішніми штукатурними шарами // Вісник МГСУ. 2012. №11.

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-opredeleniya-summarnogo-soprotivleniya-paropronitsaniyu-naruzhnyh-otdelochnyh-sloev-fasadnyh-teploizolyatsionnyh-1](https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-opredeleniya-summarnogo-soprotivleniya-paropronitsaniyu-naruzhnyh-otdelochnyh-sloev-fasadnyh-teploizolyatsionnyh-1)

(дата звернення: 09.07.2022).

33. Крайнов Д.В., Садиков Р.А. Вплив вмісту вологи на теплозахисні властивості огорожувальної конструкції з пористого бетону // Вісник МГСУ. 2011. №3-1.

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vlagosoderzhaniya-na-teplozaschitnye-svoystva-ograzhdayushey-konstruktsii-iz-yacheistogo-betona-1](https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vlagosoderzhaniya-na-teplozaschitnye-svoystva-ograzhdayushey-konstruktsii-iz-yacheistogo-betona-1)

(дата звернення: 09.07.2022).

34. Лаповська С.Д., Сиротін О.В., Грінфельд Г.І. Експериментальне визначення швидкості виходу початкової вологи з кладки з автоклавного газобетону у кліматичних умовах м. Київ // Construction materials. 2015. №8.

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnoe-opredelenie-skorosti-vyhoda-nachalnoy-vlagi-iz-kladki-iz-avtoklavnogo-gazobetona-v-klimaticheskikh-usloviyah-g-kieva](https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnoe-opredelenie-skorosti-vyhoda-nachalnoy-vlagi-iz-kladki-iz-avtoklavnogo-gazobetona-v-klimaticheskikh-usloviyah-g-kieva)

(дата звернення: 09.07.2022).

35. Протасевич А.М., Лешкевич В.В., Крутілін А.Б. Вологісний режим зовнішніх стін будівель за умов Республіки Білорусь // Житлове будівництво. 2013. №9.

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/vlazhnostnyy-rezhim-naruzhnyh-sten-zdaniy-v-usloviyah-respubliki-belarus](https://cyberleninka.ru/article/n/vlazhnostnyy-rezhim-naruzhnyh-sten-zdaniy-v-usloviyah-respubliki-belarus)

(дата звернення: 09.07.2022).

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		100

36. Жуков А.В., Цветков Н.А., Хутірний А.М., Толстих А.В. Вплив температурної залежності ізотерми сорбції та коефіцієнта вологопровідності на вологоперенесення в стіні з газобетону // Вісник МГСУ. 2018. №6 (117).

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-temperaturnoy-zavisimosti-izotermi-sorbtsii-i-koeffitsienta-vlagoprovodnosti-na-vlagoperenos-v-stene-iz-gazobetona](https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-temperaturnoy-zavisimosti-izotermi-sorbtsii-i-koeffitsienta-vlagoprovodnosti-na-vlagoperenos-v-stene-iz-gazobetona) (дата звернення: 09.07.2022).

37. Павленко Наталя Вікторівна, Пастушков Павло Павлович, Хархардін Анатолій Миколайович, Войтович Олена Валеріївна. Дослідження взаємозв'язку структурних та тепловологих характеристик на прикладі пінобетону на основі наноструктурованого в'язучого // Вісник СибАДИ. 2016. №6 (52).

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vzaimosvyazi-strukturnyh-i-teplovlazhnostnyh-harakteristik-na-primere-penobetona-na-osnove-nanostrukturirovannogo](https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vzaimosvyazi-strukturnyh-i-teplovlazhnostnyh-harakteristik-na-primere-penobetona-na-osnove-nanostrukturirovannogo) (дата звернення: 09.07.2022).

38. Левін Євген Володимирович, Окунев Олександр Юрійович. Нестационарний вологий режим житлових приміщень та вплив на нього сорбції парів води // Academia. Архитектура и строительство. 2018. №4.

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/nestatsionarnyy-vlazhnostnyy-rezhim-zhilyh-pomescheniy-i-vliyanie-na-nego-sorbtsii-parov-vody](https://cyberleninka.ru/article/n/nestatsionarnyy-vlazhnostnyy-rezhim-zhilyh-pomescheniy-i-vliyanie-na-nego-sorbtsii-parov-vody) (дата звернення: 09.07.2022).

39. Ромашкіна Ю.Е. Зниження негативного впливу капілярної конденсації в огорожувальних конструкціях. // ИВД. 2018. №2 (49).

[URL:https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-negativnogo-vliyaniya-kapillyarnoy-kondensatsii-v-ograzhdayuschih-konstruktsiyah](https://cyberleninka.ru/article/n/snizhenie-negativnogo-vliyaniya-kapillyarnoy-kondensatsii-v-ograzhdayuschih-konstruktsiyah) (дата звернення: 09.07.2022).

40. Rode C., Burch D. M. Empirical validation of a transient computer model for combined heat and moisture transfer // Thermal Performance of the Exterior Envelopes of Building VI, December 4–8. Clearwater Beach, FL: 1995. Pp. 283–295.

[https://web.ornl.gov/sci/buildings/conf-archive/1995%20B6%20papers/034\\_Rode.pdf](https://web.ornl.gov/sci/buildings/conf-archive/1995%20B6%20papers/034_Rode.pdf)

41. Künzl H. M., Kießl K. Calculation of heat and moisture transfer in exposed building components // International Journal of heat and mass transfer. 1997. No. 1. Pp. 159–16

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
						101
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

42. Guimarães A.S., Ribeiro I.M., Freitas T.S. TRHUMIDADE — A water diffusivity model to predict moisture content profiles // Cogent engineering. 2018. Vol. 5. Issue 1. Pp. 1–14. DOI: 10.1080/23311916.2018.1459007

43. Guimarães A.S., Ribeiro I.M., Freitas T.S. Numerical models performance to predict drying liquid water in porous building materials: Comparison of experimental and simulated drying water content profiles // Cogent engineering. 2017. Vol. 4. Issue 1. Pp. 1–17. DOI: 10.1080/23311916.2017.1365572

44. Ricardo M.S., Almeida R., Barreira E. Monte Carlo simulation to evaluate mould growth in walls: the effect of insulation, orientation, and finishing coating // Advances in civil engineering. 2018. Vol. 2018. Pp. 1–12. DOI: 10.1155/2018/8532167

45. Hroudová J., Korjenic A., Zach J., Mitterböck M. Entwicklung eines Wärmedämmputzes mit Naturfasern und Untersuchung des Wärme- und Feuchteverhaltens // Bauphysik. 2017. Vol. 39. Issue 4. Pp. 261–271. DOI: 10.1002/bapi.201710030

46. Latif E., Wijeyesekera D.C., Mohammad S. Impact of moistened bio-insulation on whole building energy use // MATEC Web of Conferences. 2017. Vol. 103. P. 03020. DOI: 10.1051/matecconf/201710303020 8. Kaczmarek A., Wesolowska M. Factors affecting humidity conditions of a face wall layer of a heated building // Procedia Engineering. 2017. Vol. 193. Pp. 205–210. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.06.205

47. Romm F., Karchevsky V, Axenov O, Potashnikov R., Figovsky O.L. Coatings based on quarternary ammonium silicates. Preparation, Properties and Application Scientific Israel – Technological Advantages, vol. 4, no. 4, pp. 75–81.

48. Loganina V.I., Kislitsyna S.N., Demyanova V.S., Mazhitov E.B. Svoystva modifitsiro-vannogo svyazuyushchego dlya silikatnykh krasok [Properties of a modified binder for silicatepaints]. Regional'naya arkhitektura i stroitel'stvo, 2017, no. 4 (33), pp. 17–23.

49. Loganina V.I., Kislitsyna S.N., Mazhitov E.B. Svoystva zhidkogo stekla s dobavkozyolya kremniyevoy kisloty [Properties of liquid glass with the addition of silicic acid sol]. Izves-tiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitel'stvo, 2017, no. 8 (704), pp. 74–79.

50. Loganina V.I., Kislitsyna S.N., Mazhitov Y.B. Development of sol-silicate composition for decoration of building walls. Case Studies in Construction Materials, 2018, no. 9,

<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2018.e00173>

51. Cang S.J., Yoo J., Wi S., Kim S. Numerical analysis on the hygrothermal behavior of building envelope according to CLT wall assembly considering the hygrothermal-environmental zone in Korea. Environmental Research, December 2020, vol. 191, art. no. 110198,

<https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110198>

52. Mello de Ayres L., Moura L.M., Mendes N. A model for assessment of heat and moisture transfer through hollow porous buildings elements. Case Studies in Thermal Engineering, 2019, vol. 14, art. no. 100446.

<https://doi.org/10.1016/j.csite.2019.100446>

53. Fedorik, F., Malaska, M., Hannila, R., Haapala, A. Improving the thermal performance of concrete-sandwich envelopes in relation to the moisture behaviour of building structures in boreal conditions. Energy and Buildings, 2015, no. 107, pp. 226–233.

<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.08.020>

54. Guimarães A.S., Delgado J.M.P.Q., Azevedo A.C., Freitas de V.P. Interface influence on moisture transport in buildings. Construction and Building Materials, 2018, no. 162, pp. 480–488.

<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.040>

55. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. – К. : Мінрегіонбуд України, 2013. – 51 с.

[https://eurobud.ua/wp-content/uploads/2020/09/dstu-b-v\\_2\\_6-189-2013.pdf](https://eurobud.ua/wp-content/uploads/2020/09/dstu-b-v_2_6-189-2013.pdf) (дата звернення: 12.06.2022).

56. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінрегіон України, 2016. – 30 с.

<https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2017/02/DBN-V.2.6-31-2016-Teplova-izolyatsiya-budivel.pdf> (дата звернення: 12.06.2022).

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		103

57. 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.

[http://uas.org.ua/wp-content/uploads/2019/01/dstu-n\\_b\\_v.1.1-27\\_2010.pdf](http://uas.org.ua/wp-content/uploads/2019/01/dstu-n_b_v.1.1-27_2010.pdf) (дата звернення: 13.06.2022).

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

[https://drive.google.com/file/d/13M5yj8MXdbs4fsxIvIJdhped\\_FcSQKN7/view](https://drive.google.com/file/d/13M5yj8MXdbs4fsxIvIJdhped_FcSQKN7/view) (дата звернення: 13.06.2022).

					<b>2мБП.9775519.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		104

# РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

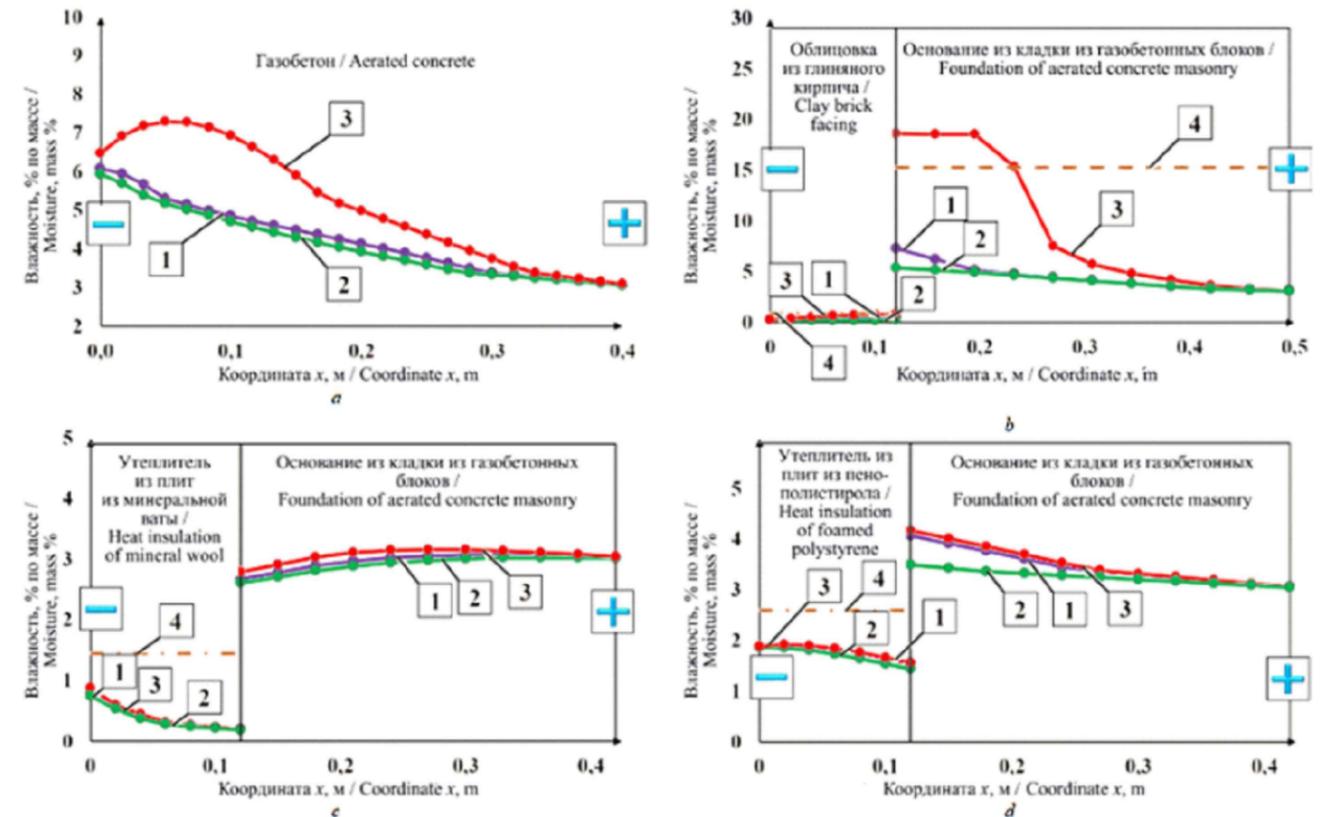
Гагарін В. Г.

## Мета роботи

- аналіз існуючих досліджень по покращенню вологісного стану огороджувальних конструкцій
- дослідження вологісного стану існуючого горищного перекриття в зоні нижнього поясу металевих ферм розташованого в рівні горищного перекриття.
- Виявлення при яких параметрах повітря на горищі та стану заповнення утеплювачем проміжків між кутиками та плитою перекриття можлива конденсація водяної пари на поверхнях металевих елементів.
- розробка рекомендацій по покращенню вологісного стану горищного перекриття в зоні нижнього поясу металевих ферм.

Задачі дослідження виконати:

- аналіз вологісного стану горищного перекриття в зоні нижнього поясу металевих ферм якщо:
  - нижній пояс ферми повністю закритий утеплювачем
  - відсутній утеплювача між кутиками та залізобетонною плитою



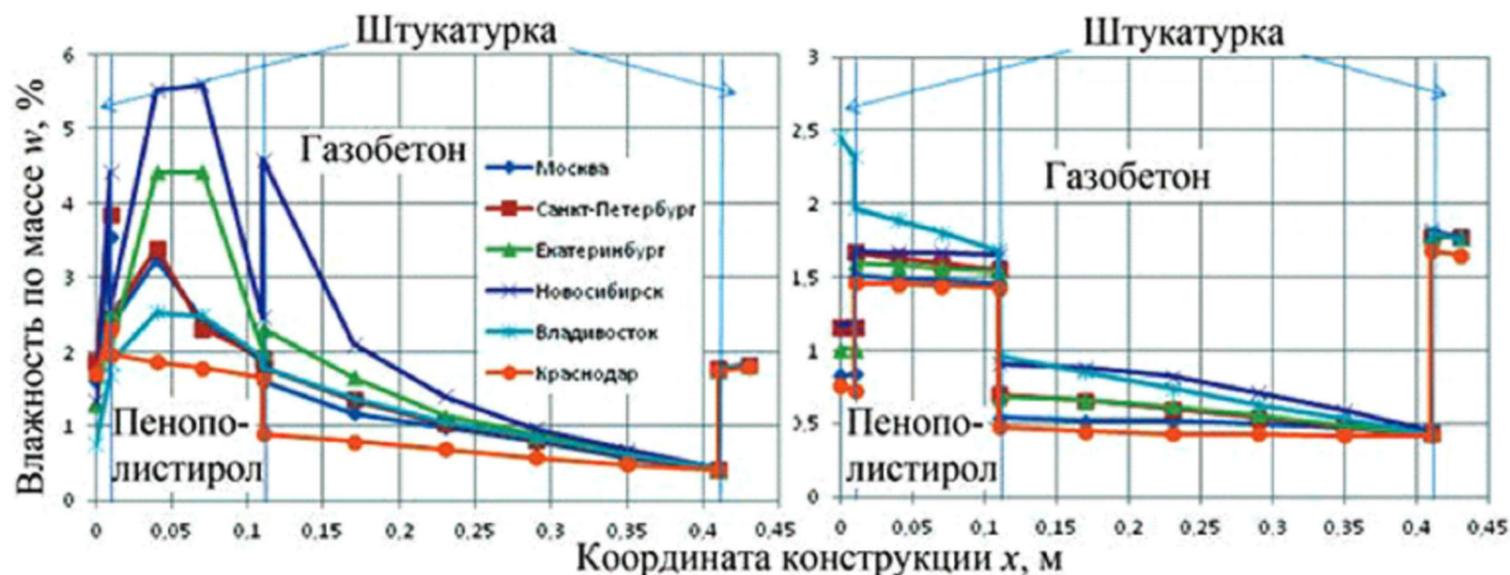
Розглянув математичні моделі вологого режиму, розроблені К.Ф. Фокіним, А.В. Ликовим, В.І. Лук'яновим, В.М. Богословським, Х.М. Кюнцелем. Показав переваги використання потенціала вологості порівняно з окремим обліком потенціалів перенесення. Наведено вираз для потенціалу вологості розроблені В.Г. Гагаріним та В.В. Козловим.

						2МБП.9775519.МР		
						Дослідження вологісного стану горищного перекриття Залу Уроцистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського		
Зм.	Кільк.	Арж.	Док.	Підпис	Дата			
Розробив	Безов М.В.					Стаття	Аркуш	Аркушів
Керував	Магас Н.М.					МР	1	16
Консультант								
Н. контроль						Мета роботи. Аналіз досліджень Гагарін В.Г.		
Зав. кафедр						НУШП ім. Юрія Кодратюка		
Семько О.В.						Кафедра БраЦЦ		

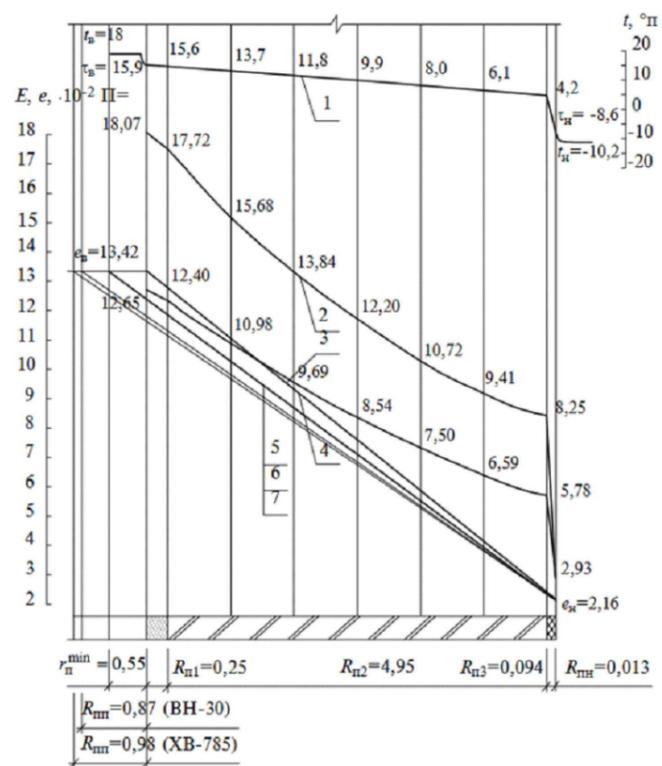
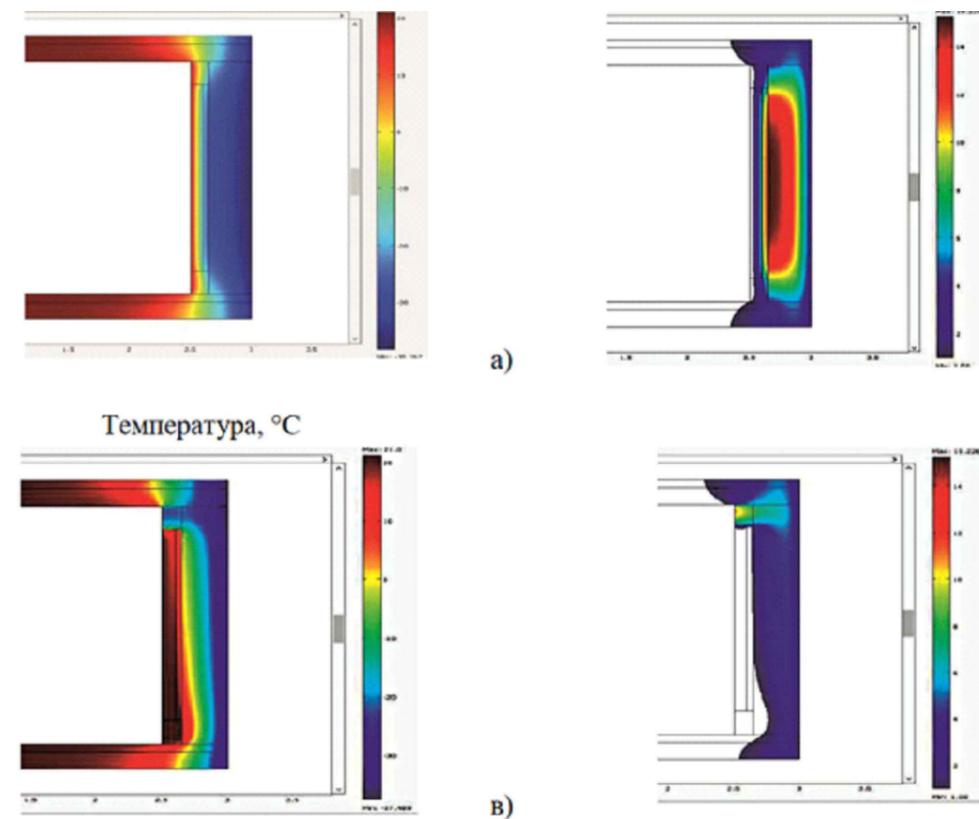
# РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Пастушков П.П.

Добросмислов С.С.



Дав аналіз методик розрахунку вологового режиму огороджувальних конструкцій. Провів експериментальні дослідження з сорбційного зволоження та паропроникності основних марок газобетону.



Єзерський В. А.

Розробив методику розрахунку опору паропроникненню внутрішнього захисного покриття зовнішніх огороджувальних конструкцій, цехів з виробництва фосфорних солей

Розглянув процес тепло- і масообміну у зовнішній огороджувальній конструкції при внутрішньому утепленні. Для запобігання випаданню конденсату запропонував використовувати вентиляований повітряний канал всередині стінової конструкції.

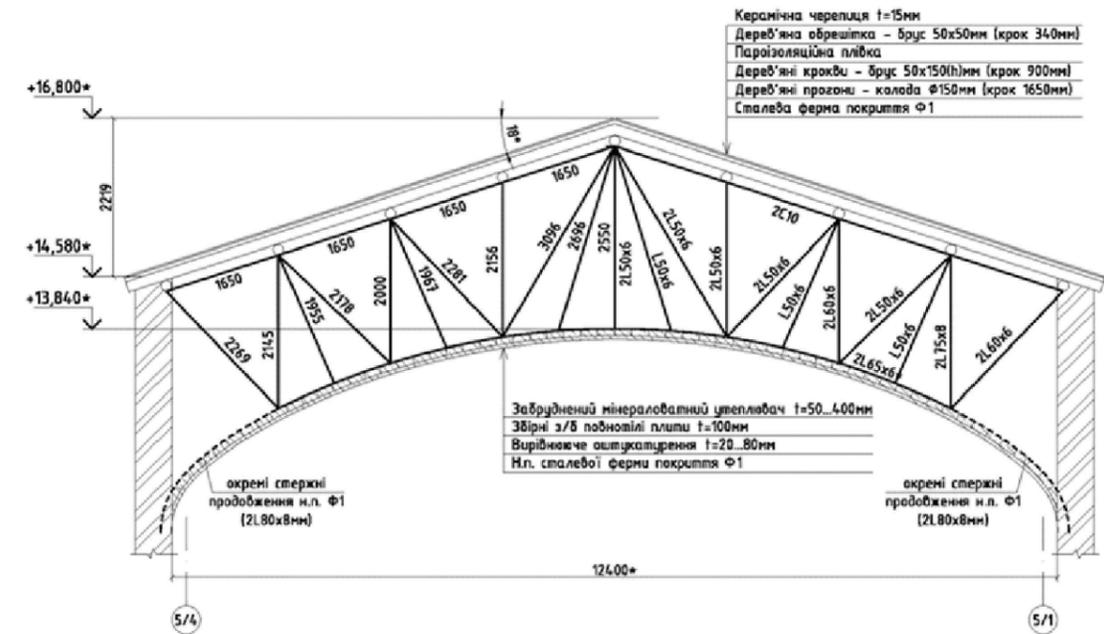
						2МБП.9775519.МР		
						Дослідження вологісного стану горючого перекриття Залу Уроцистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата			
Розробив	Єзев М.В.					розрахунку вологісного стану огороджувальних конструкцій		
Керує	Магас Н.М.					Стандія	Аркуш	Аркуш
Консультації						МР	2	16
Н. контроль						Аналіз досліджень Пастушкова П.П., Добросмислова С.С., Єзерського В.А.		
Зав. кафедр						НУПІ ім. Юрія Кодратюка		
Семко О.В.						Кафедра БраЦ		

# РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧОГО ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ГОРИЩНОГО ПЕРЕКРИТТЯ У ЗОНІ НИЖНЬОГО ПОЯСУ ФЕРМ

## Загальний вигляд горища



## Схема ферми



## Корозія нижнього поясу ферми



## Конструкція горищного перекриття



						2МБП.9775519.МР		
						Дослідження вологісного стану горищного перекриття Залу Уроцистостей		
						Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Лоцц 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧОГО ВОЛОГІСНОГО СТАНУ ГОРИЩНОГО ПЕРЕКРИТТЯ У ЗОНІ НИЖНЬОГО ПОЯСУ ФЕРМ		
Розробив	Бєдов М.В.					Стадія	Аркуш	Аркуши
Керує	Магас Н.М.					МР	3	16
Консультант						Загальний вигляд горища. Схема ферми. Конструкція горищного перекриття.		
Н. контроль						НУПП ім. Юрія Кондратюка		
Зав. кафедр	Семко О.В.					Кафедра БраЦ		

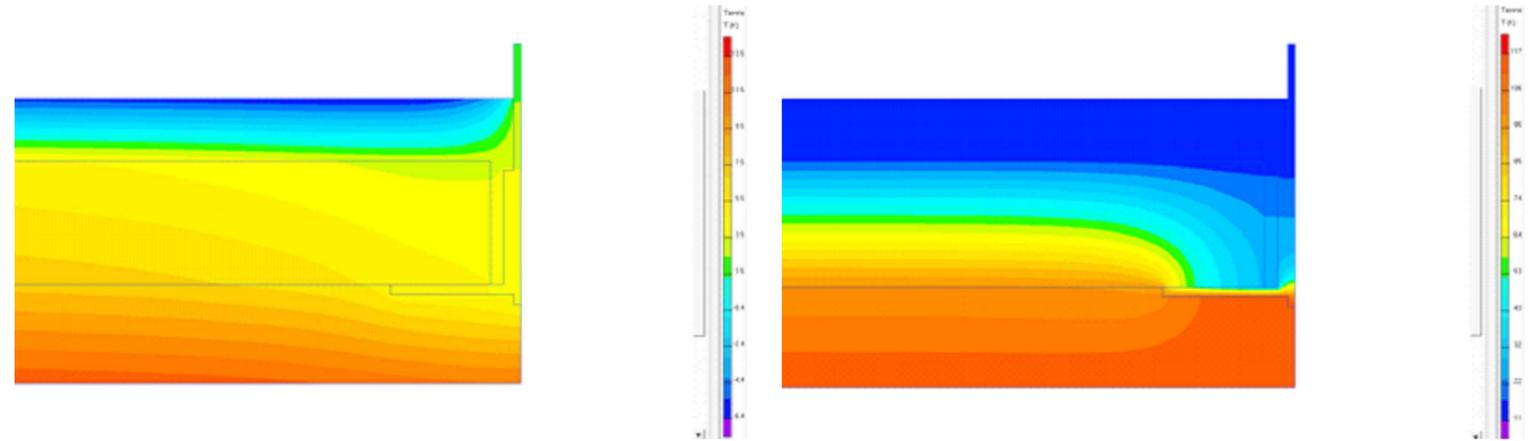
# 2.1. Ділянка з планкою. Нижній пояс ферми повністю закритий утеплювачем.

Температура повітря на горищі -15°C, Відносна вологість 70%

Розрахункова схема



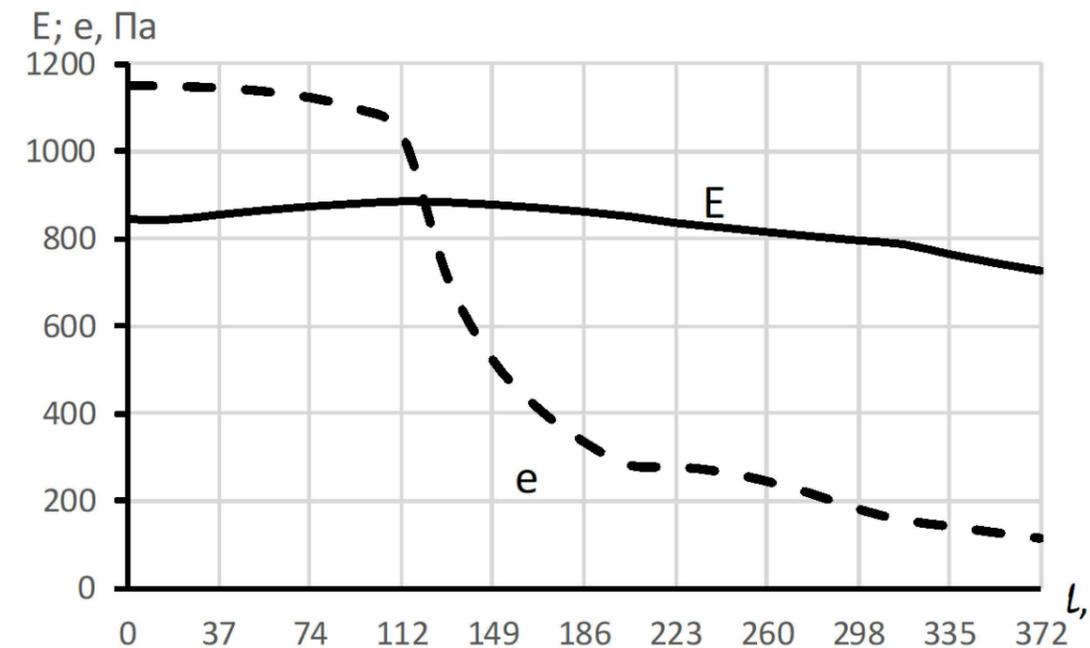
Температурне та вологісне поле



Характеристика матеріалів

№	Найменування	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Коефіцієнт паропроникності, мг/(м·год·Па)
1	Вапняно-піщаний розчин	0,05	0,81	0,12
2	Залізобетонна плита	0,1	2,04	0,03
3	Забруднений сміттям утеплювач	0,05	0,26	0,22
4	Метал		58	0

Парціальний тиск водяної пари



**Відбувається конденсація**

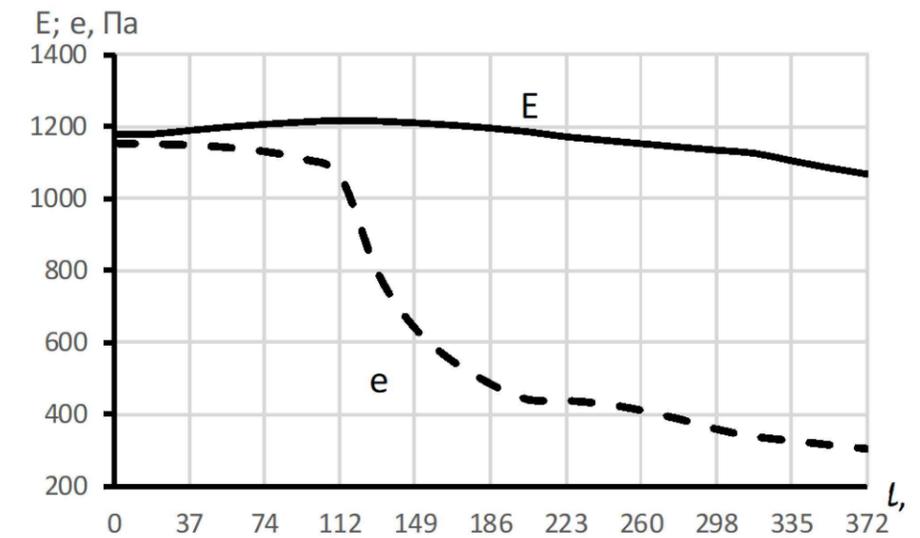
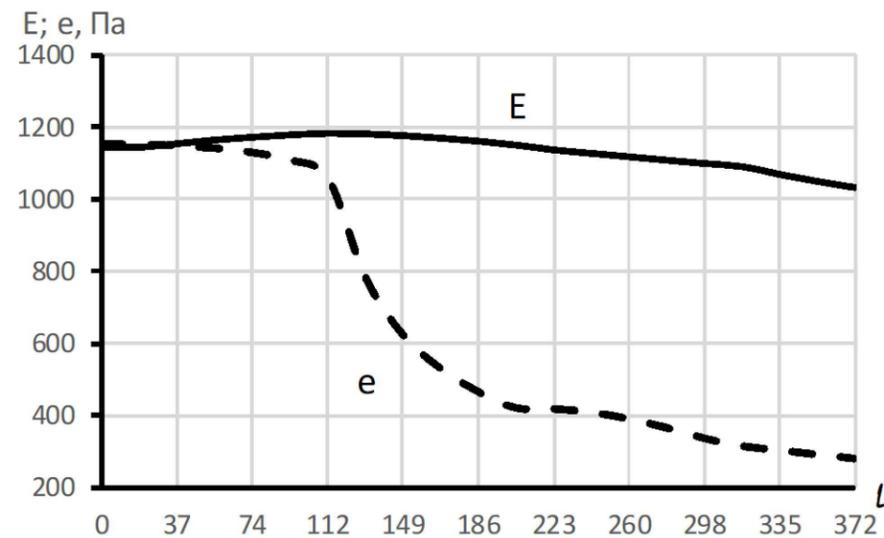
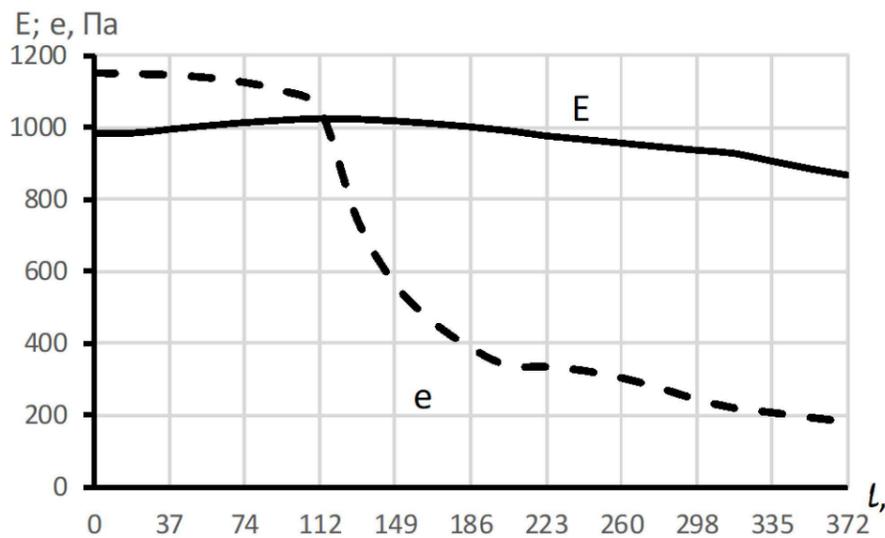
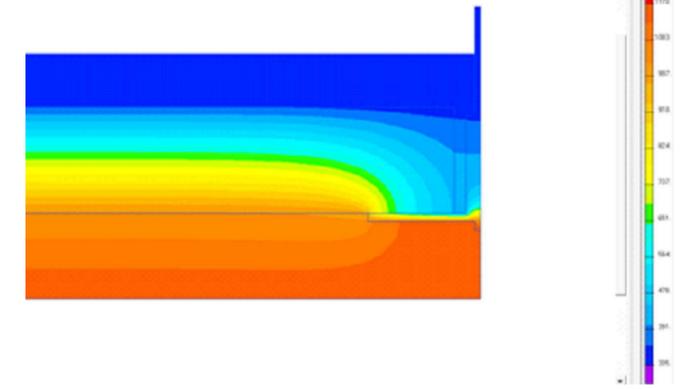
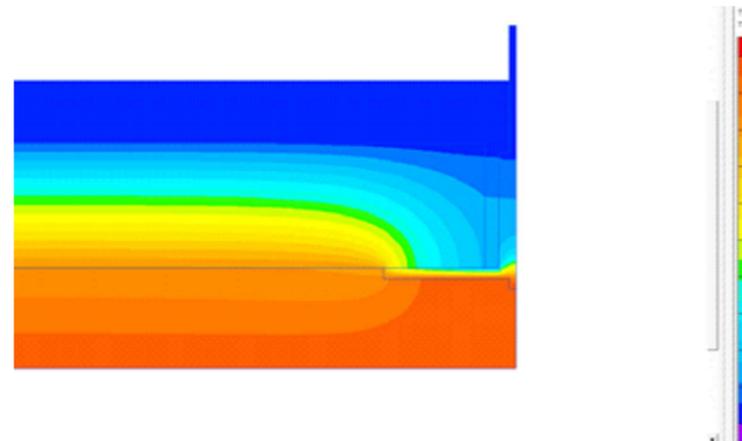
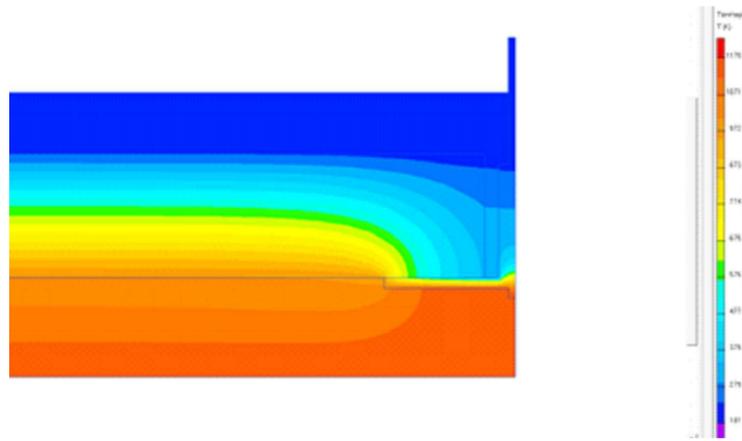
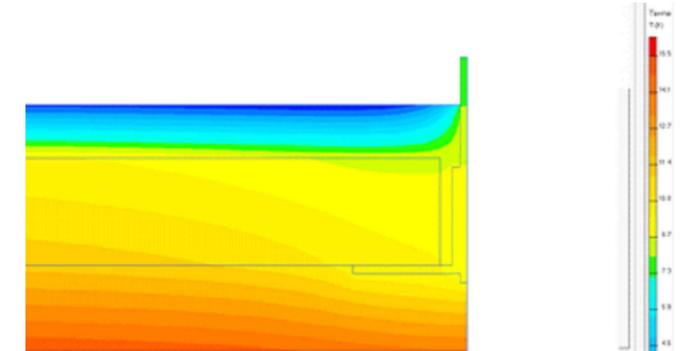
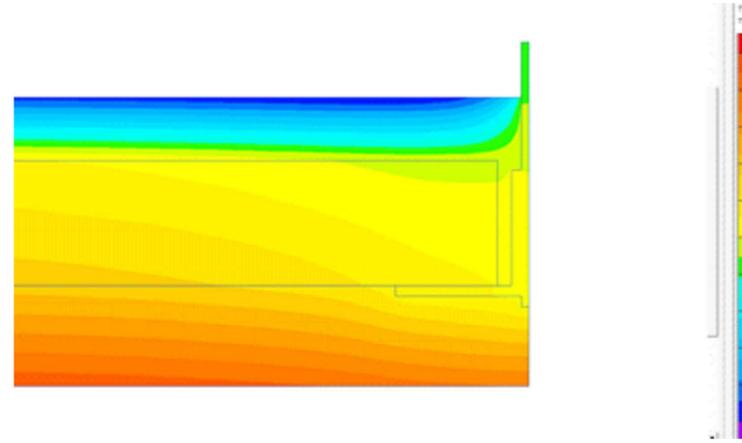
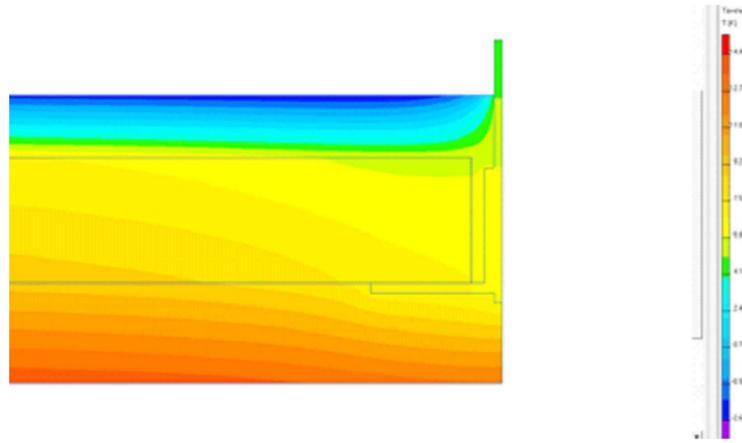
						2МБП.9775519.МР		
						Дослідження вологісного стану горищного перекриття Залу Уроцистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського		
Зм.	Кільк.	Арж.	Док.	Підпис	Дата	2.1. Ділянка з планкою. Нижній пояс ферми повністю закритий утеплювачем.		
Розробив	Бєдов М.В.					Стандія	Аркуш	Аркуши
Керує	Магас Н.М.					МР	4	16
Консультант						Розрахункова схема. Характеристики матеріалів. t=-15°C, φ=75%.		
Н. контроль						НУПІ ім. Юрія Кодратюка		
Зав. кафедр	Семко О.В.					Кафедра БраЦ		

# 2.1. Ділянка з планкою. Нижній пояс ферми повністю закритий утеплювачем.

-10°C, 70%

-5°C, 70%

-4°C, 70%



Конденсація не відбувається

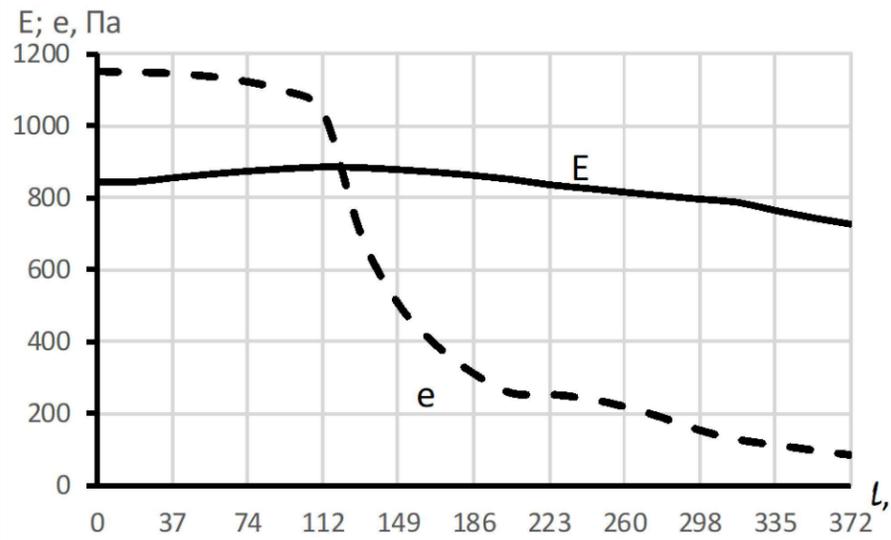
Відбувається конденсація

Відбувається конденсація

						2МБП.9775519.МР		
						Дослідження вологісного стану горішнього перекриття Залу Уроцистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського		
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	2.1. Ділянка з планкою. Нижній пояс ферми повністю закритий утеплювачем.		
Розробив	Бєзов М.В.					Стандія	Аркуші	Аркуші
Керувач	Магас Н.М.					МР	5	16
Консультант						НУПІ ім. Юрія Кодратюка		
Н. контроль						Кафедра БраЦ		
Зав. кафедр	Семко О.В.							

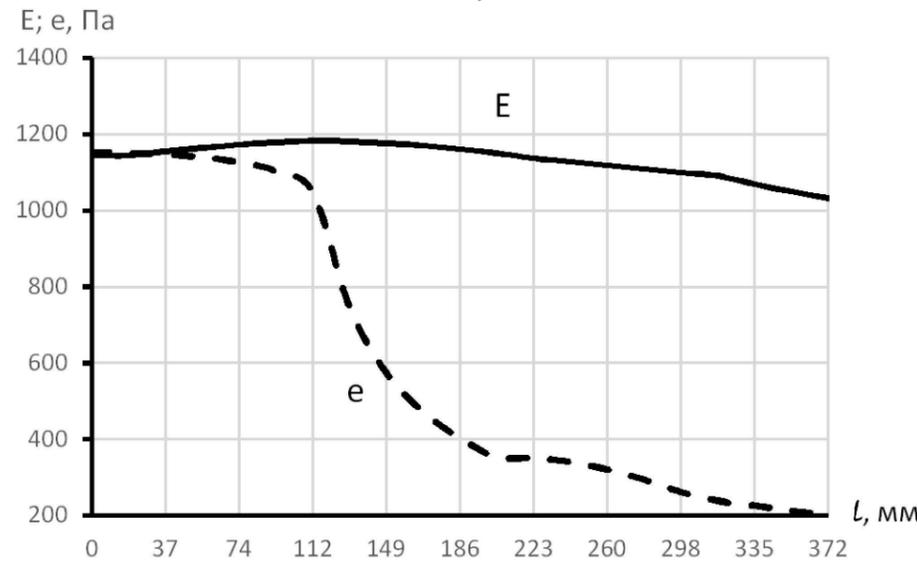
# 2.1. Ділянка з планкою. Нижній пояс ферми повністю закритий утеплювачем.

-15°C, 50%



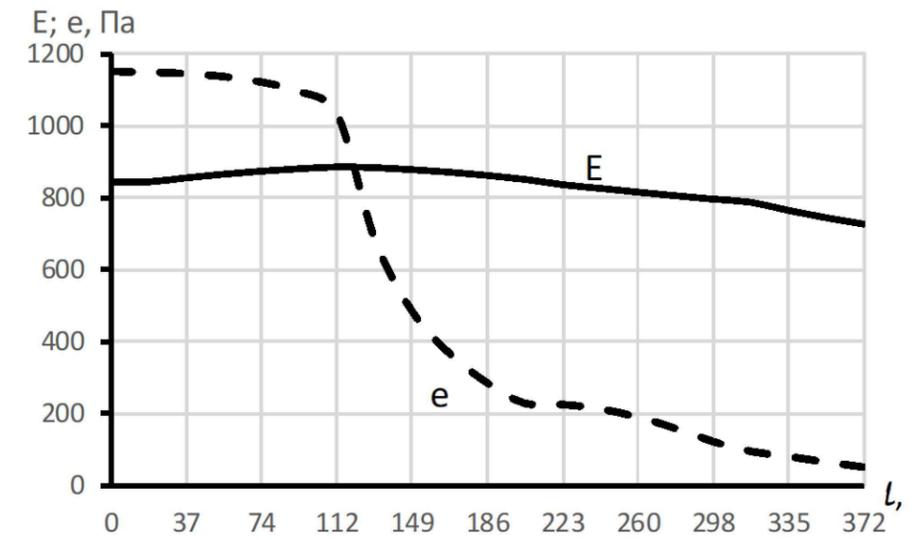
Відбувається конденсація

-5°C, 50%



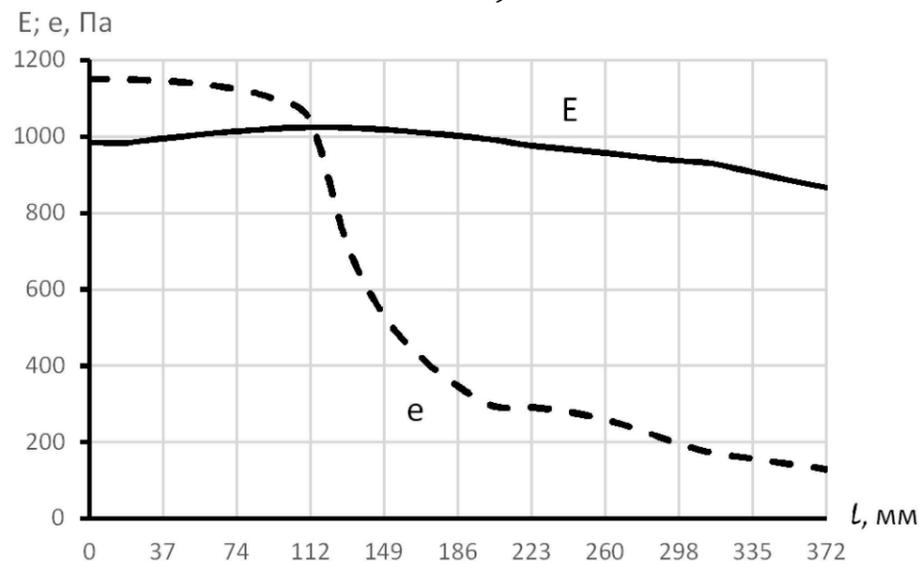
Відбувається конденсація

-15°C, 30%



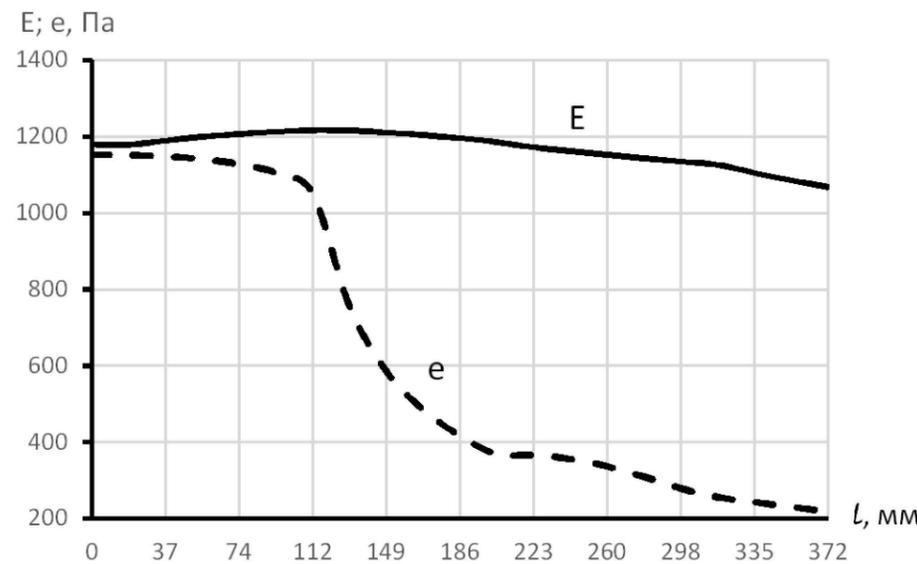
Відбувається конденсація

-10°C, 50%



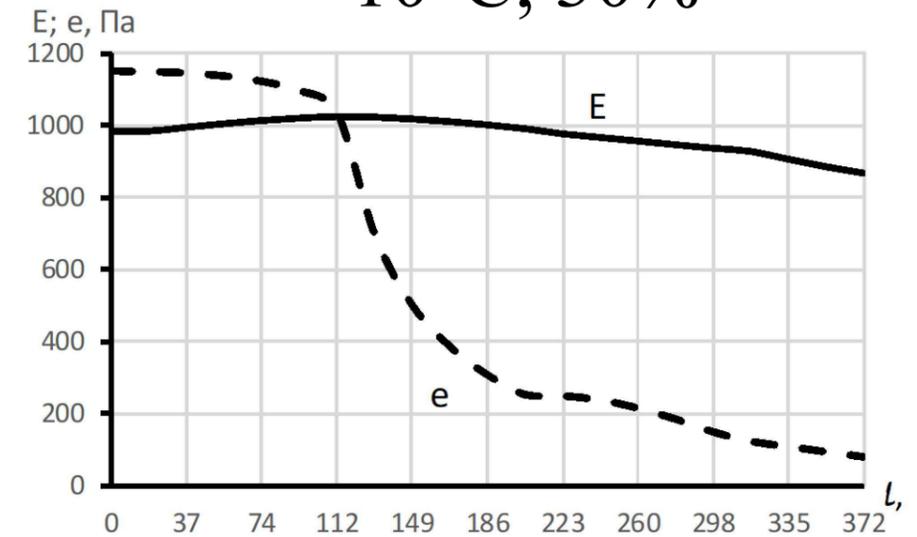
Відбувається конденсація

-4°C, 50%



Конденсація не відбувається

-10°C, 30%

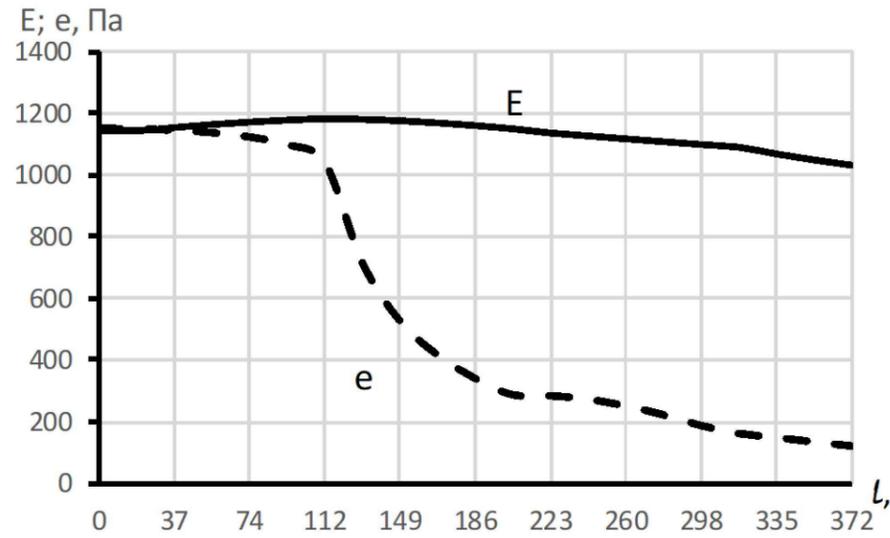


Відбувається конденсація

						2МБП.9775519.МР		
						Дослідження вологісного стану горіщиного перекриття Залу Урочистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського		
Зм.	Кільк.	Арж.	Док.	Підпис	Дата	2.1. Ділянка з планкою. Нижній пояс ферми повністю закритий утеплювачем.		
Розробник	Бєдов М.В.					Стандія	Аркуші	Аркушин
Керівник	Магас Н.М.					МР	6	16
Консультація						НУШП ім. Юрія Кодратюка		
Н. контроль						Кафедра БраЦ		
Зав. кафедрою	Семько О.В.							

# 2.1. Ділянка з планкою. Нижній пояс ферми повністю закритий утеплювачем.

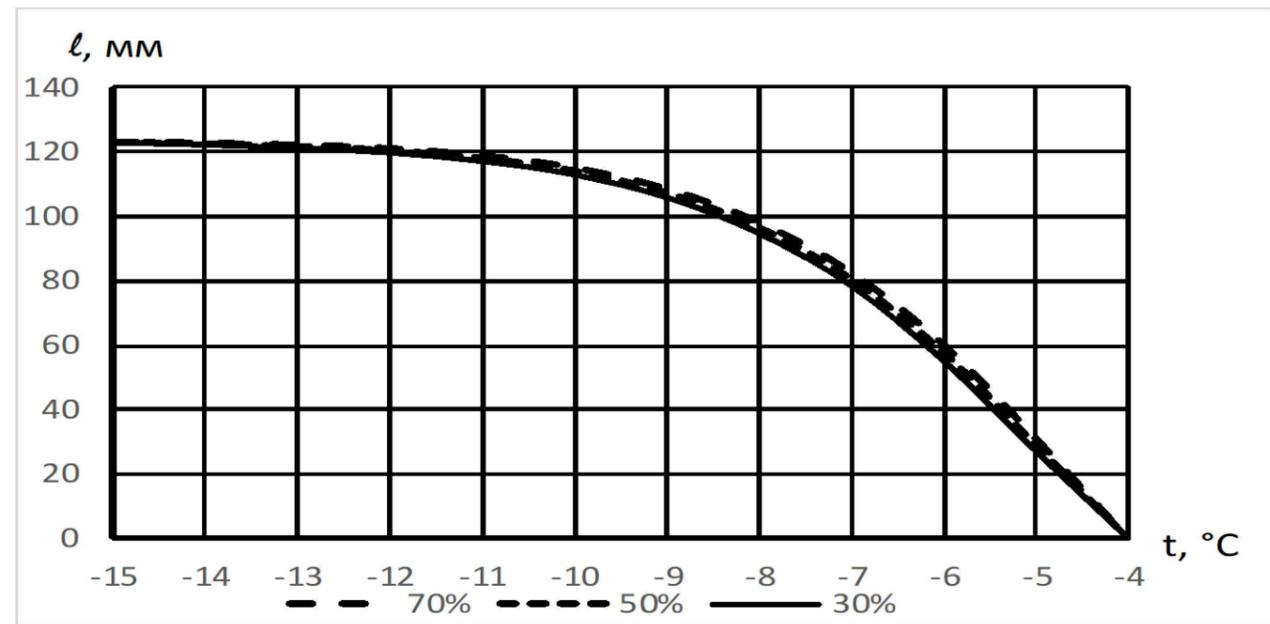
-5°C, 30%



Довжина ділянки конденсації

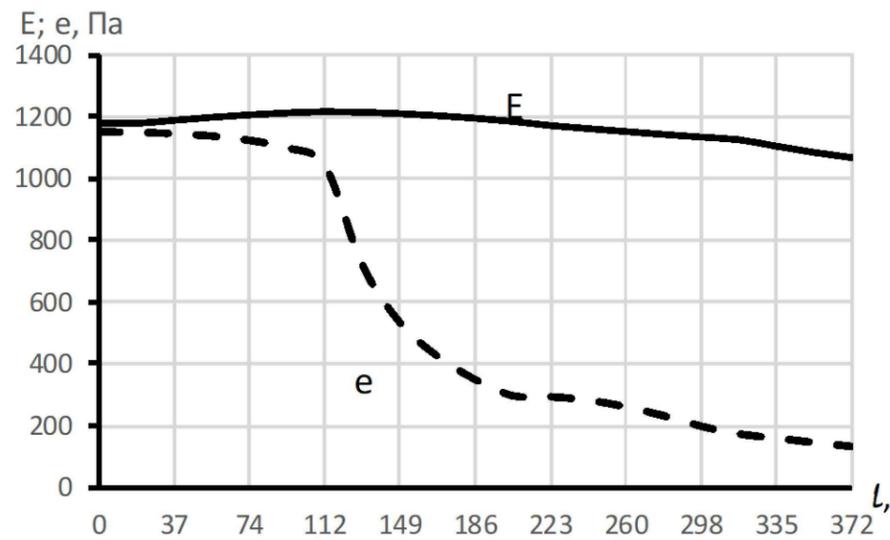
Температура повітря га горища, °C	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, %		
	70	50	30
-15	123	123	123
-10	115	114	113
-5	31	29	27
-4	0	0	0

Залежність ділянки конденсації від t та φ



Відбувається конденсація

-4°C, 30%



Конденсація не відбувається

### Висновки:

1. При заповненні утеплювачем проміжків між кутиками нижнього поясу ферми та кутиками і залізобетонної плитою конденсація водяної пари на поверхнях нижнього поясу металевої ферми відбувається при температурі повітря на горищі нижче  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
2. Зі зниженням температури повітря на горищі величина ділянки конденсації збільшується.
3. Відносна вологість повітря на горищі практично не впливає на величину ділянки конденсації.

						2МБП.9775519.МР		
						Дослідження вологісного стану горищного перекриття Залу Уроцистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського		
Зм.	Кільк.	Арж.	Док.	Підпис	Дата			
Розробив	Бєдов М.В.					Студія	Аркуш	Аркуши
Керувач	Магас Н.М.					МР	7	16
Консультант					2.1. Ділянка з планкою. Нижній пояс ферми повністю закритий утеплювачем.			
Н. контроль					t=-5 °C, φ=30%; t=-4 °C, φ=30%.			
Зав. кафедрой	Семько О.В.					НУПІП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БраЦ		

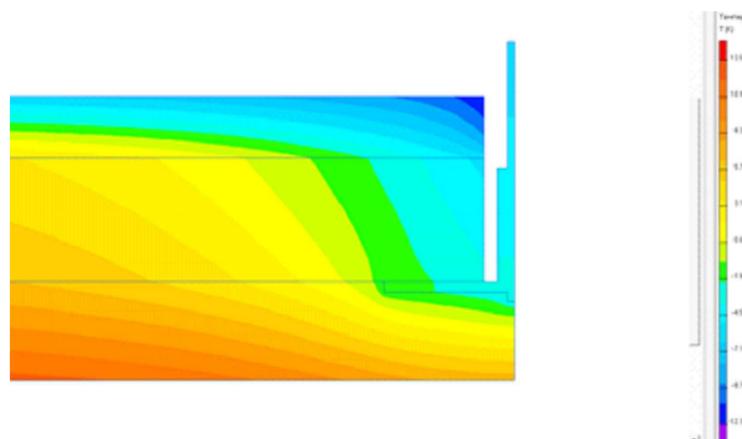
## 2.2. Ділянка з планкою. Відсутність утеплювача між кутиками та залізобетонною плитою.

### Розрахункова схема

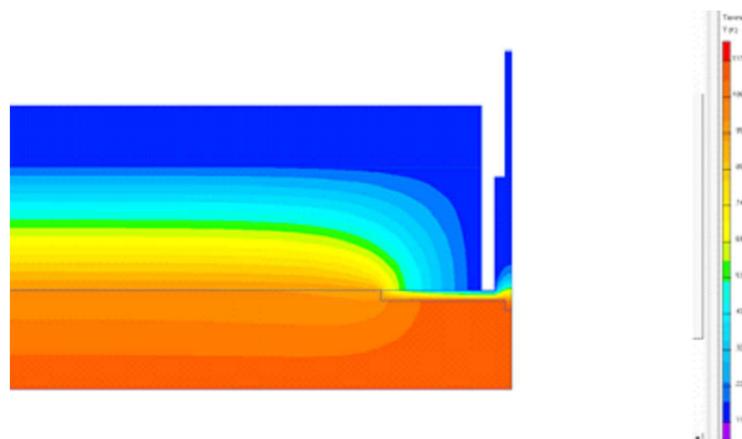


-15°C, 70%

### Температурне поле



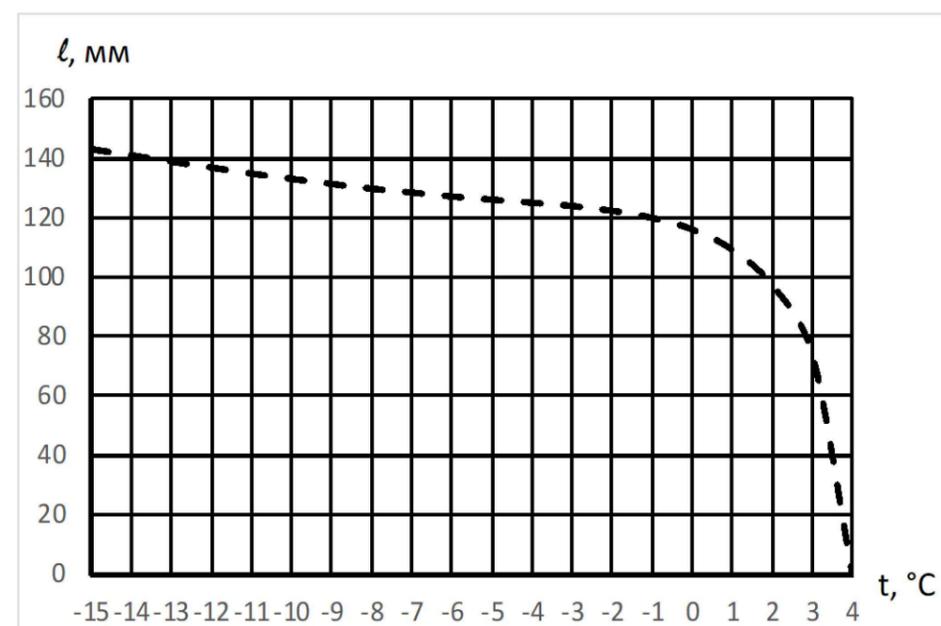
### Поле парціального тиску



### Довжина ділянки конденсації

Температура повітря на горищі, °C	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, 70 %
-15	143
-10	133
-5	126
0	116
4	0

### Залежність ділянки конденсації від $t$ та $\phi$



### Висновки:

1. Якщо між утеплювачем та конструкціями нижнього поясу металевої ферми є повітряний зазор, то при температурі повітря на горищі нижче 4 °C на поверхнях нижнього поясу ферми відбувається конденсація водяної пари, внаслідок чого можлива корозія цих елементів.
2. Конденсація відбувається на нижній поверхні кутиків нижнього поясу ферми та планки між ними.
3. Найбільша кількість вологи, що конденсується на поверхнях знаходиться посередині нижньої поверхні планки.
4. Зі зниженням температури на горищі величина ділянки конденсації збільшується.

						2МБП.9775519.МР			
						Дослідження вологісного стану горищного перекриття Залу Уроцистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського			
Зм.	Кільк.	Арж.	Док.	Підпис	Дата				
Розробив	Бєдов М.В.					2.2. Ділянка з планкою. Відсутність утеплювача між кутиками та залізобетонною плитою.	Стадія	Аркуш	Аркуши
Керувач	Магас Н.М.						МР	8	16
Консультант									
Н. контроль						t=-15 °C, φ=70%; t=-10 °C, φ=70%; t=-5 °C, φ=70%; t=0 °C, φ=70%; t=4 °C, φ=70%.			
Зав. кафедр	Семко О.В.					НУПІ ім. Юрія Кодратюка Кафедра БраЦ			

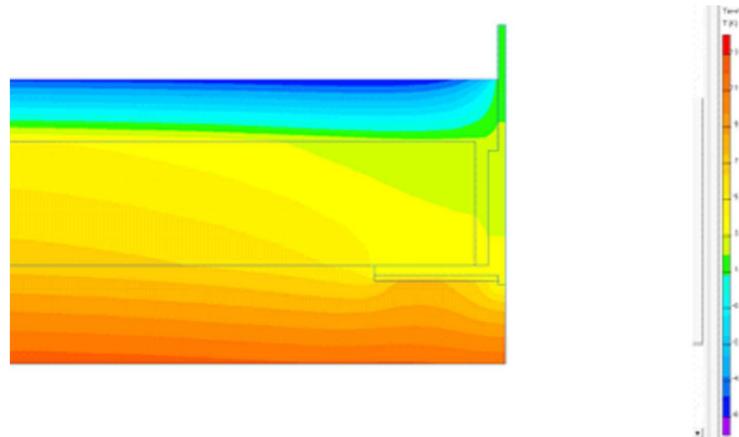
## 2.3. Ділянка з планкою. Відшарування штукатурки від елементів нижнього поясу ферми

Розрахункова схема

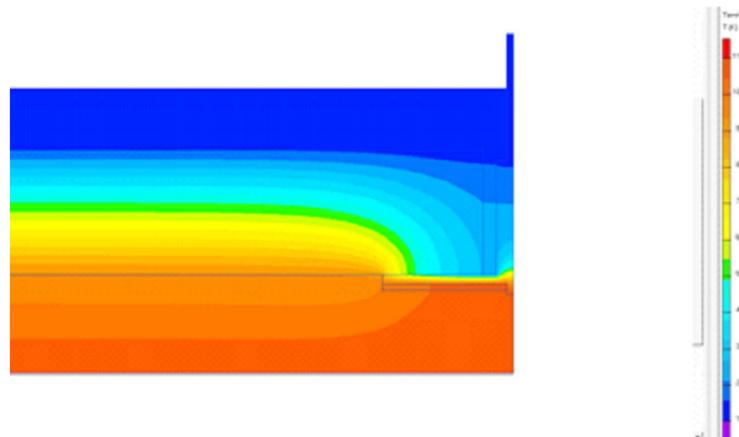


-15°C, 70%

Температурне поле



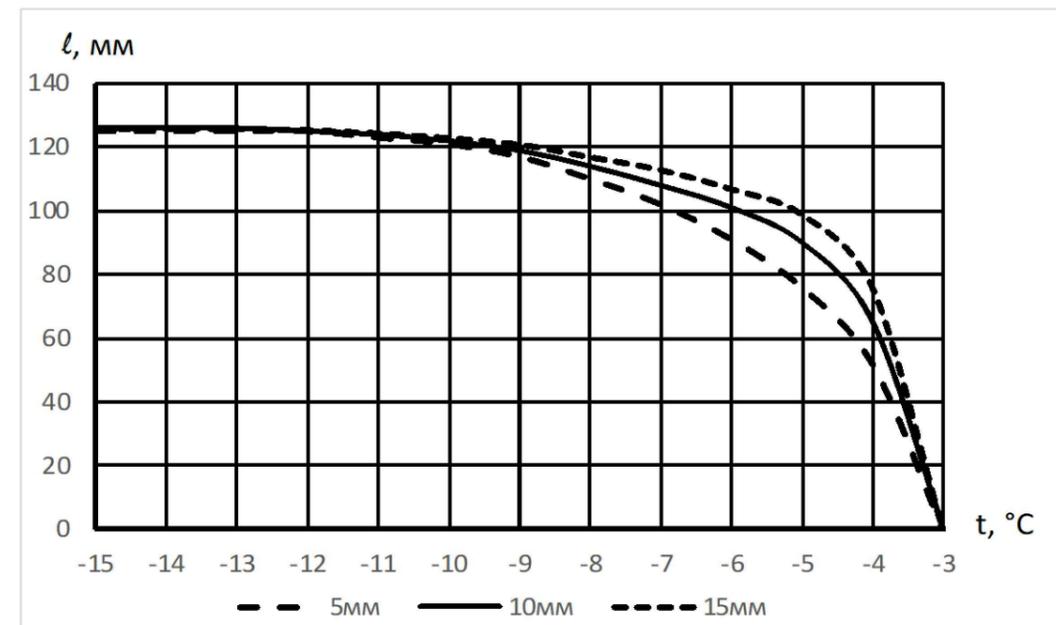
Поле парціального тиску



Довжина ділянки конденсації

Температура повітря га горища, °C	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при товщині відшарування, мм		
	5	10	15
-15	125	126	126
-10	121	122	123
-5	76	90	99
-3	0	0	0

Залежність ділянки конденсації від  $t$  та  $\phi$



**Висновки:**

1. При відшаруванні штукатурки від кутиків металеві ферми конденсації вологи на поверхнях металевих елементів відбувається якщо температурі повітря на горищі нижче  $-3^\circ\text{C}$ .
2. Конденсація відбувається на нижній поверхні кутиків нижнього поясу ферми та планки між ними.
3. Найбільша кількість вологи, що конденсується на поверхнях знаходиться посередині нижньої поверхні планки.
4. Зі зниженням температури на горищі величина ділянки конденсації збільшується.
5. Величина ділянки конденсації суттєво відрізняється у діапазоні температур повітря на горищі від  $-4^\circ\text{C}$  до  $-8^\circ\text{C}$ .

2МБП.9775519.МР					
Дослідження вологісного стану горищного перекриття Залу Урочистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського					
Зм.	Кільк.	Арж.	Док.	Підпис	Дата
Розробник	Бездов М.В.				
Керівник	Магас Н.М.				
Консультант					
Н. контроль					
Зав. кафедр	Семко О.В.				
Студія			Аркуш	Аркуши	
МР			9	16	
НУПІ ім. Юрія Кодратюка			Кафедра БраЦ		

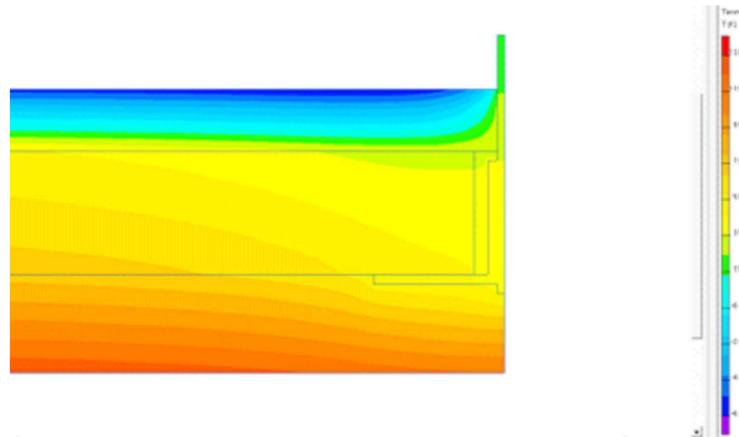
# 2.4. Ділянка з планкою. Часткова відсутність утеплювача між залізобетонною плитою та металевими конструкціями

Розрахункова схема

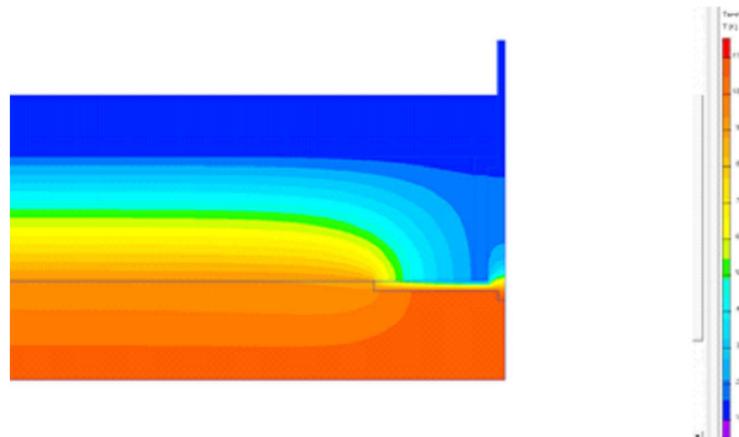


-15°C, 70%

Температурне поле



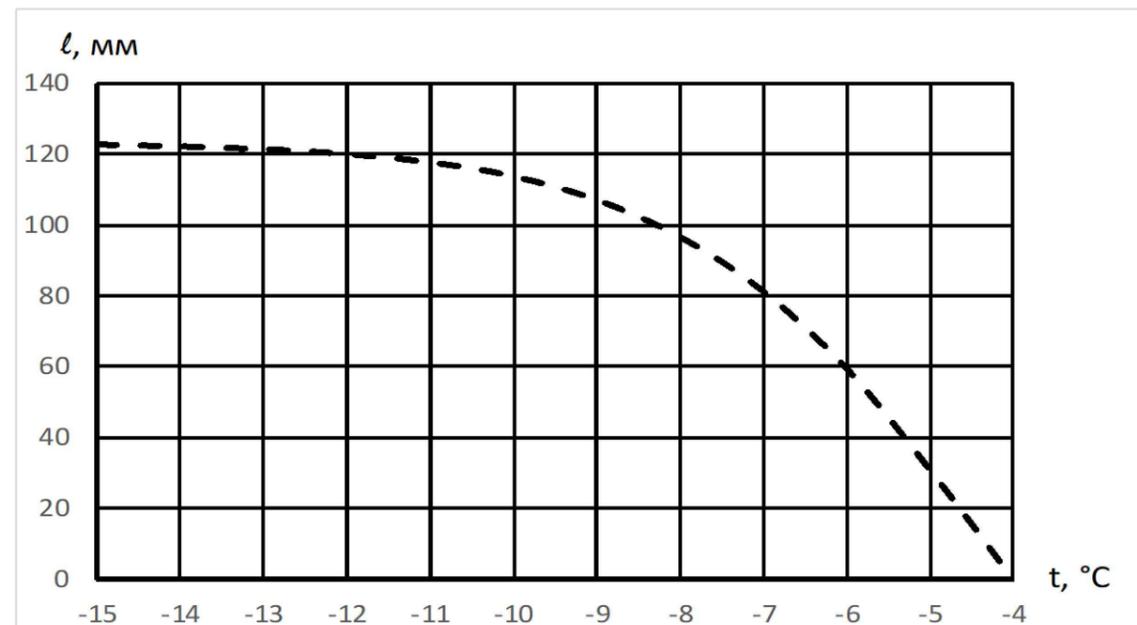
Поле парціального тиску



Довжина ділянки конденсації

Температура повітря на горищі, °C	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, 70 %
-15	123
-10	114
-5	31
-4	0

Залежність ділянки конденсації від  $t$  та  $\phi$



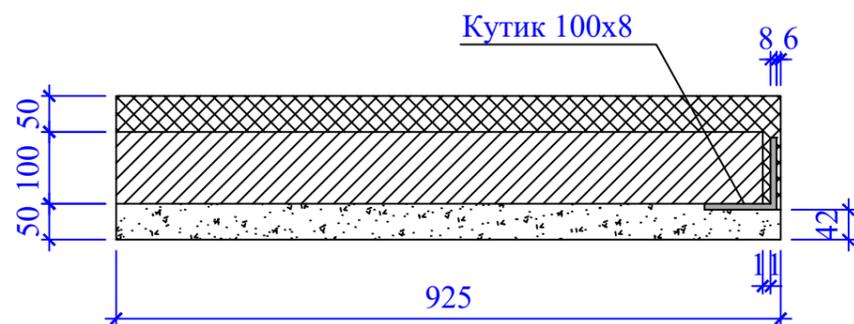
### Висновки:

1. Якщо між кутиками нижнього поясу ферми та залізобетонною плитою є повітряний зазор, то при температурі повітря на горищі нижче 4 °C на поверхнях нижнього поясу ферми відбувається конденсація водяної пари, внаслідок чого можлива корозія цих елементів.

						2МБП.9775519.МР			
						Дослідження вологісного стану горищного перекриття Залу Уроцистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського			
Зм.	Кільк.	Арж.	Док.	Підпис	Дата				
Розробив	Бєдов М.В.					2.4. Ділянка з планкою. Часткова відсутність утеплювача між залізобетонною плитою та металевими конструкціями	Стадія	Аркуш	Аркуши
Керує	Магас Н.М.						МР	10	16
Консультант									
Н. контроль						t=-15 °C, φ=70%; t=-10 °C, φ=70%; t=-5 °C, φ=70%; t=-4 °C, φ=70%.	НУПІ ім. Юрія Кодратюка		
Зав. кафедрі	Семко О.В.						Кафедра БраЦ		

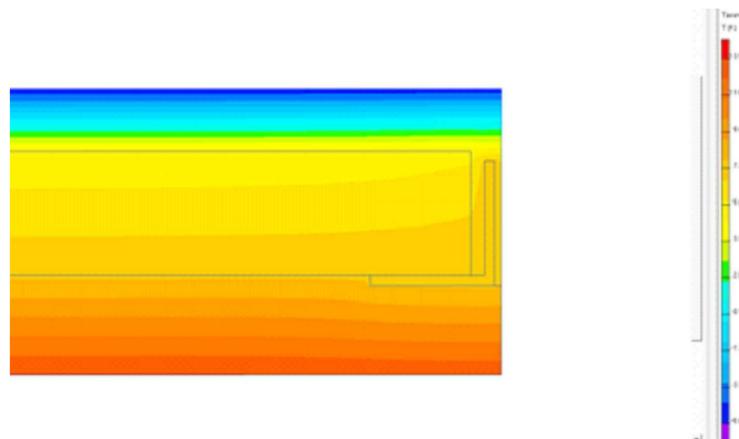
# 2.5. Ділянка без планки. Повне заповнення утеплювачем.

## Розрахункова схема

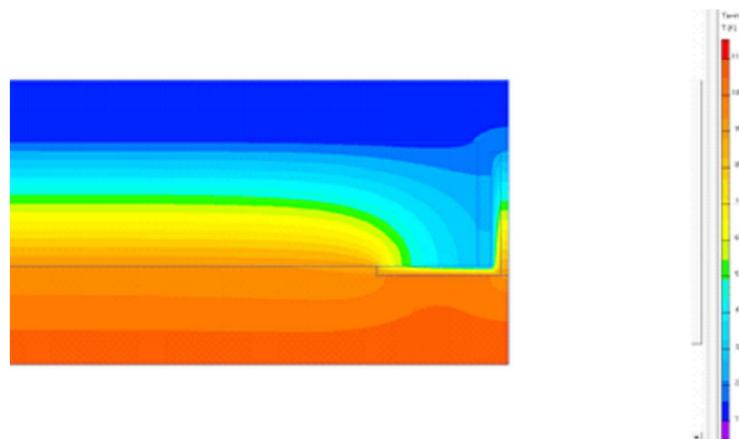


-15°C, 70%

## Температурне поле



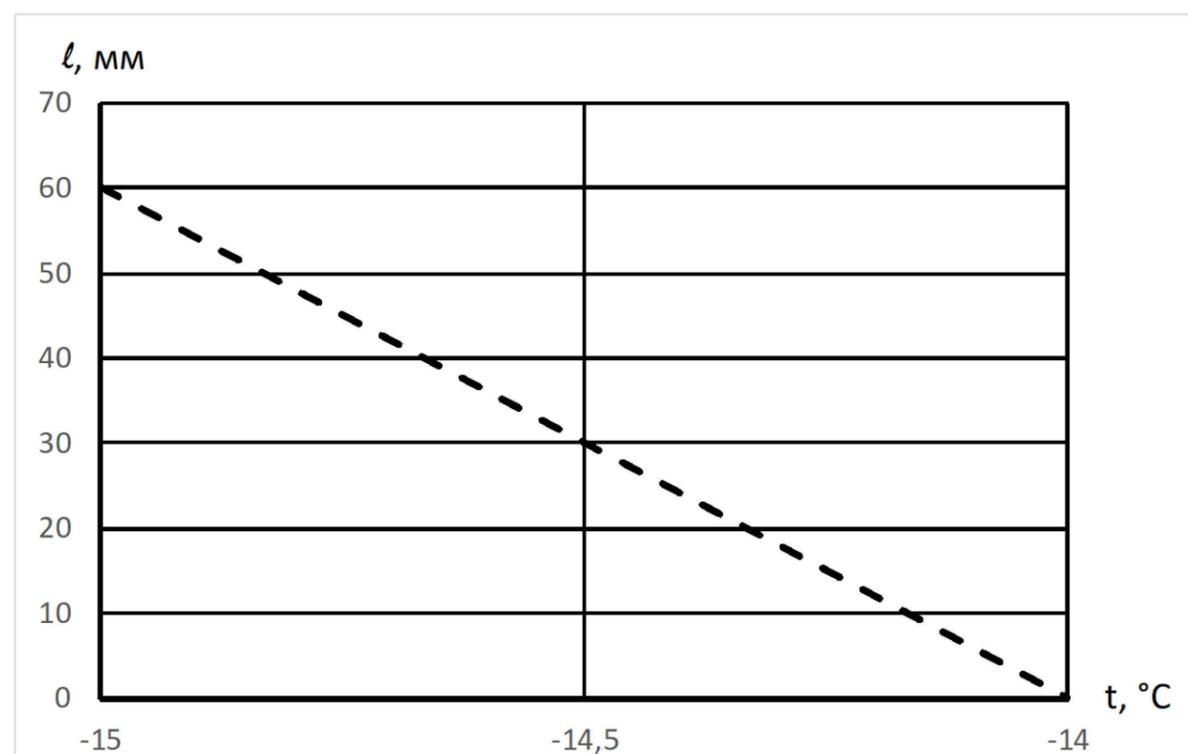
## Поле парціального тиску



## Довжина ділянки конденсації

Температура повітря га горища, °С	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, 70 %
-15	60
-14	0

## Залежність ділянки конденсації від t та φ



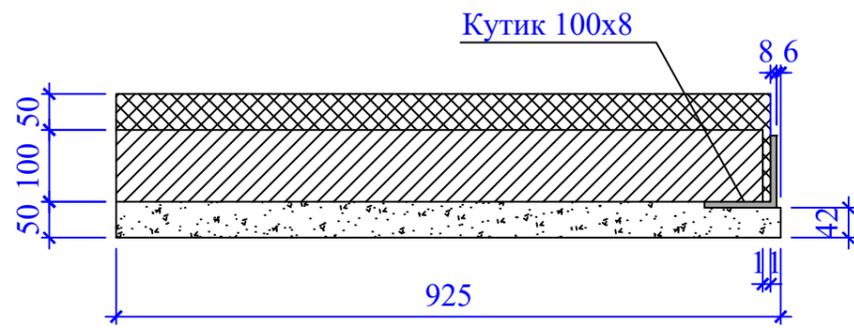
### Висновки:

1. На ділянці без планки, при повному заповненні утеплювачем, конденсація на поверхнях нижнього пояса металевої ферми відбувається при температурі на горищі нижче -14 °С.

						2МБП.9775519.МР			
						Дослідження вологісного стану горищного перекриття Залу Уроцистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського			
Зм.	Кільк.	Арж.	Док.	Підпис	Дата				
Розробив	Бєдов М.В.					2.5. Ділянка без планки. Повне заповнення утеплювачем	Стандія	Аркуш	Аркуши
Керувач	Магас Н.М.						МР	11	16
Консультант						t=-15 °С, φ=70%; t=-14 °С, φ=70%.	НУПІ ім. Юрія Кодратюка		
Н. контроль							Кафедра БраЦ		
Зав. кафедр	Семко О.В.								

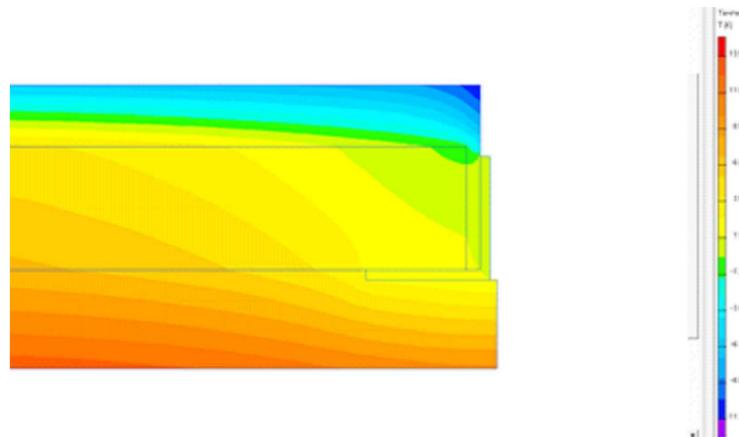
## 2.6. Ділянка без планки. Відсутність утеплювача між кутиками

### Розрахункова схема

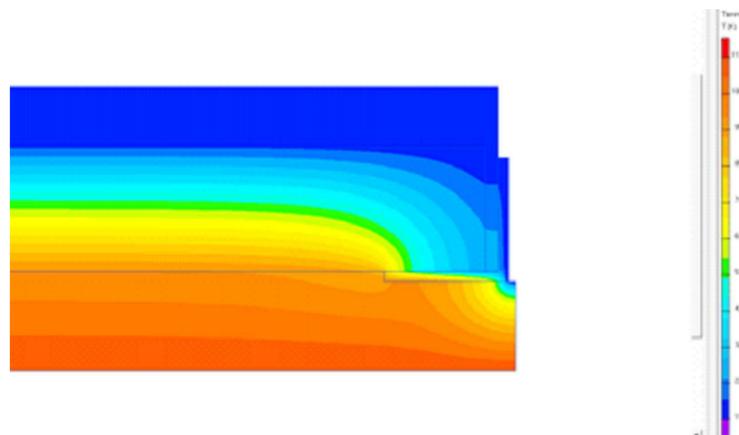


-15°C, 70%

### Температурне поле



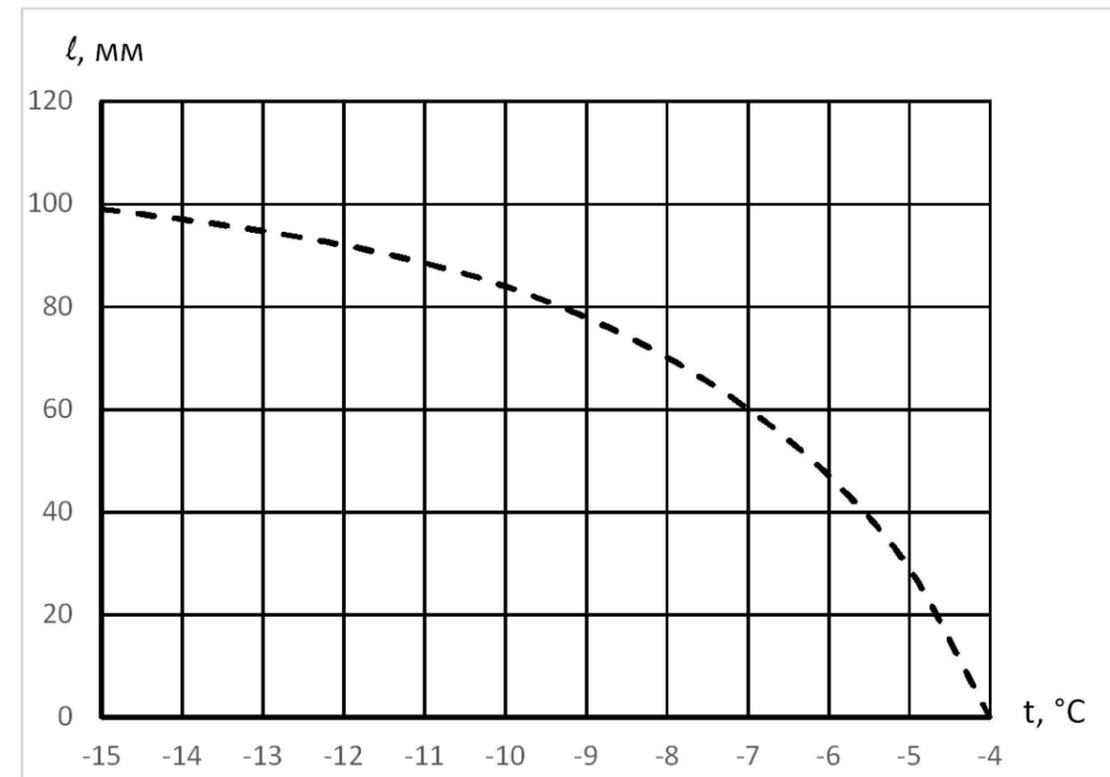
### Поле парціального тиску



### Довжина ділянки конденсації

Температура повітря на горищі, °C	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, 70 %
-15	99
-10	84
-5	29
-4	0

### Залежність ділянки конденсації від $t$ та $\phi$



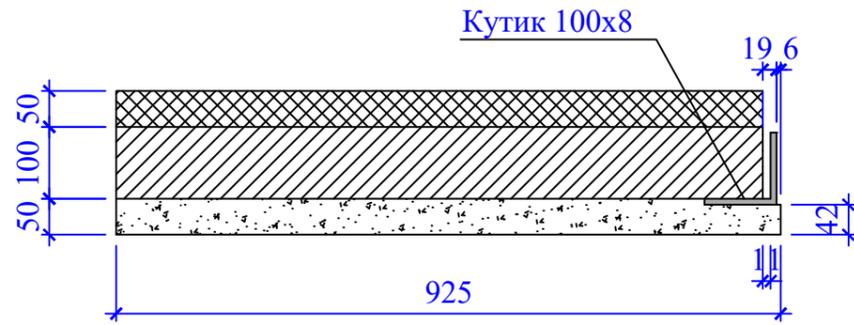
### Висновки:

1. На ділянці без планки, при відсутності утеплювача між кутиками, конденсація на поверхнях нижнього поясу металевої ферми відбувається при температурі на горищі нижче  $-4$  °C.

						2МБП.9775519.МР		
						Дослідження вологісного стану горищного перекриття Залу Уроцистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського		
Зм.	Кільк.	Арж.	Док.	Підпис	Дата	2.6. Ділянка без планки. Відсутність утеплювача між кутиками		
Розробник	Бездов М.В.					Стаття	Аркуш	Аркуши
Керівник	Магас Н.М.					МР	12	16
Консультант					t=-15 °C, φ=70%; t=-10 °C, φ=70%; t=-5 °C, φ=70%; t=-4 °C, φ=70%.			
Н. контроль					НУПІ ім. Юрія Кодратюка			
Зав. кафедр	Семко О.В.					Кафедра БраЦ		

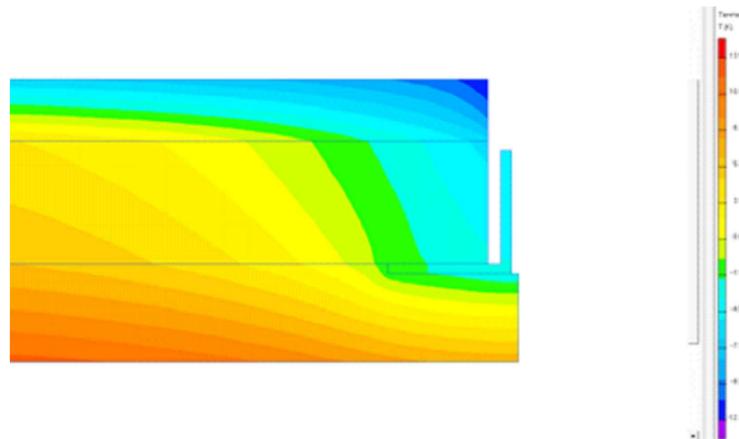
# 2.7. Ділянка без планки. Відсутність утеплювача між кутиками та кутиками і залізобетонною плитою

Розрахункова схема

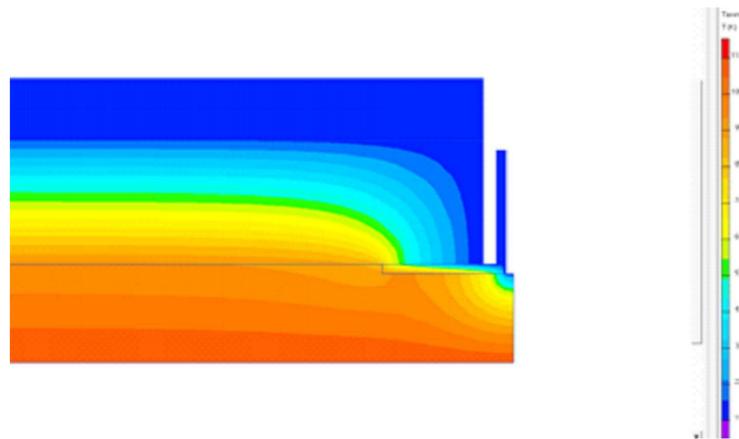


-15°C, 70%

Температурне поле



Поле парціального тиску



Довжина ділянки конденсації

Температура повітря на горищі, °С	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, 70 %
-15	122
-10	108
-5	93
0	45
1	0

Залежність ділянки конденсації від  $t$  та  $\phi$



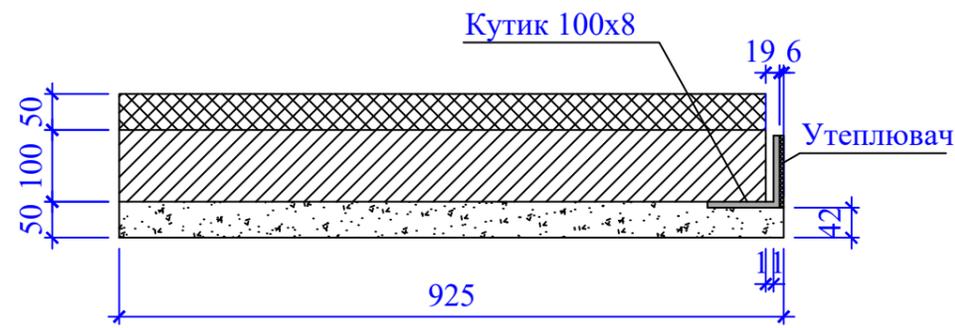
### Висновки:

1. На ділянці без планки, при відсутності утеплювача між кутиками та кутиками і залізобетонною плитою відбувається конденсація при температурі на горищі нижче 1 °С.

						2МБП.9775519.МР			
						Дослідження вологісного стану горищного перекриття Залу Уроцистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського			
Зм.	Кільк.	Арж.	Док.	Підпис	Дата				
Розробив	Бєдов М.В.					2.7. Ділянка без планки. Відсутність утеплювача між кутиками та кутиками і залізобетонною плитою	Стадія	Аркуш	Аркуши
Керувач	Магас Н.М.						МР	13	16
Консультант									
Н. контроль						t=-15 °С, φ=70%; t=-10 °С, φ=70%; t=-5 °С, φ=70%; t=0 °С, φ=70%; t=1 °С, φ=70%.			
Зав. кафедр	Семко О.В.					НУПІ ім. Юрія Кодратюка Кафедра БраЦ			

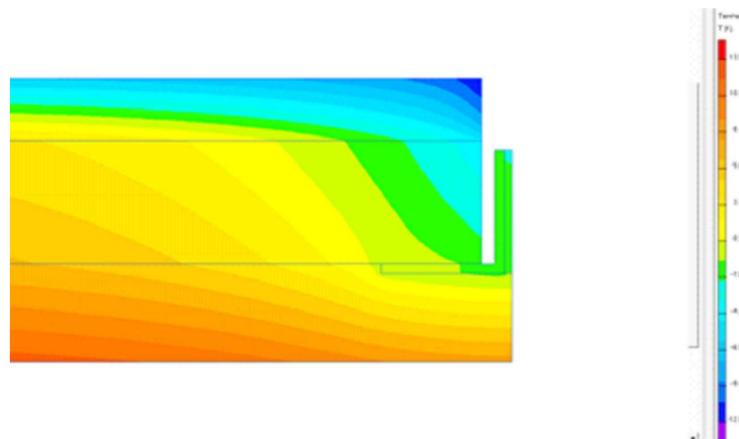
# 2.8. Ділянка без планки. Відсутність утеплювача між кутиком та залізобетонною плитою. Наявний утеплювач між кутиками.

## Розрахункова схема

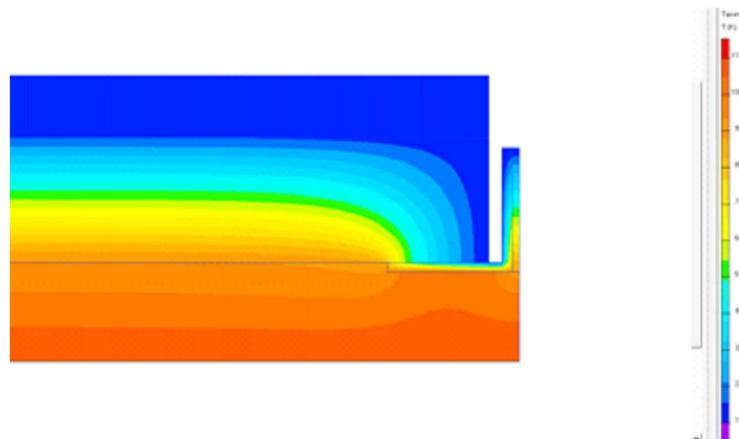


-15°C, 70%

## Температурне поле



## Поле парціального тиску



## Довжина ділянки конденсації

Температура повітря на горищі, °С	Довжина ділянки де відбувається конденсація, мм при відносній вологості повітря на горищі, 70 %
-15	172
-10	150
-5	127
0	67
1	0

## ВИСНОВКИ ПО РОЗДІЛУ 2.

1. Конденсація водяної пари відбувається на нижній поверхні кутиків нижнього поясу ферми та планці між ними.
2. Зі зниженням температури повітря на горищі величина ділянки конденсації збільшується.
3. Найбільша кількість вологи, що конденсується на поверхнях знаходиться посередині нижньої поверхні планки.
4. Відносна вологість повітря на горищі практично не впливає на величину ділянки конденсації.
5. На ділянці з планкою між кутиками:
  - а) при заповненні утеплювачем проміжків між кутиками нижнього поясу ферми та кутиками і залізобетонною плитою, при температурі повітря на горищі нижче  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - б) якщо між утеплювачем та конструкціями нижнього поясу металевої ферми є повітряний зазор, то при температурі повітря на горищі нижче  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
  - в) при відшаруванні штукатурки від кутиків металевої ферми при температурі повітря на горищі нижче  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
  - г) якщо між кутиками нижнього поясу ферми та залізобетонною плитою є повітряний зазор, то при температурі повітря на горищі нижче  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  відбувається конденсація водяної пари на поверхнях нижнього поясу металевої ферми.

						2МБП.9775519.МР			
						Дослідження вологісного стану горищного перекриття Залу Урочистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата				
Розробив	Бєдов М.В.					2.8. Ділянка без планки. Відсутність утеплювача між кутиком та залізобетонною плитою. Наявний утеплювач між кутиками.	Стадія	Аркуш	Аркуши
Керує	Магас Н.М.						МР	14	16
Консультант									
Н. контроль						t=-15 °C, φ=70%; t=-10 °C, φ=70%; t=-5 °C, φ=70%; t=0 °C, φ=70%; t=1 °C, φ=70%.	НУПІ ім. Юрія Кондратюка		
Зав. кафедр	Семько О.В.						Кафедра БраЦ		

# 3. ПРОПОЗИЦІЇ ПО ПОКРАЩЕННЮ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ В ЗОНІ НИЖНЬОГО ПОЯСУ МЕТАЛЕВОЇ ФЕРМИ.

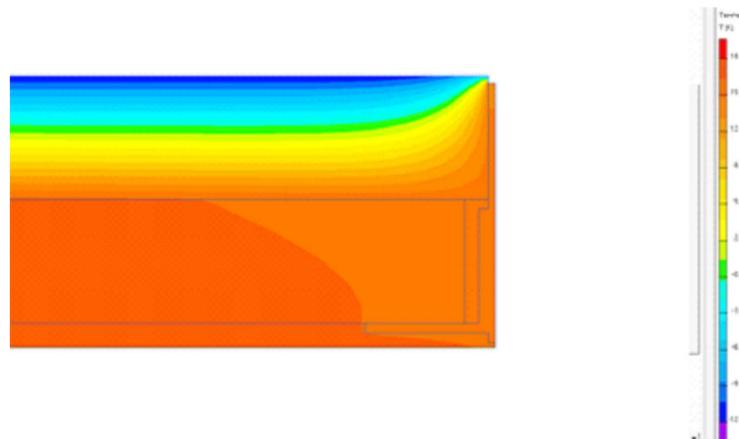
## 3.1. Ділянка з планкою

Розрахункова схема

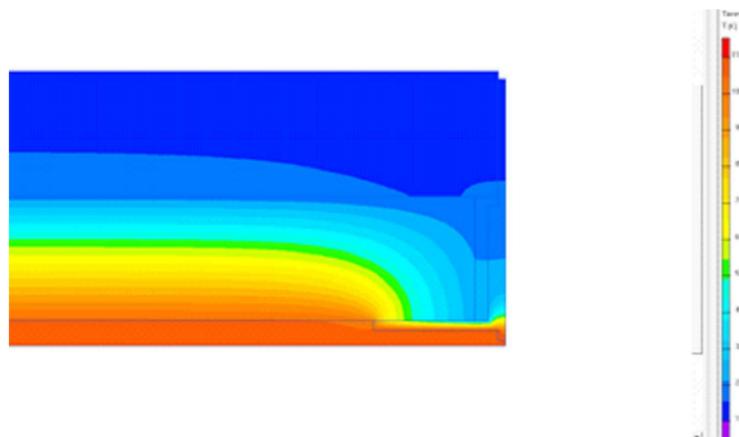


-15°C, 70%

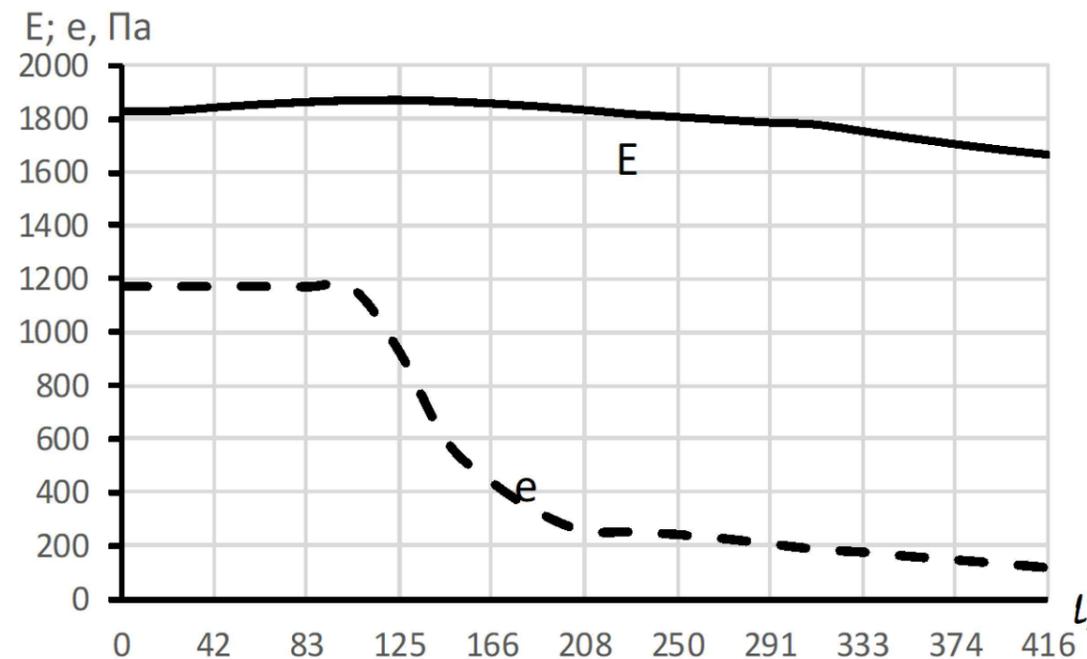
Температурне поле



Поле парціального тиску



Графіки зміни парціального тиску водяного пару, та парціального тиску насиченого водяного пару по ділянці металевих конструкцій, що не стикаються з повітрям горища



Конденсація не відбувається

						2МБП.9775519.МР		
						Дослідження вологісного стану горищного перекриття Залу Уроцистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського		
Зм.	Кільк.	Арж.	Док.	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркуши
Розробив	Бєдов М.В.					МР	15	16
Керує	Макас Н.М.					3. ПРОПОЗИЦІЇ ПО ПОКРАЩЕННЮ ВОЛОГІСНОГО СТАНУ В ЗОНІ НИЖНЬОГО ПОЯСУ МЕТАЛЕВОЇ ФЕРМИ. Ділянка з планкою.		
Консультант						t=-15°C, φ=70%		
Н. контроль						НУПІ ім. Юрія Кодратюка		
Зав. кафедр	Семко О.В.					Кафедра БраЦ		

# 3.1. Ділянка без планки

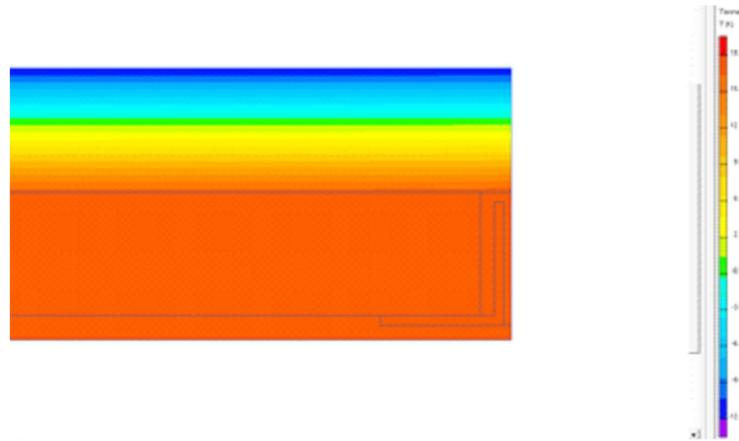
## Парціальний тиск водяної пари

### Розрахункова схема

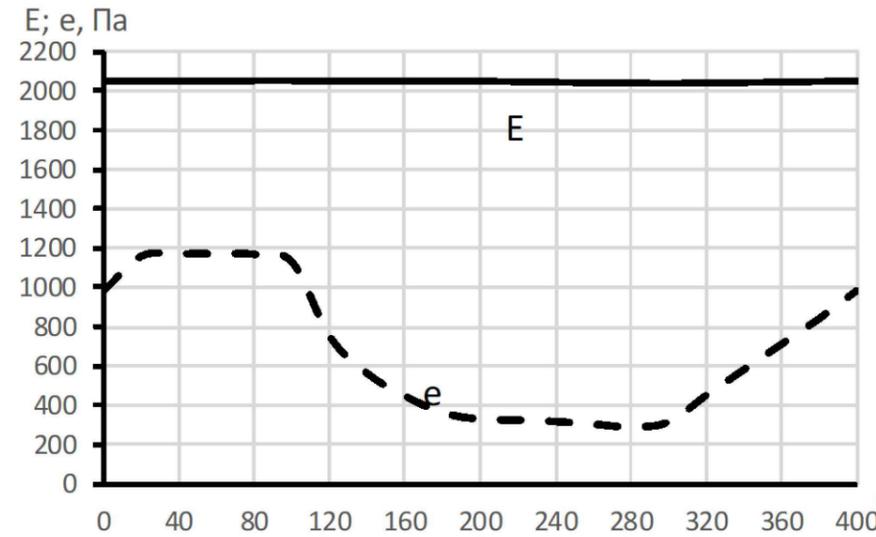
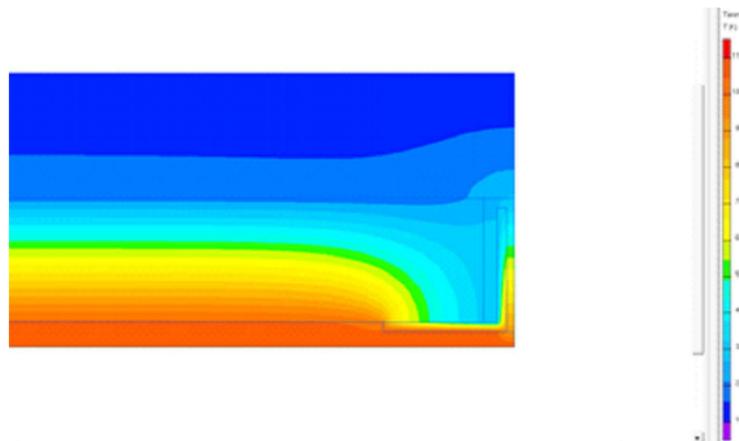


-15°C, 70%

### Температурне поле



### Поле парціального тиску



Конденсація  
не  
відбувається

### Висновки:

1. В існуючій конструкції горищного перекриття залу Урочистостей Полтавського краєзнавчого музею, конденсація водяної пари на металевих поверхнях нижнього поясу ферм, та як наслідок їх корозія відбувається на ділянці де розташована металева планка між спареними кутиками. Пояснюється це тим, що металева планка «прорізає» утеплювач та частково стикується з повітрям горища. Це приводить до зниження температури металевих конструкцій, та як наслідок зниження парціального тиску насиченої водяної пари на них та конденсації. Конденсація відбувається якщо температура повітря на горищі, при різних варіантах неповного заповнення утеплювачем проміжків між кутиками, та кутиками і залізобетонною плитою, нижче температур у діапазоні від 4 °С до -4 °С.

2. На ділянці нижнього поясу ферм, де відсутня з'єднувальна планка між кутиками, вологісний стан дещо кращий. Так при заповненні утеплювачем проміжків між кутиками та кутиками і залізобетонною плитою конденсація відбувається якщо температура повітря на горищі нижче -14 °С. При неповному заповненні утеплювачем цих проміжків конденсація відбувається при температурі повітря на горищі нижче 1 °С.

3. Відносна вологість повітря на горищі суттєво не впливає на утворення конденсату на металевих поверхнях нижнього поясу ферм.

4. Запропонована заміна утеплювача на мінеральну вату щільністю 200 кг/м<sup>3</sup> та товщиною 100 мм запобігає утворенню конденсату, так як збільшує опір теплопередачі ділянки горищного перекриття між металевими конструкціями та повітрям горища та накриває з'єднувальну планку. Внаслідок чого температура металевих конструкцій підвищується. Підвищується парціальний тиск насиченої водяної пари на металевих поверхнях нижнього поясу ферм. Це запобігає утворенню конденсату в діапазоні можливих температур на горищі.

5. Так як металева ферма виготовлена із киплячої сталі її охолодженням до температури -20 °С може викликати крихке руйнування. Крім того зниження температури горища нижче 0 °С приведе до

						2МБП.9775519.МР			
						Дослідження вологісного стану горищного перекриття Залу Урочистостей Полтавського краєзнавчого музею імені Василя Кричевського			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата				
Розробив	Бєдов М.В.					3. пропозиції по покращенню вологісного стану в зоні нижнього поясу металевої ферми. Ділянка без планки.	Стадія	Аркуш	Аркуши
Керує	Макас Н.М.						МР	16	16
Консультант									
						t=-15 °С, φ=70%			
						НУПІ ім. Юрія Кодратюка			
						Кафедра БраЦ			
						Семко О.В.			