

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою

Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

магістра

на тему «Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огороджувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців».

Виконав: студент 6 курсу, групи 601-БП

спеціальність

192 Будівництво та цивільна інженерія

Дума Євгеній Вікторович

Керівник: Юрін О.І.

Зав. кафедри: Семко О.В.

Полтава – 2023 року

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКИХ КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ ПРОЖИВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ	8
Висновки:	29
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНТРУКЦІЙ МОРЬСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА	31
2.1. Стіна	32
2.1.1. Температура зовнішнього повітря $t_z = -10^\circ\text{C}$	33
2.1.1.1. Температура внутрішнього повітря $t_v = 30^\circ\text{C}$	33
2.1.1.2. Температура внутрішнього повітря $t_v = 20^\circ\text{C}$	34
2.1.1.3. Температура внутрішнього повітря $t_v = 10^\circ\text{C}$	36
2.1.2. Температура зовнішнього повітря $t_z = -5^\circ\text{C}$	37
2.1.2.1. Температура внутрішнього повітря $t_v = 30^\circ\text{C}$	37
2.1.2.2. Температура внутрішнього повітря $t_v = 20^\circ\text{C}$	39
2.1.2.3. Температура внутрішнього повітря $t_v = 10^\circ\text{C}$	40
2.1.3. Температура зовнішнього повітря $t_z = 0^\circ\text{C}$	43
2.1.3.1. Температура внутрішнього повітря $t_v = 30^\circ\text{C}$	43
2.1.3.2. Температура внутрішнього повітря $t_v = 20^\circ\text{C}$	44
2.1.3.3. Температура внутрішнього повітря $t_v = 10^\circ\text{C}$	45
2.2. Покриття	47
2.2.1. Температура зовнішнього повітря $t_z = -10^\circ\text{C}$	48
2.2.1.1. Температура внутрішнього повітря $t_v = 30^\circ\text{C}$	48
2.2.1.2. Температура внутрішнього повітря $t_v = 20^\circ\text{C}$	49
2.2.1.3. Температура внутрішнього повітря $t_v = 10^\circ\text{C}$	51
2.2.2. Температура зовнішнього повітря $t_z = -5^\circ\text{C}$	52
2.2.2.1. Температура внутрішнього повітря $t_v = 30^\circ\text{C}$	52

					<i>601БП.10588931.МР</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огороджувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розробив</i>	<i>Дума Є.В.</i>					<i>МР</i>	<i>2</i>	<i>107</i>
<i>Керівник</i>	<i>Юрін. О.О.</i>					<i>НУПП ім. Юрія кафедра Кафедра БтаЦІ</i>		
<i>Консульт.</i>	<i>Юрін. О.О.</i>							
<i>Н. Контроль</i>	<i>Юрін. О.О.</i>							
<i>Зав. Кафедри</i>	<i>Семко.О.В.</i>							

2.2.2.2.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 20^\circ\text{C}$.	54
2.2.2.3.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 10^\circ\text{C}$.	55
2.2.3.	Температура зовнішнього повітря $t_z = 0^\circ\text{C}$.	57
2.2.3.1.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 30^\circ\text{C}$.	57
2.2.3.2.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 20^\circ\text{C}$.	58
2.2.3.3.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 10^\circ\text{C}$.	60
2.3.	Підлога.	61
2.3.1.	Температура зовнішнього повітря $t_z = -10^\circ\text{C}$.	62
2.3.1.1.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 30^\circ\text{C}$.	62
2.3.1.2.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 20^\circ\text{C}$.	64
2.3.1.3.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 10^\circ\text{C}$.	65
2.3.2.	Температура зовнішнього повітря $t_z = -5^\circ\text{C}$.	67
2.3.2.1.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 30^\circ\text{C}$.	67
2.3.2.2.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 20^\circ\text{C}$.	69
2.3.2.3.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 10^\circ\text{C}$.	70
2.3.3.	Температура зовнішнього повітря $t_z = 0^\circ\text{C}$.	72
2.3.3.1.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 30^\circ\text{C}$.	72
2.3.3.2.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 20^\circ\text{C}$.	74
2.3.3.3.	Температура внутрішнього повітря $t_v = 10^\circ\text{C}$.	75
Висновки:		78
РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГУ ВЕНТИЛЯЦІЇ КОНТЕЙНЕРУ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ ВІДСУТНІСТЬ КОНДЕНСАЦІЇ НА ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХНЯХ ОГОРОДЖЕНЬ		79
Висновки :		100
Загальні висновки		101
Література		102

					601БП.10588931.МР			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Дума Є.В.</i>			<i>Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огороджувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців</i>	<i>Стадія</i>	<i>Аркуш</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Юрін О.О.</i>					<i>3</i>	<i>107</i>
<i>Консульт.</i>						<i>НУПП ім. Юрія кафедра Кафедра БтаЦІ</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Семко.О.В.</i>						

ВСТУП

Актуальність теми.

В наслідок бойових дій на території України є велика кількість будинків, що мають пошкодження зовнішніх огорожувальних конструкцій у вигляді тріщин. Тріщини знижують теплозахисні властивості огорожень. При цьому зниження теплозахисту огорожень залежить від багатьох факторів, таких як:

- довжина тріщини;
- ширина розкритті тріщини;
- наскрізна тріщини чи ні;
- куди відкривається тріщина, назовні чи всередину;
- є додаткове утеплення в огороженні чи ні;
- є розрив додаткового утеплення чи ні.

Виявити у яких випадках зниження теплозахисних властивостей огороження є критичним і потребує спеціальних заходів по його усуненню є в наш час для країни актуальним питанням.

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

Дослідження впливу пошкоджень зовнішніх огорожувальних конструкцій на їх теплозахист пов'язане з напрямками наукової діяльності кафедри будівництва та цивільної інженерії.

Мета роботи.

- аналіз існуючих досліджень впливу пошкоджень зовнішніх огорожувальних конструкцій на їх теплозахист;
- аналіз впливу пошкоджень зовнішніх огорожувальних конструкцій на їх теплозахист;
- виявити у яких випадках зниження теплозахисних властивостей огороження є критичним і потребує спеціальних заходів;

					601БП.10588931.МР	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розробка рекомендацій по підвищенню теплозахисту огорожень пошкоджених внаслідок бойових дій.

Задачі дослідження виконати:

- аналіз існуючих досліджень впливу пошкоджень зовнішніх огорожувальних конструкцій на їх теплозахист;
- дослідження впливу пошкодження стін на їх теплозахист;
- виявити у яких випадках зниження теплозахисних властивостей огороження є критичним і потребує спеціальних заходів;
- розробка рекомендацій по підвищенню теплозахисту огорожень пошкоджених внаслідок бойових дій.

Об'єкт дослідження:

Теплозахисні властивості зовнішніх стін пошкоджених внаслідок бойових дій.

Методи дослідження:

- теплотехнічні розрахунки;
- розрахунки температурних полів.

Наукова новизна полягає в дослідженні впливу пошкоджень зовнішніх огорожувальних конструкцій на їх теплозахист та розробка рекомендацій його підвищенню.

Обсяг роботи. Робота складається з 16 плакатів, пояснювальної записки на 107 сторінок, у тому числі 63 малюнків та 15 таблиці, списку з 51 використаного джерела. Основний текст роботи містить вступ, 3 розділи, висновки.

					601БП.10588931.МР	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців

Мета. Виявити можливі причини конденсації водяної пари на внутрішніх поверхнях огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного під житловий модуль для восьми військових. Розробити зміни у конструкції огорожувальних конструкцій які б запобігали утворенню конденсату на внутрішніх поверхнях.

Розміри контейнеру 6м × 2,6м × 2,4м.

За даними Полтавського обласного центру з гідрометеорології [49] температура зовнішнього повітря в січні 2023 року у Полтаві коливалася у межах від $-12,6^{\circ}\text{C}$ до $7,4^{\circ}\text{C}$, а середня відносна вологість становить за [48] $\varphi_3 = 85\%$.

Утеплення огорожувальних конструкцій контейнеру наведено на рис. 1.

					601БП.10588931.МР	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

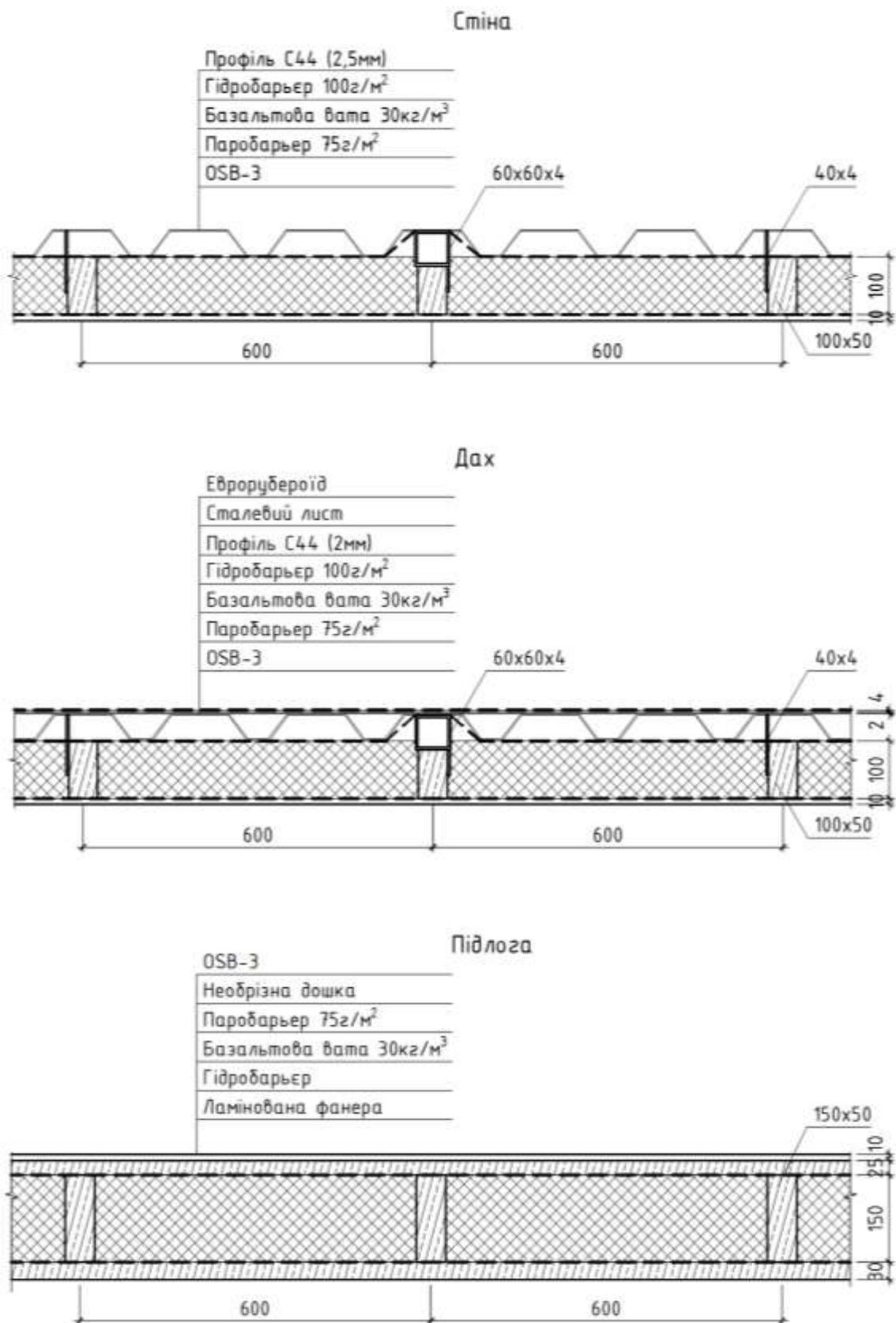


Рис. 1 - Поперечні перерізи зовнішніх огорожувальних конструкцій контейнера

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

**РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕПЛОЗАХИСНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ
КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКИХ КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ
ПРОЖИВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ**

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Зменшення навантаження на охолодження є одним із важливих аспектів підвищення енергозбереження в будівлі. У цьому документі представлені дані про температуру (температура поверхні та приміщення) і відносну вологість у моделі будівлі, інтегрованої з системами зеленого фасаду. В якості основного параметра виступає три типи зелених фасадних систем: 0%; 50%; і 90%. Попередні дослідження були проведені на факультеті архітектури Університету Діпонегоро в Семаранг (Індонезія), і отримані дані представлені в цій статті. Набір даних було зібрано шляхом польових вимірювань систем зелених фасадів, прикріплених до фасаду моделі будівлі. За моделлю будівлі спостерігали в сонячні дні.

Table 3. Relative humidity dataset of experiment 1, 2, and 3 on 10th, 13th, and 16th December 2013.

Time	10/12/2013 (experiment 1)		13/12/2013 (experiment 2)		16/12/2013 (experiment 3)	
	HR _{in}	HR _o	HR _{in}	HR _o	HR _{in}	HR _o
6:00	65	60	70	62	75	70
7:00	66	63	68	65	70	65
8:00	65	60	68	65	70	65
9:00	67	60	65	65	68	65
10:00	62	57	65	63	68	65
11:00	60	55	63	60	65	64
12:00	60	50	63	60	65	63
13:00	60	50	63	65	65	65
14:00	58	54	63	65	65	66
15:00	58	55	63	65	65	70
16:00	60	60	65	70	70	70
17:00	60	65	65	70	70	72
18:00	65	70	70	73	73	73
19:00	65	65	70	75	75	75
20:00	65	70	73	75	75	75
21:00	70	70	75	75	75	75
22:00	70	70	75	75	80	75
23:00	70	70	75	75	80	75
00:00	73	70	78	72	80	75
1:00	73	70	78	72	80	75
2:00	75	70	78	73	78	75
3:00	75	65	80	75	78	75
4:00	75	65	75	70	75	75
5:00	70	65	75	70	75	70

HR_{in}: indoor relative humidity; HR_o: outdoor relative humidity.

Růžicka J., Diviš J. The Influence of Building Materials on Relative Humidity of Internal Microclimate [3]

Стале будівництво охоплює широкий спектр критеріїв, включаючи екологічні, соціальні та економічні питання. Відносна вологість внутрішнього середовища відноситься до групи соціальних критеріїв якості мікроклімату в приміщенні і є одним з важливих показників. Низький рівень вологості може спричинити сухість шкіри, горла та носових проходів. Високий рівень вологості може призвести до розвитку цвілі та бактерій, а також може спричинити проблеми з утворенням конденсату на холодних поверхнях. Відповідний рівень відносної вологості може бути забезпечений за допомогою будівельних систем обслуговування, які збільшують робочу енергію в будівлях і чутливі до правильного налаштування, контролю та моніторингу. На відносну вологість також може впливати вибір будівельних конструкцій і конструкційних матеріалів без будь-якої робочої енергії. Стаття підсумовує останні дослідження щодо впливу відносної вологості на небезпеку для здоров'я та впливу будівельних конструкцій і конструкційних матеріалів на відносну вологість.

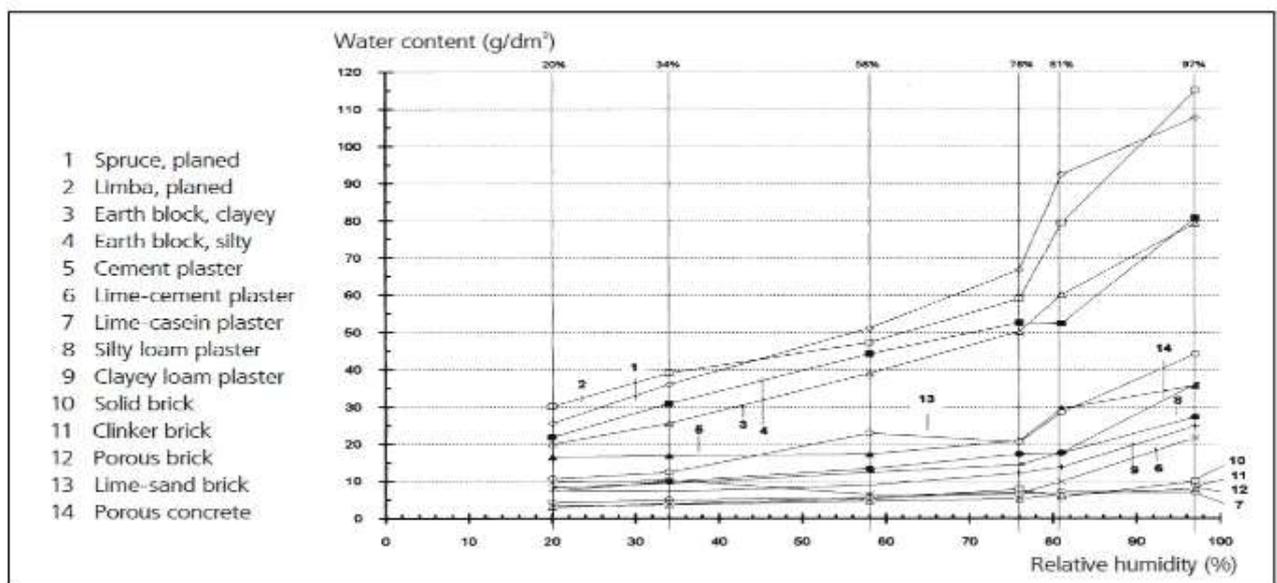


Figure 4. Comparison of sorption isotherms for typical building materials. [5]

Deyu K., Hong L., The effect of indoor humidity on the thermal comfort of building occupants and evidence from the perspective of climate adaptation [4]

Подібно до температури, вологість повітря може впливати на тепловий комфорт людей, а адаптація до вологості може відбуватися, коли люди змінюють умови проживання. Щоб отримати докази як впливу вологості на тепловий комфорт людей, так і їх адаптацію до вологості, було проведено порівняльне дослідження в камері з контрольованим кліматом. Під час експерименту температура повітря була встановлена на рівні 25°C і 28°C відповідно, а відносна вологість змінювалася від 20% до 90%. У цьому експерименті брали участь двадцять чотири учасники, половина з яких проживала в регіонах Китаю з високою вологістю (НВ), наприклад Чунцин, понад 20 років, а інша половина нещодавно переїхала до Чунціна з регіонів з низькою вологістю (НВ) на північному заході Китаю. Під час експерименту середню температуру шкіри вимірювали як об'єктивний важливий параметр, а суб'єктивні анкети використовували для суб'єктивного збору відчуттів людей щодо тепла, вологості та потовиділення.

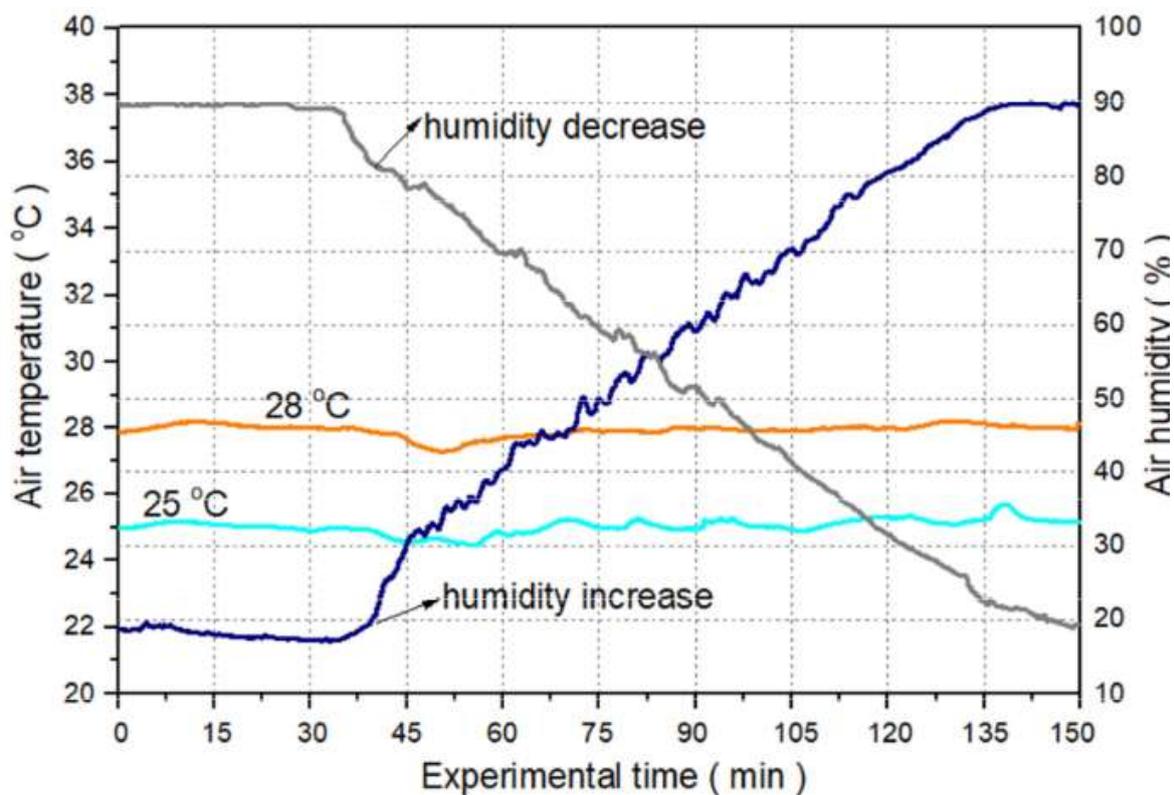


Fig. 5. Air temperature and relative humidity changes over time.

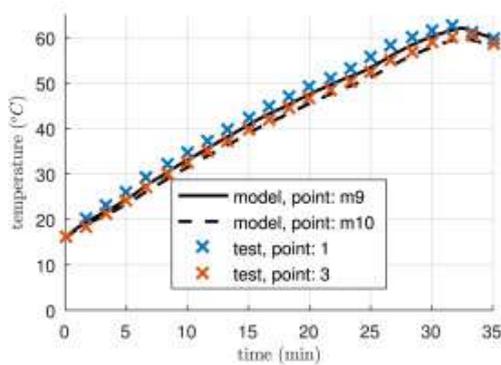
									Арк.
									12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

601БП.10588931.MP

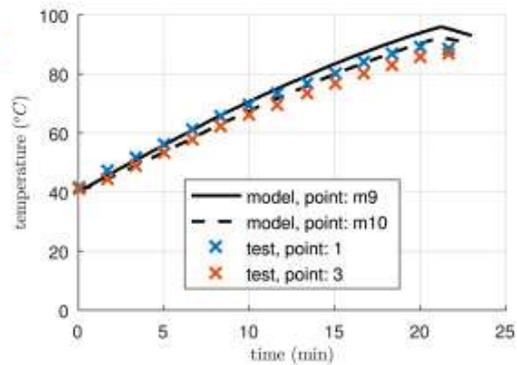
Malendowski M., Szymkuć W., Heat transfer model for calculation of the temperature field inside thin-walled sections in fire. [5]

Ця стаття представляє модель теплопередачі для простого розрахунку температурного поля всередині тонкостінних секцій під час пожежі. Призначений для різних форм поперечного перерізу елементів конструкції з металу. Він використовує концепцію адіабатичної температури поверхні (AST) для визначення теплових граничних умов. Через нерівномірний вплив тепла та довільну форму поперечного перерізу отримане температурне поле є неоднорідним. Наведений розв'язок справедливий для задачі перехідного теплообміну. Модель теплопередачі враховує практичні можливості для вимірювання теплового впливу як в експериментах, так і в чисельному моделюванні пожежі, а також враховує властиві особливості кінцевих елементів балки з інтеграцією жорсткості на кожному кроці аналізу, що важливо для аналізу скелетних конструкцій. у вогні. Нарешті, модель теплообміну перевіряється шляхом порівняння результатів із рішенням двовимірного методу кінцевих елементів і підтверджується з використанням даних, отриманих в результаті експериментів.

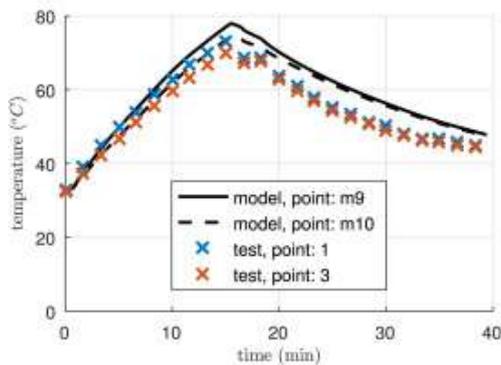
					601БП.10588931.МР	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



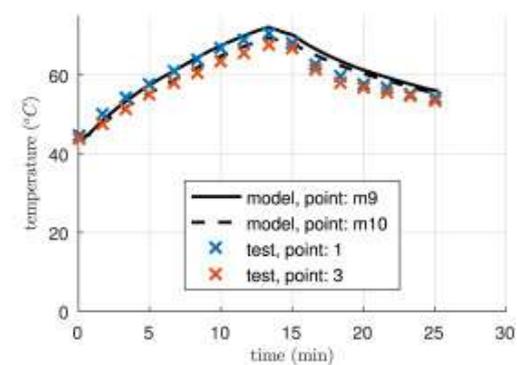
(a) HEA340 (horizontal), test 1



(b) HEA340 (horizontal), test 3



(c) HEA340 (horizontal), test 4



(d) HEA340 (horizontal), test 5

Yucong X., Yifan F., Facilitator of moisture accumulation in building envelopes and its influences on condensation and mould growth. [6]

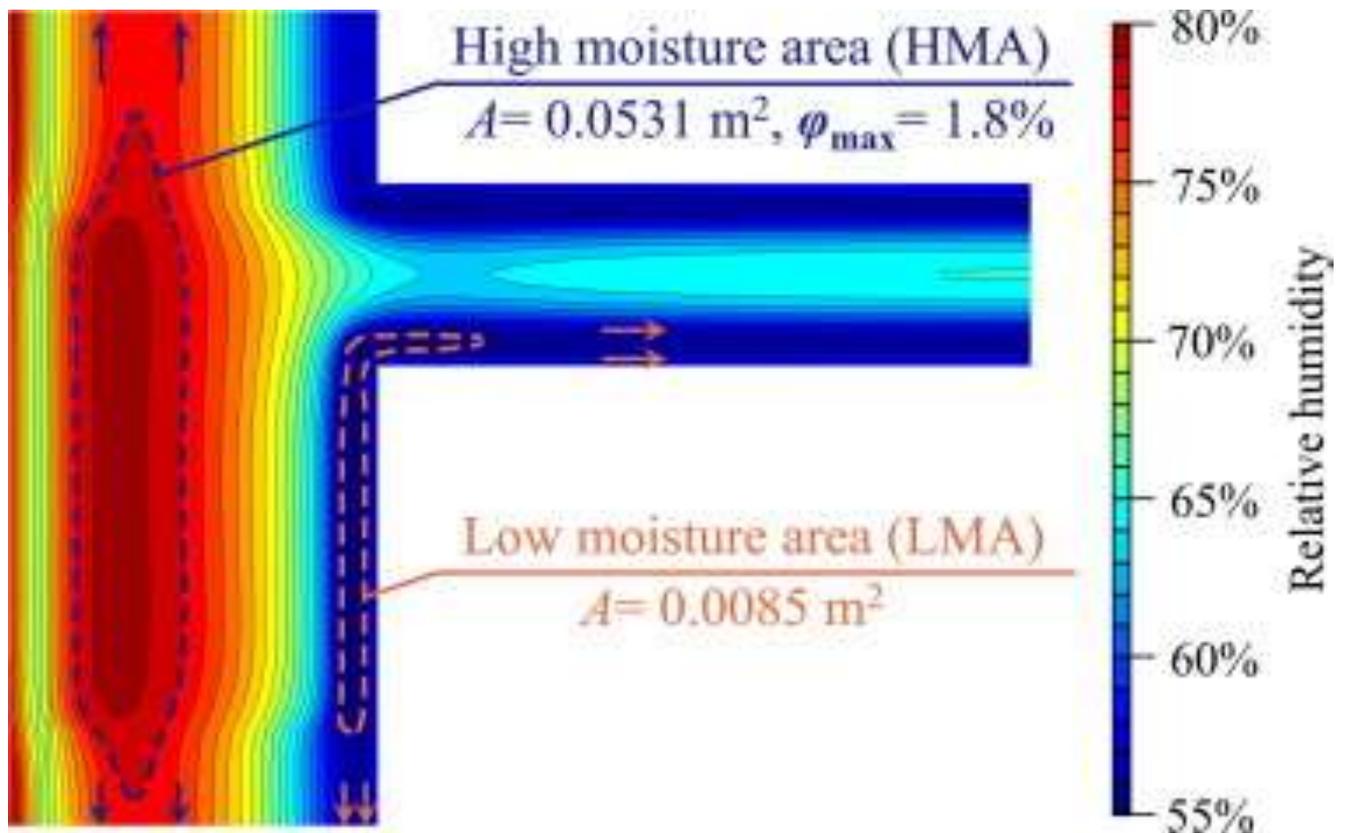
Характеристики огорджувальних конструкцій визначають прогрес деградації. Кілька факторів, у тому числі кліматичні параметри (наприклад, сонячна радіація та вітровий дощ) і структура будівлі (наприклад, теплові мости), суттєво впливають на гігротермічні умови в огорджувальних конструкціях. Невідповідні теплоізоляційні заходи можуть підвищити вологість усередині огорджувальних конструкцій будівлі та ще більше спричинити конденсацію та розвиток цвілі, що загрожує безпеці конструкції будівлі та якості повітря в приміщенні. У цьому документі для дослідження накопичення вологи в огорджувальних конструкціях було прийнято добре перевірену модель пов'язаної тепло- і вологопередачі (НАМТ). Цільова будівля була розташована в китайському місті (Ханчжоу), де клімат характеризується спекотним і вологим літом і холодною зимою.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601БП.10588931.MP

Арк.

14



Yucong X., Yifan F., Heat and moisture transfer in wall-to-floor thermal bridges and its influence on thermal performance. [7]

Значну частину навантаження на охолодження або опалення будівель спричиняє відносно великий потік тепла через теплові містки. Концентрація водяної пари суттєво змінює теплопровідність і характеристики теплопередачі в теплових мостах, впливаючи на енергоспоживання будівлі, особливо у вологому кліматі. Крім того, конденсат на огорожувальних конструкціях сильно пов'язаний з температурою та розподілом вологи, що загрожує безпеці будівельної конструкції. Передача тепла та вологи забезпечує сильний ефект сполучення. Тим не менш, зв'язаний тепло- і вологоперенос (НАМТ) у теплових мостах і його вплив на енергоспоживання будівлі були менш вивчені. У цьому дослідженні були проведені польові експерименти та перевірені чисельні моделі, щоб дослідити передачу тепла та вологи в тепловому мосту від стіни до підлоги (WFTB) у вологому та спекотному літньому холодному зимовому регіоні Китаю

										601БП.10588931.МР	Арк.
											15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

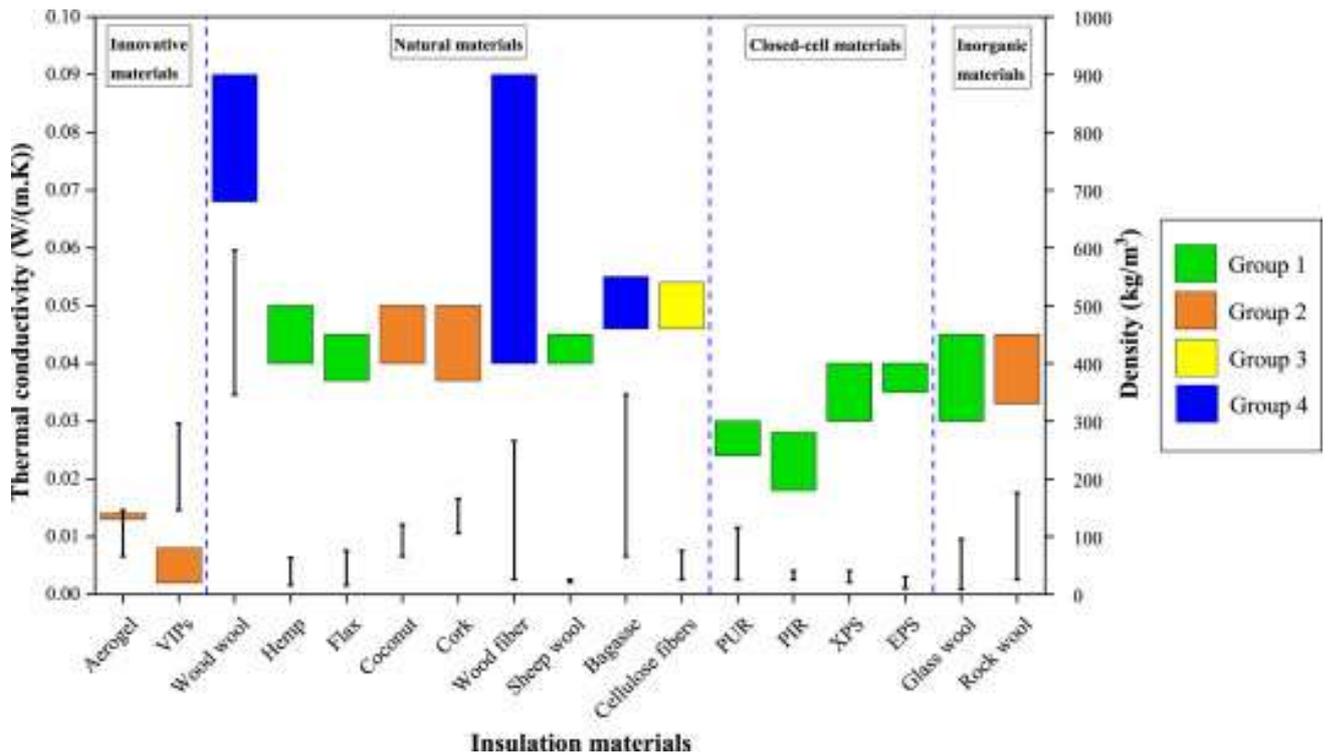
матеріалів зростала приблизно лінійно з підвищенням температури з максимальними темпами зростання від 3,9 до 22,7% у досліджуваному діапазоні температур. Через структурні особливості матеріалів підвищення теплопровідності різних матеріалів змінюється в залежності від відносної вологості. Максимальні темпи зростання теплопровідності з вологістю становили від 8,2 до 186,7 %. Крім того, наведено принципи вибору будівельних ізоляційних матеріалів у різних вологісних регіонах. Результати дослідження цієї роботи мають на меті надати основні дані для точного значення теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів та для розрахунку споживання енергії.

					601БП.10588931.МР	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

погодних умов. Однак оптимальна товщина ізоляції зовнішньої оболонки зазвичай визначається такими факторами, як загальна продуктивність теплопередачі, виробництво вуглекислого газу та економічні витрати. Вплив товщини ізоляції на середньорічний вміст вологи (ААМС) самоізольованої зовнішньої оболонки часто нехтують і рідко враховують у процесі оптимізації. У цьому дослідженні була створена та підтверджена модель поєднаної тепло-, повітря- та вологості (НАМ). Впроваджено теоретичні показники перенесення водяної пари, такі як коефіцієнт вологозберігання та коефіцієнт інерції вологи. Також була реалізована спрощена модель для проникнення та випаровування рідкої води. Для оптимізації товщини ізоляції було запропоновано новий чотиривимірний метод вологості, енергії, навколишнього середовища та економіки (МЗЕ), який включає аналіз вмісту вологи. Було проведено прикладне дослідження самоізольованої стіни з газобетону в двох кліматичних зонах: зоні жаркого літа та холодної зими (HSCW) і холодній зоні. Досліджуваний інтервал товщини ізоляції становив 0–50 мм для внутрішньої теплоізоляції (ІТІ) і 0–60 мм для зовнішньої теплоізоляції (ЕТІ). Результати дослідження показали, що ААМС усієї оболонки коливався до 15,2% (зона HSCW) і 10,0% (холодна зона) для різної товщини ізоляції. У зоні HSCW найнижчий ААМС зовнішньої частини оболонки, що прилягає до атмосфери, був знайдений на рівні 30 мм (ІТІ) або 20 мм (ЕТІ), що вказує на наявність поворотних товщин; тоді як у холодних зонах найнижчий ААМС був знайдений при 50 мм (ІТІ) або 10 мм (ЕТІ) без товщини обточування. Запропоновані теоретичні реалізації враховували зміни ААМС у різних товщинах внутрішньої/зовнішньої ізоляції та були перевірені результатами числового розрахунку. Запропоновані теоретичні показники виявили протилежний вплив переносу водяної пари та рідкої води на ААМС для різних товщин ізоляції, що може пояснити наявність товщини повороту.

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

дослідженнях, таких як швидкість повітряного потоку, товщина, тиск і старіння матеріалу. Також узагальнено співвідношення між значеннями теплопровідності та середньою температурою, вмістом води та щільністю, отриманими в результаті експериментальних досліджень. Нарешті, невизначеність щодо значення теплопровідності деяких поширених ізоляційних матеріалів також розглядається як основа для вибору або проектування продуктів, які використовуються в огорожувальних конструкціях.



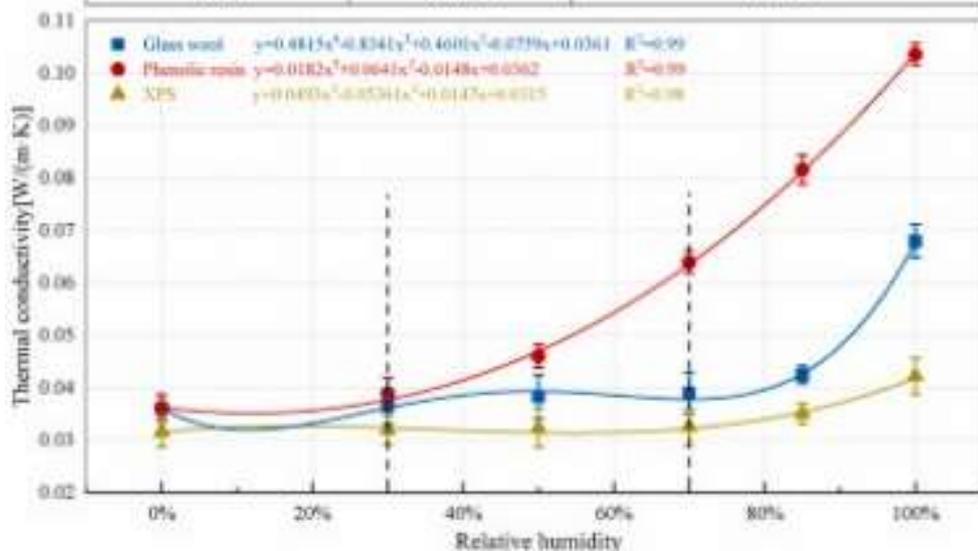
Yingying W., Kang L., The impact of temperature and relative humidity dependent thermal conductivity of insulation materials on heat transfer through the building envelope. [11]

Точне значення теплопровідності будівельних ізоляційних матеріалів і сумісний розрахунок тепла та вологи огорожувальної конструкції мають вирішальне значення для аналізу споживання енергії в будівлі та вибору обладнання для кондиціонування повітря. В даний час теплопровідність, наведена у відповідних посібниках, є фіксованим значенням при нормальній температурі та сухому стані. Дослідження показали, що температура і вміст води є ключовими факторами, що впливають на теплопровідність ізоляційних матеріалів. Процес передачі

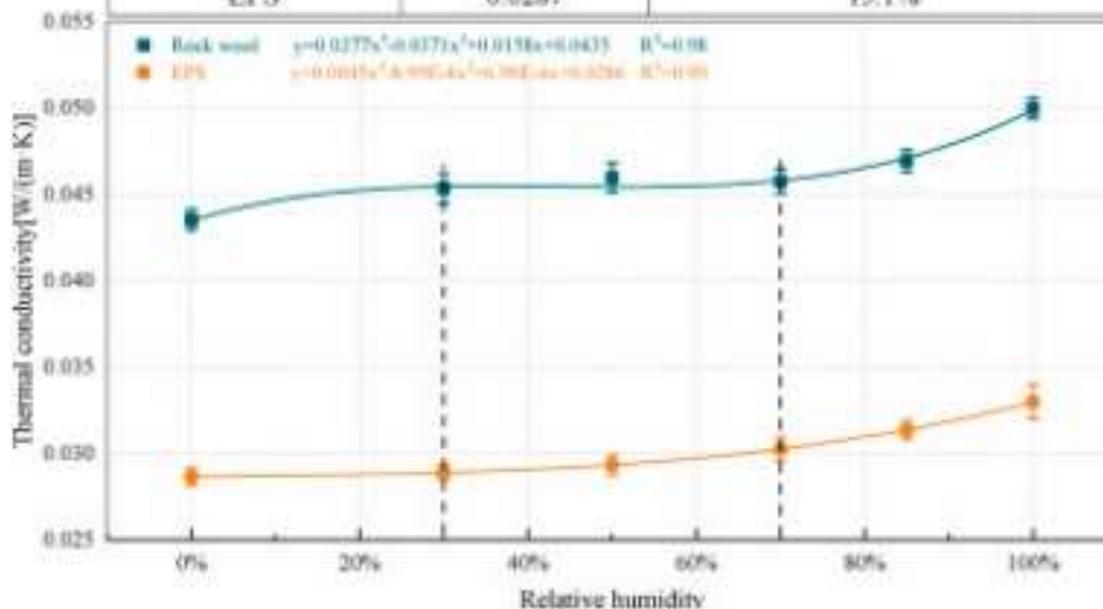
вологи в огорджувальних конструкціях має значний вплив на процес передачі тепла, особливо в надзвичайно жарких і вологих приміщеннях. Таким чином, це дослідження експериментально визначило вплив температури та вологості на теплопровідність звичайних будівельних ізоляційних матеріалів. Вплив передачі вологи та теплопровідності в поєднанні з температурою та відносною вологістю на відчутне тепло, приховане тепло та загальне тепло, що проходить через огорджувальні конструкції, було проаналізовано за допомогою чисельного моделювання. Результати показують, що теплопровідність найбільш часто використовуваних будівельних ізоляційних матеріалів зростає з підвищенням температури та вологості, але ступінь зміни різний. Теплопровідність змінюється в залежності від температури приблизно від 8,8% до 21,4% (температура від 20 °С до 60 °С). Теплопровідність змінюється в залежності від відносної вологості від 14,8% до 186,7% (вологість від 0% до 100%). У надзвичайно жарких і вологих приміщеннях, коли теплопровідність п'яти ізоляційних матеріалів змінюється з відносною вологістю, вони мають більший вплив на тепловіддачу стіни. Влітку теплопередача через стіну з урахуванням передачі вологи в стіні і зміни теплопровідності з відносною вологістю повітря становить від 1,5 до 1,9 разів, стільки ж, скільки теплопередача через стіну з урахуванням тільки теплопередачі стіни. а теплопровідність є фіксованою величиною.

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Sample	$\lambda_{\varphi=0\%}$	$\frac{(\lambda_{\varphi=100\%} - \lambda_{\varphi=0\%})}{\lambda_{\varphi=0\%}} \times 100\%$
Glass wool	0.0361	88.2%
Phenolic resin	0.0361	186.7%
XPS	0.0316	33.5%



Sample	$\lambda_{\varphi=0\%}$	$\frac{(\lambda_{\varphi=100\%} - \lambda_{\varphi=0\%})}{\lambda_{\varphi=0\%}} \times 100\%$
Rock wool	0.0435	14.8%
EPS	0.0287	15.1%



Chengcheng X., Shuhong L., Study of heat and moisture transfer in internal and external wall insulation configurations. [12]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

601БП.10588931.MP

Арк.

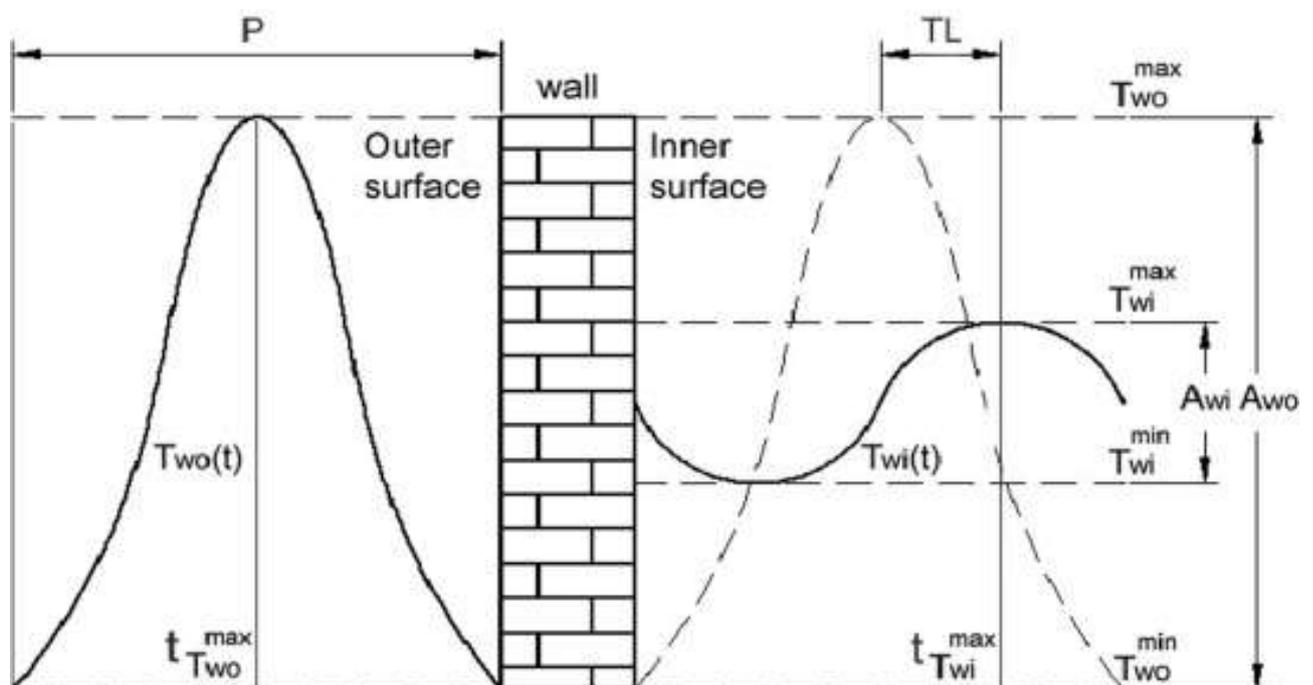
23

Встановлення теплоізоляції на зовнішніх стінах існуючих будівель є поширеним методом оптимізації зменшення споживання енергії будівлею. Вибір відповідної конфігурації ізоляції вимагає розуміння та порівняння характеристик теплопередачі внутрішньої та зовнішньої конфігурацій. У попередніх дослідженнях теплові характеристики внутрішньої теплоізоляції (ІТІ) і зовнішньої теплоізоляції (ЕТІ) стін в основному порівнювали лише з точки зору динамічної теплопередачі, ігноруючи вплив відносної вологості. Щоб проаналізувати розподіл відносної вологості та точніше порівняти теплопередачу стін ЕТІ та ІТІ, була створена пов'язана модель тепло- та вологопередачі з температурою та відотною вологістю як рушійними силами, щоб імітувати огорожувальні конструкції будівлі в спекотне літо та холод зимова (HSCW) зона. Конфігурації ІТІ та ЕТІ порівняли, виявивши, що відносна вологість у приміщенні значно впливає на процес теплопередачі. За умови відносної вологості в приміщенні 70% конфігурація ІТІ щорічно втрачала більше тепла на одиницю площі, ніж конфігурація стін ЕТІ. У зоні HSCW для зменшення енергетичних навантажень і економії коштів конфігурація ЕТІ була більш придатною. Однак якщо системи кондиціонування обмежені літніми місяцями, а взимку тепло не потрібне, конфігурація ІТІ працює краще. Тому рекомендується вибрати найбільш прийнятну конфігурацію теплоізоляції відповідно до функції та повсякденного середовища експлуатації конкретної будівлі.

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Behnam R., Amir O., Optimum position and distribution of insulation layers for exterior walls of a building conditioned by earth-air heat exchanger. [14]

У цій статті оптимальна конфігурація теплоізоляції в будівлях з теплообмінником земля-повітря була розрахована на основі теорії затримки часу та коефіцієнта декременту. У попередніх дослідженнях, які були зосереджені на будівлях зі звичайними системами кондиціонування повітря, температура повітря в приміщенні вважалася постійною, хоча це не дійсно для будівель, які кондиціонуються теплообмінником земля-повітря. Таким чином, оптимальна конфігурація ізоляції в цих будівлях, здається, відрізняється від тієї, що повідомлялася раніше. У цьому дослідженні перехідне рівняння теплопровідності вирішується чисельно для різних конфігурацій багат шарової стіни. Результати показали, що тришарова ізоляція, яка є оптимальною компонуванням для будівель зі звичайними системами кондиціонування повітря, не є бажаною для будівель з теплообмінником земля-повітря. У таких будівлях найкращі показники мають стіна з одношаровим утепленням зовні та стіна з двома шарами утеплення (середнім і зовнішнім) відповідно. У цих конфігураціях коефіцієнт зменшення на 35% менший, а час затримки на годину довший, ніж у тривірневої компонування. Крім того, результати показали, що оптимальна конфігурація ізоляції не залежить від конструктивних характеристик системи та матеріалів стін будівлі.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

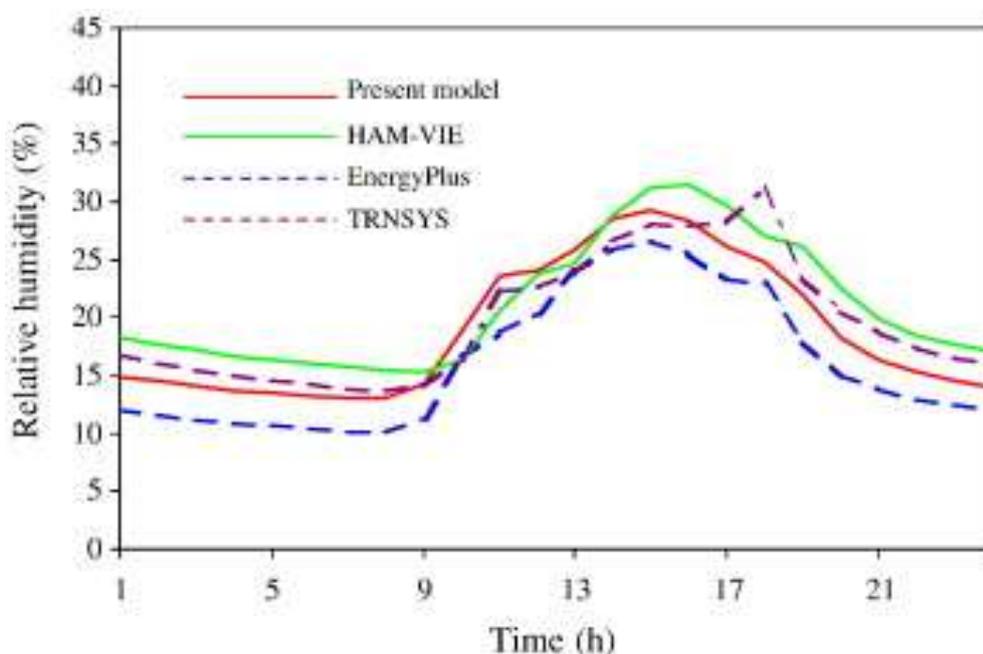
601БП.10588931.MP

Арк.

27

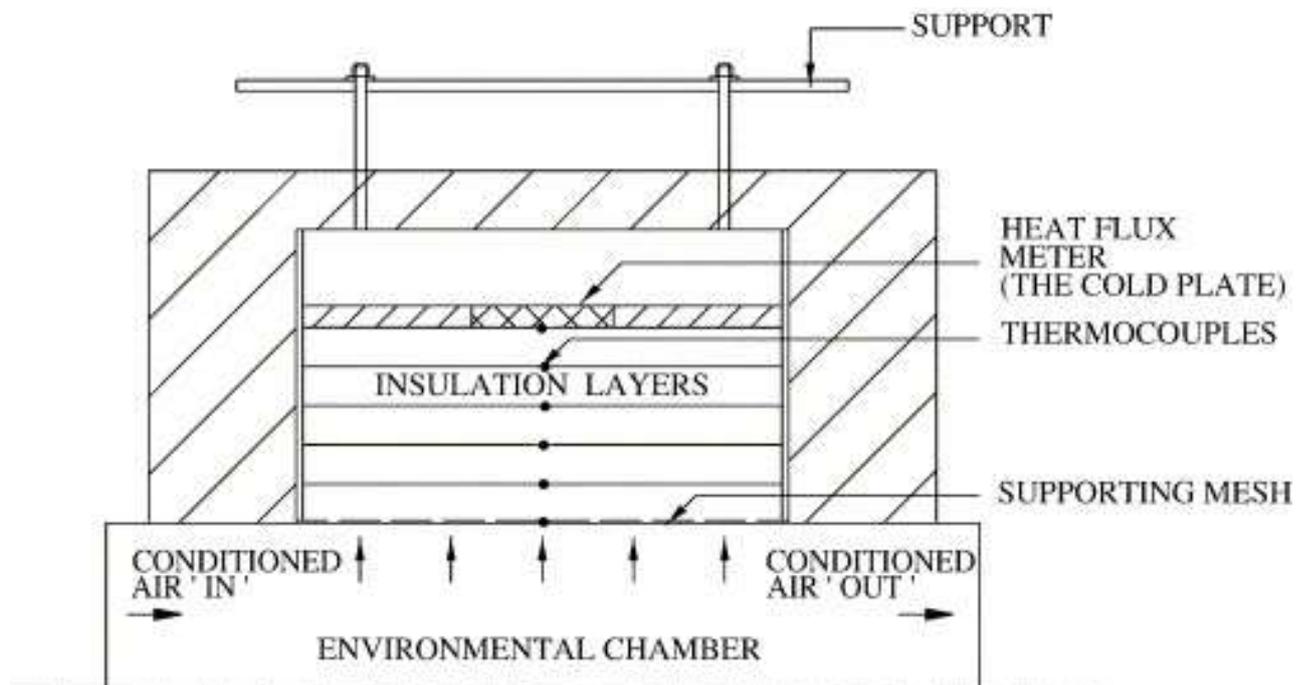
Menghao Q., Rafik B., Simulation of coupled heat and moisture transfer in air-conditioned buildings. [15]

Однчасна передача тепла та вологи в огороджувальних конструкціях має важливий вплив на внутрішнє середовище та загальні характеристики будівель. У цій статті була представлена модель для прогнозування тепло- та вологообміну всієї будівлі. Одночасно враховувалися як тепло-, так і вологозабезпечення в огороджувальних конструкціях будівлі та повітрі в приміщенні; їх взаємодія була змодельована. Поєднана модель враховує більшість основних гігротермічних ефектів у будівлях. Модель пов'язаної системи було реалізовано в MATLAB-Simulink і перевірено за допомогою низки опублікованих інструментів тестування. Нова програма була застосована для дослідження впливу передачі вологи на вологість повітря в приміщенні та енергоспоживання будівлі в різних кліматичних умовах. Результати показують, що використання більш детальних процедур моделювання може призвести до покращення конструкції будівлі для оптимізації енергоспоживання за рахунок вибору відповідних гігроскопічних матеріалів, які не вказують простіші методи розрахунку.



Menghao Q., Rafik B., An analytical method to calculate the coupled heat and moisture transfer in building materials [16]

Представлено динамічну модель для оцінки перехідних процесів тепло- та вологоперенесення в пористих будівельних матеріалах. Одночасно враховували як тепло-, так і вологобмін, і їх взаємодію моделювали. Запропоновано аналітичний метод розрахунку взаємозв'язаного процесу тепло- і вологообміну в будівельних матеріалах. Пов'язану систему спочатку піддавали перетворенню Лапласа, а потім рівняння розв'язували за допомогою методу передавальної функції. Перехідну температуру та розподіл вологи в матеріалі можна легко отримати з розчинів. Результати порівнювали з експериментальними даними та іншими аналітичними рішеннями, доступними в літературі; була досягнута хороша домовленість.



Висновки:

Оскільки тема використання морських контейнерів для проживання військовослужбовців раніше майже не досліджувана, у цьому розділі піддавалося увазі різноманіття публікацій, статей та наукових джерел, спрямованих на

										Арк.
										29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601БП.10588931.MP					

вивчення аспектів тепло-вологісного режиму в будівлях. Аналізовані матеріали надають важливі відомості про розрахунок вологості в приміщеннях та фактори, які впливають на конденсацію на огороджувальних структурах. Вони сприяли розумінню впливу різних параметрів, таких як температура, вологість, матеріали конструкцій та умови оточення на ефективність теплоізоляції та уникнення проблем, пов'язаних з конденсацією.

					601БП.10588931.МР	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНТРУКЦІЙ
МОРЬСКОГО КОНТЕЙНЕРА**

					601БП.10588931.МР	Арк.
						31
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3	Сталь	58
4	OSB-3	0,16
5	Замкнені повітряні прошарки	0,263

2.1.1. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -10^\circ\text{C}$.

2.1.1.1. Температура внутрішнього повітря $t_B = 30^\circ\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 2.

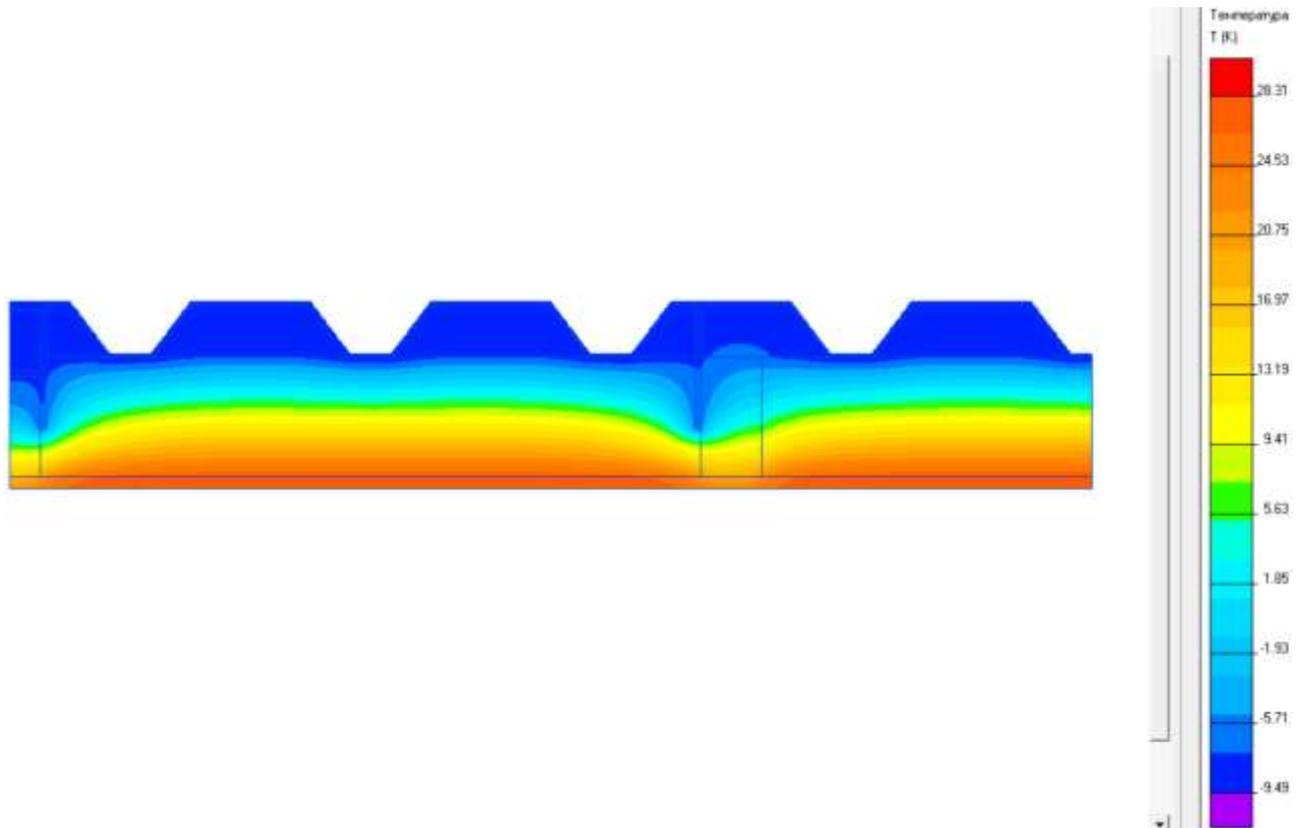


Рис. 2 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_B = 30^\circ\text{C}$ $t_3 = -10^\circ\text{C}$;

На рис. 3 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження у межах розрахункової ділянки.

					601БП.10588931.MP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

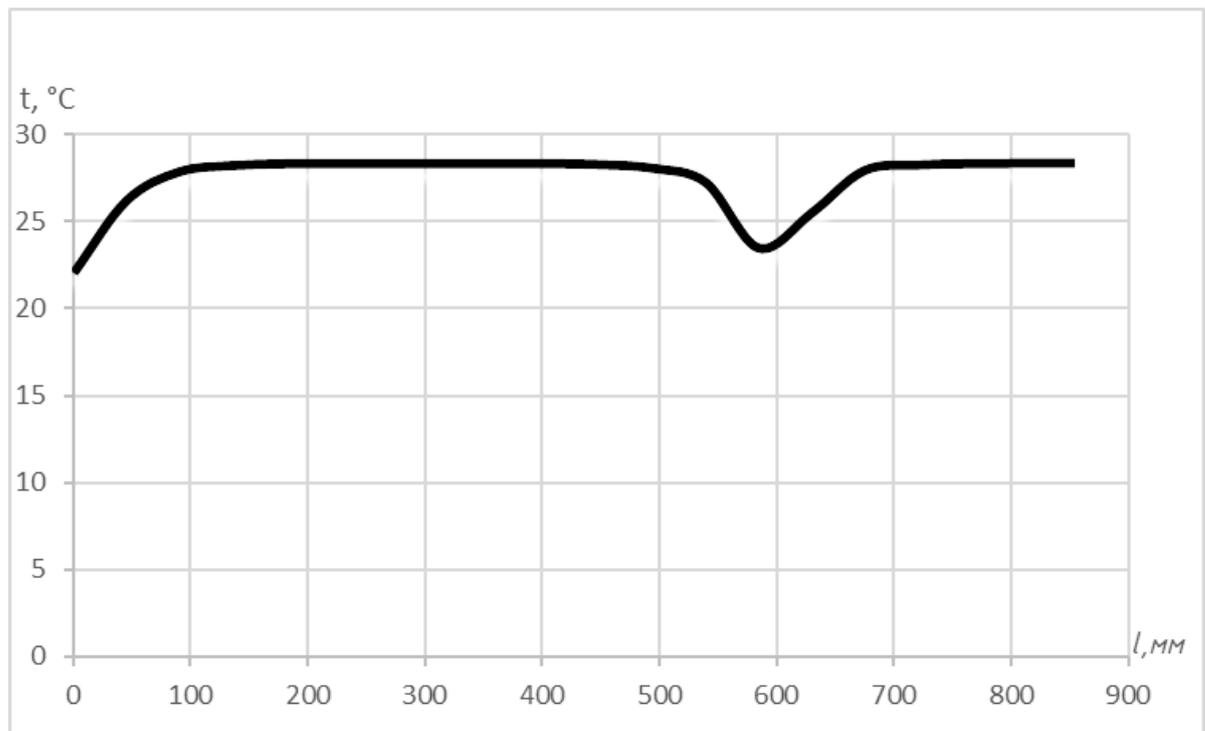


Рис. 3 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження при $t_{\text{в}} = 30^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{з}} = -10^{\circ}\text{C}$;

Мінімальна температура на внутрішній поверхні стіни спостерігається у місці розташування сталевий стійки і дорівнює $22,2^{\circ}\text{C}$. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 2645$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 30^{\circ}\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 4244$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огородження становить

$$\varphi_{\text{в}} = \frac{e}{E} 100 = \frac{2645}{4244} 100 = 62\%$$

2.1.1.2. Температура внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 4.

										Арк.
										34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601БП.10588931.МР					

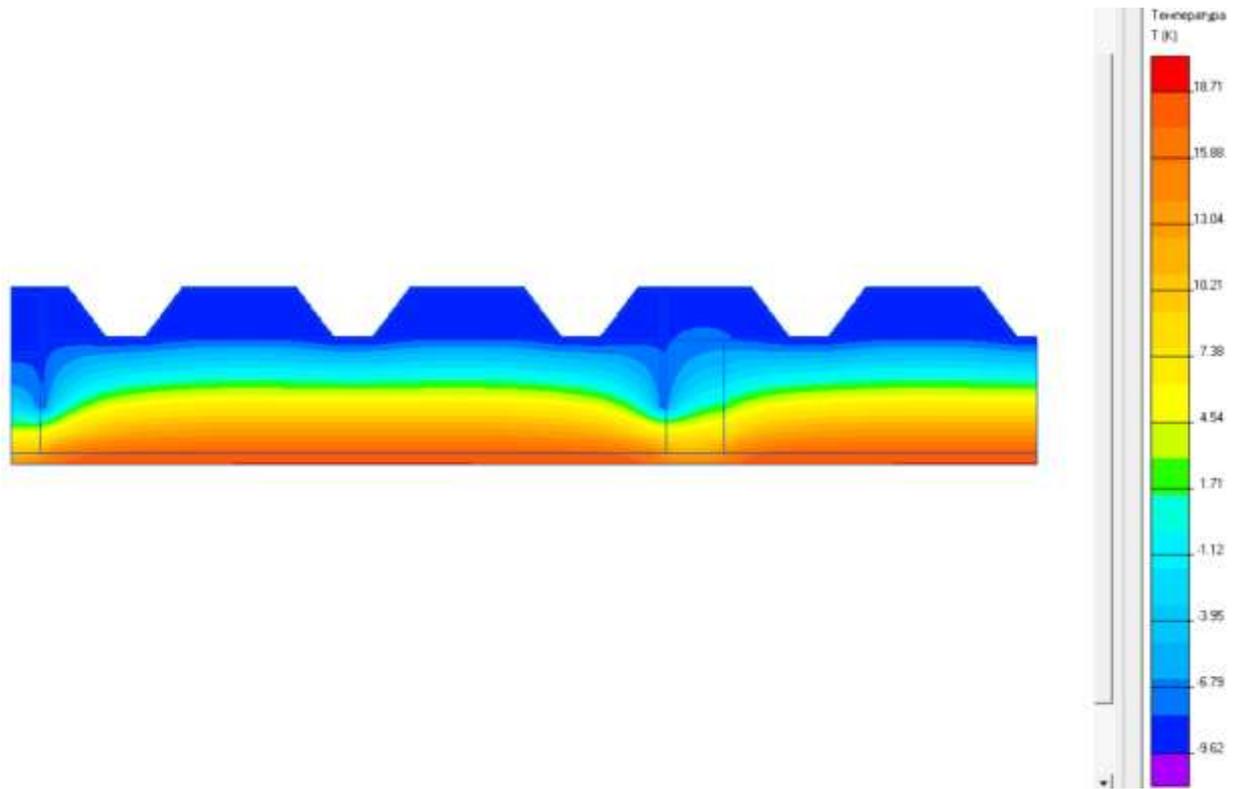


Рис. 4 - Температурне поле розрахункової ділянки при; $t_b = 20^\circ\text{C}$ $t_3 = -10^\circ\text{C}$

На рис. 5 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження у межах розрахункової ділянки.

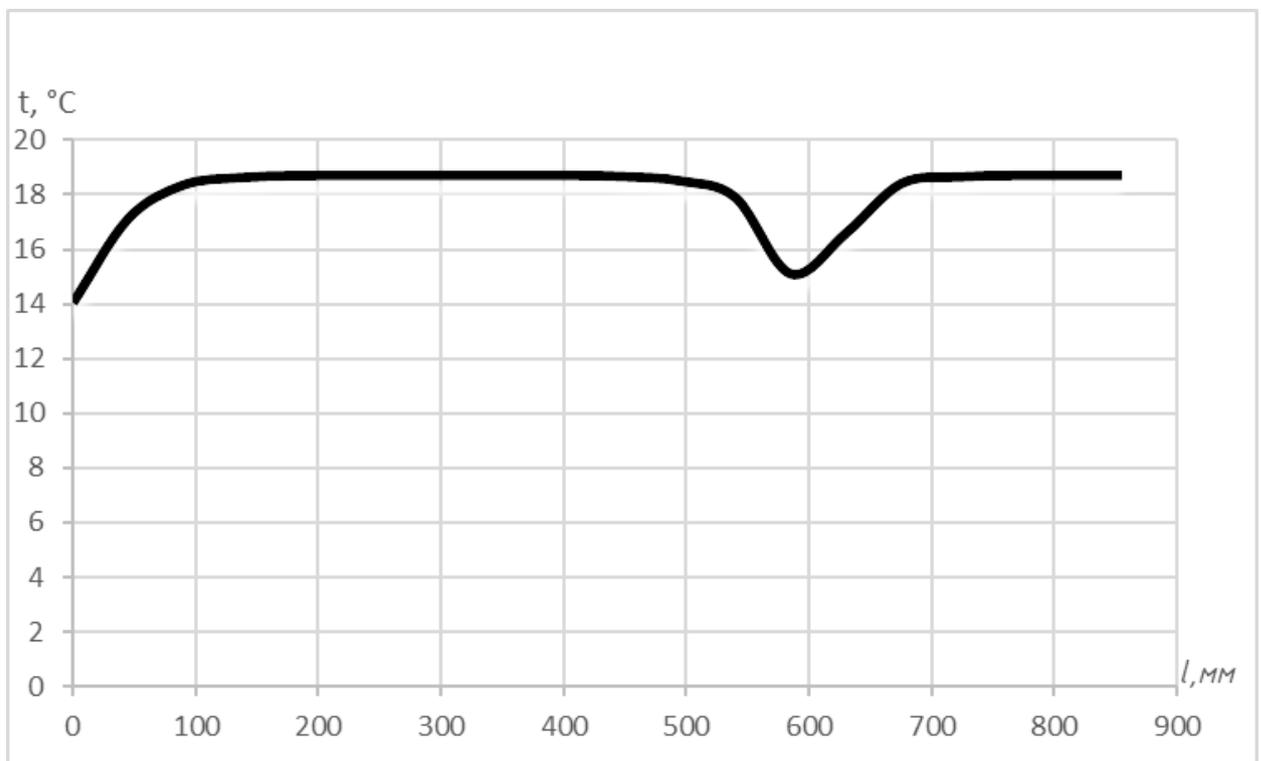


Рис. 5 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження при $t_B = 20^\circ\text{C}$ $t_3 = -10^\circ\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні стіни спостерігається у місці розташування сталевий стійки і дорівнює $14,1^\circ\text{C}$. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 1610$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_B = 20^\circ\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 2340$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огороження становить

$$\varphi_B = \frac{e}{E} 100 = \frac{1610}{2340} 100 = 69\%$$

2.1.1.3. Температура внутрішнього повітря $t_B = 10^\circ\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 6.

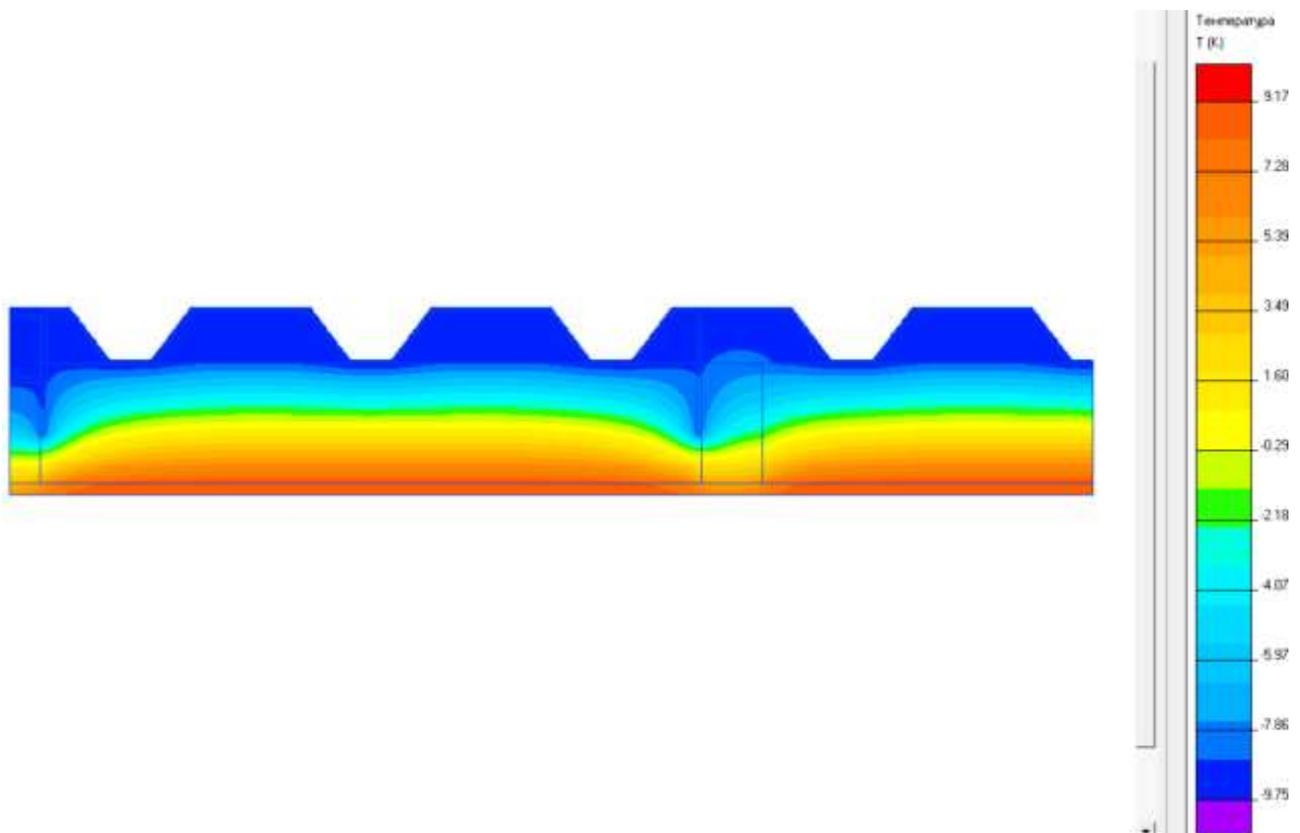


Рис. 6 - Температурне поле розрахункової ділянки при; $t_B = 10^\circ\text{C}$ $t_3 = -10^\circ\text{C}$

					601БП.10588931.МР	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 7 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження у межах розрахункової ділянки.

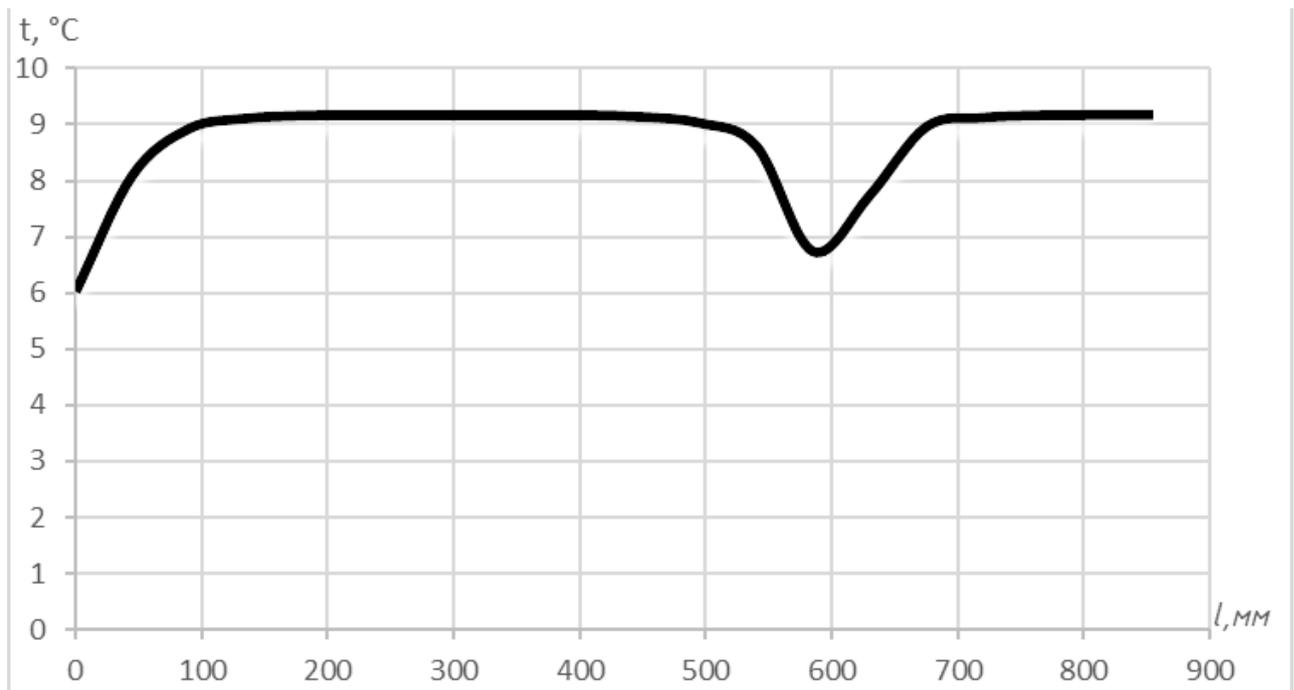


Рис. 7 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження при $t_{\text{в}} = 10^{\circ}\text{C}$ $t_{\text{з}} = -10^{\circ}\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні стіни спостерігається у місці розташування сталевий стійки і дорівнює 6°C . Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 935$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 10^{\circ}\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 1228$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огороження становить

$$\varphi_{\text{в}} = \frac{e}{E} 100 = \frac{935}{1228} 100 = 76\%$$

2.1.2. Температура зовнішнього повітря $t_{\text{з}} = -5^{\circ}\text{C}$.

2.1.2.1. Температура внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 30^{\circ}\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 8.

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Мінімальна температура на внутрішній поверхні стіни спостерігається у місці розташування сталевих стійок і дорівнює 23°C. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 2810$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_v = 30^\circ\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 4244$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огороження становить

$$\varphi_v = \frac{e}{E} 100 = \frac{2810}{4244} 100 = 66\%$$

2.1.2.2. Температура внутрішнього повітря $t_v = 20^\circ\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 10.

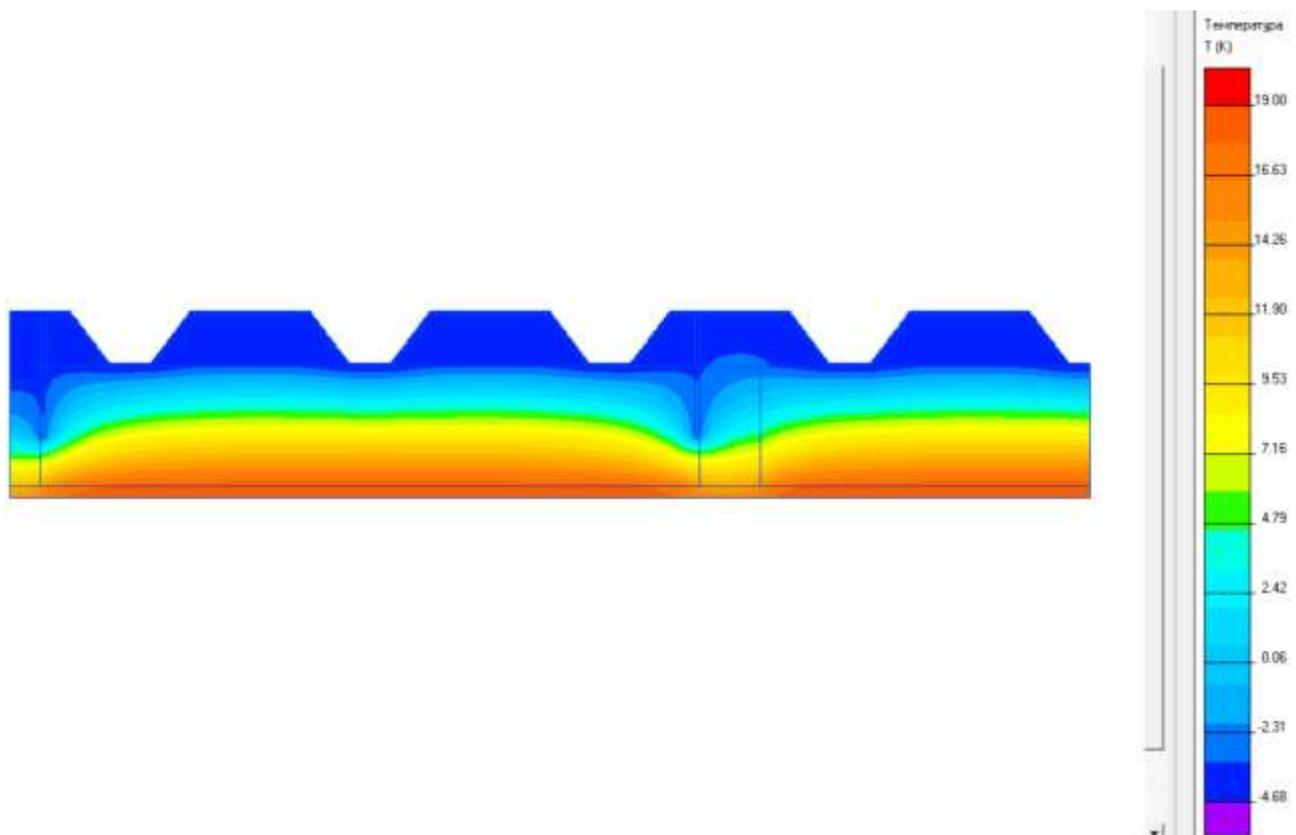


Рис. 10 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_v = 20^\circ\text{C}$; $t_3 = -5^\circ\text{C}$

На рис. 11 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження у межах розрахункової ділянки.

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

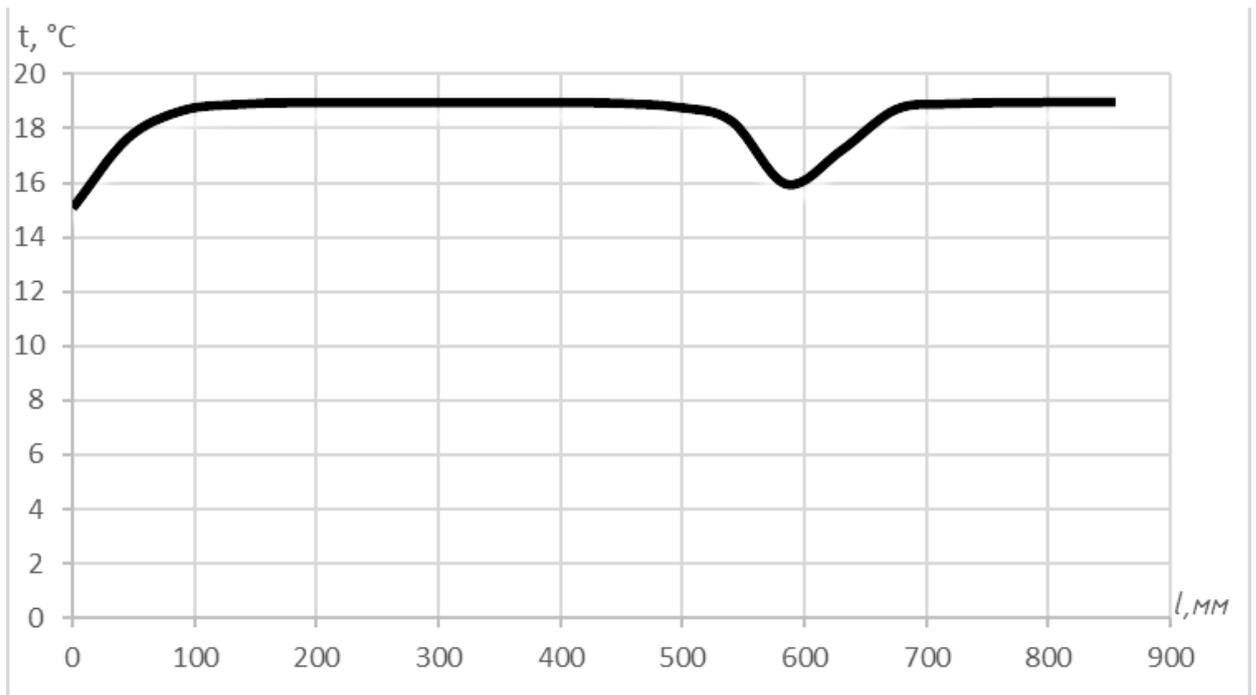


Рис. 11 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження при $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{з}} = -5^{\circ}\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні стіни спостерігається у місці розташування сталевий стійки і дорівнює 15°C . Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 1706$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 2340$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огородження становить

$$\varphi_{\text{в}} = \frac{e}{E} 100 = \frac{1706}{2340} 100 = 73\%$$

2.1.2.3. Температура внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 10^{\circ}\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 12.

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

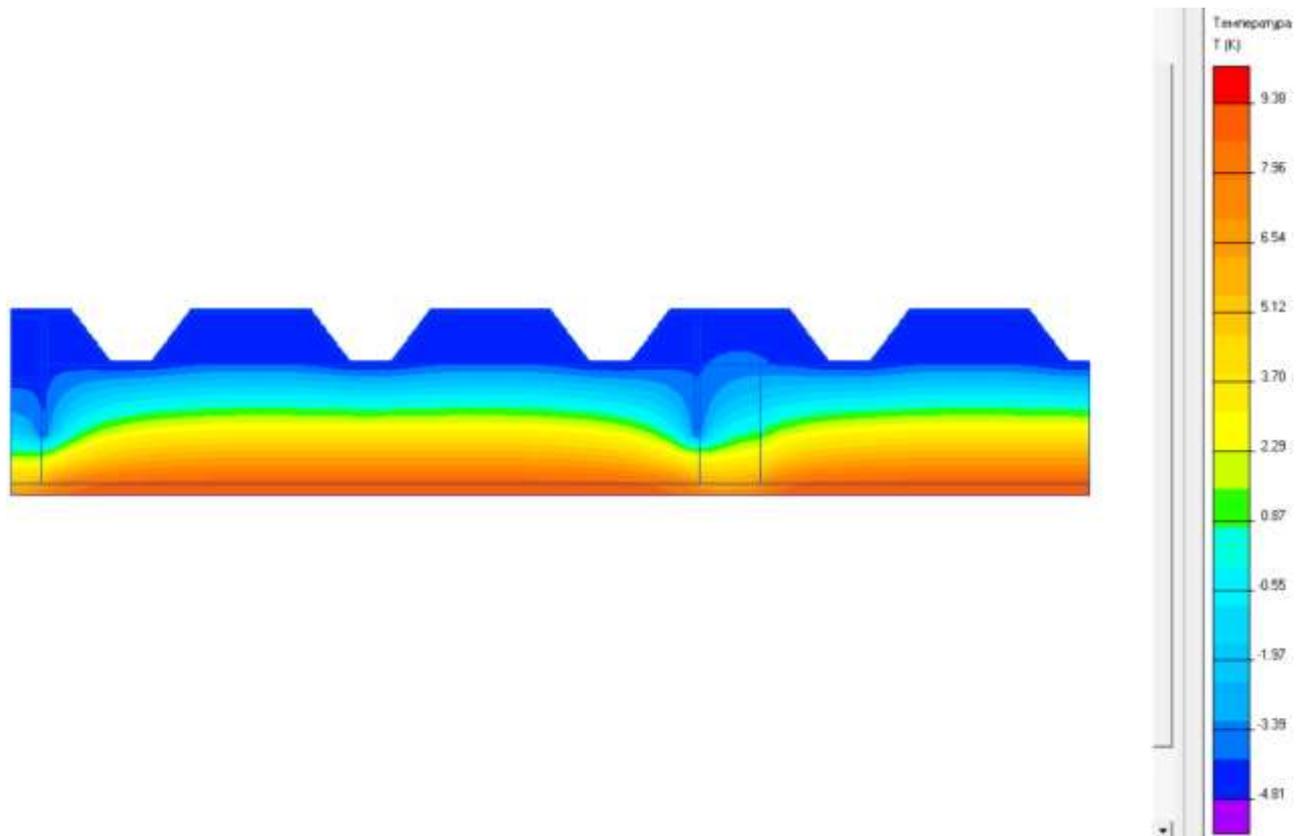


Рис. 12 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_{в} = 10^{\circ}\text{C}$; $t_{з} = -5^{\circ}\text{C}$
 На рис. 13 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження у межах розрахункової ділянки.

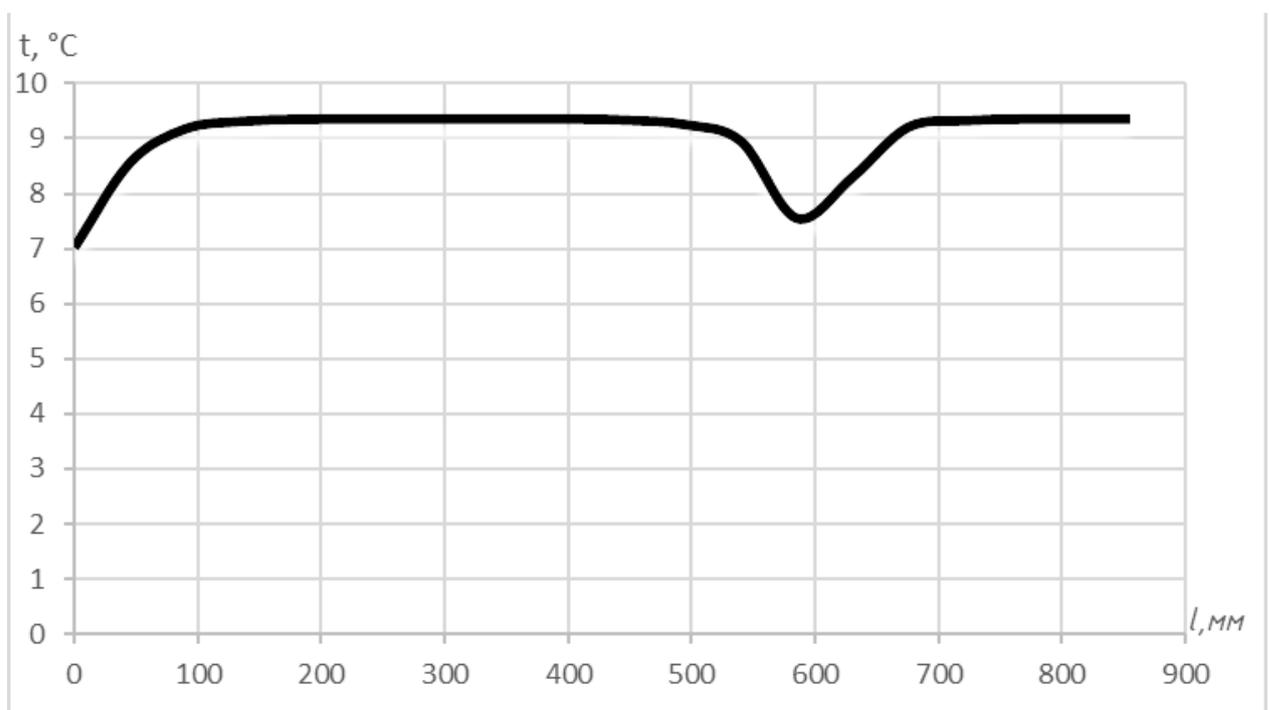


Рис. 13 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження при $t_{в} = 10^{\circ}\text{C}$; $t_{з} = -5^{\circ}\text{C}$

										Арк.
										41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601БП.10588931.МР					

Мінімальна температура на внутрішній поверхні стіни спостерігається у місці розташування сталевий стійки і дорівнює 7°C. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 1002$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_v = 10^\circ\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 1228$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огороження становить

$$\varphi_v = \frac{e}{E} 100 = \frac{1002}{1228} 100 = 82\%$$

					601БП.10588931.МР	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1.3. Температура зовнішнього повітря $t_3 = 0^\circ\text{C}$.

2.1.3.1. Температура внутрішнього повітря $t_b = 30^\circ\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 14.

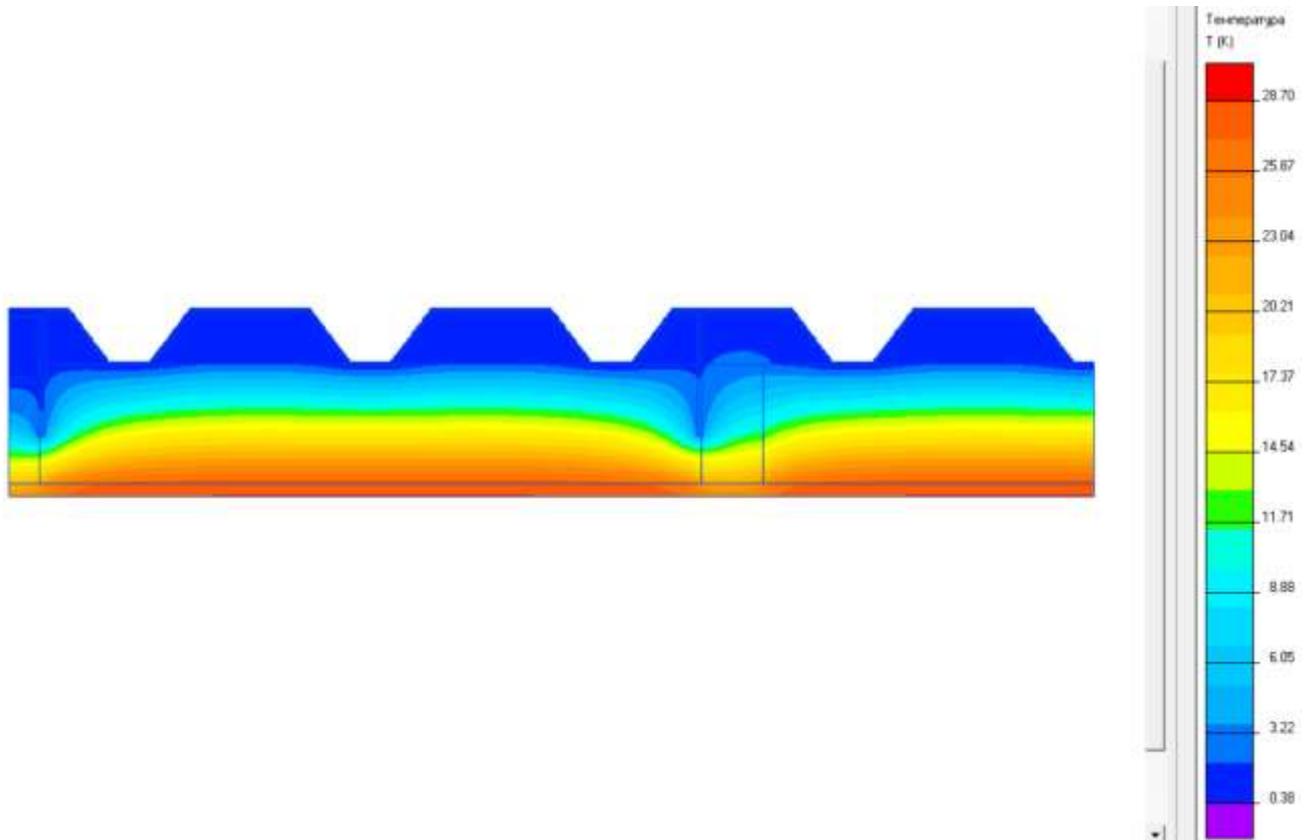


Рис. 14 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_b = 30^\circ\text{C}$, $t_3 = 0^\circ\text{C}$

На рис. 15 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження у межах розрахункової ділянки.

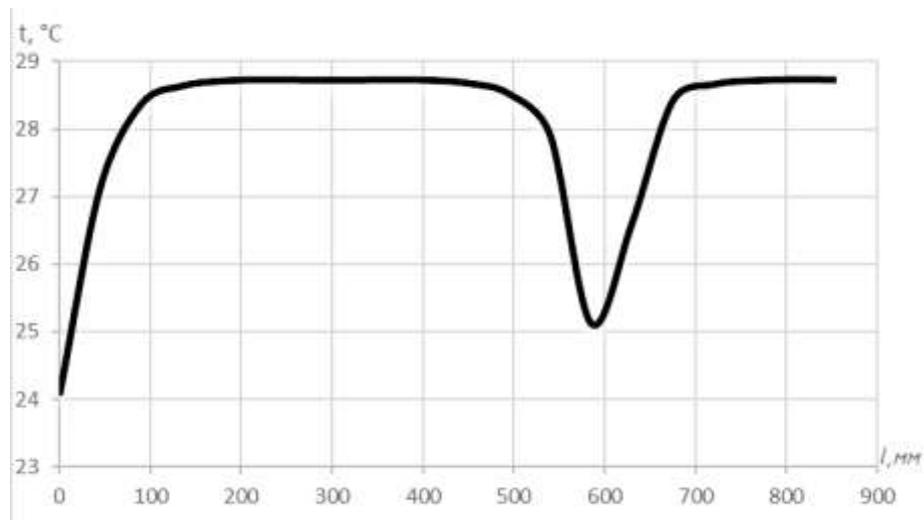


Рис. 15 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження при $t_{в} = 30^{\circ}\text{C}$, $t_{з} = 0^{\circ}\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні стіни спостерігається у місці розташування сталевий стійки і дорівнює 24°C . Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 2985$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{в} = 30^{\circ}\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 4244$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огородження становить

$$\varphi_{в} = \frac{e}{E} 100 = \frac{2985}{4244} 100 = 70\%$$

2.1.3.2. Температура внутрішнього повітря $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 16.

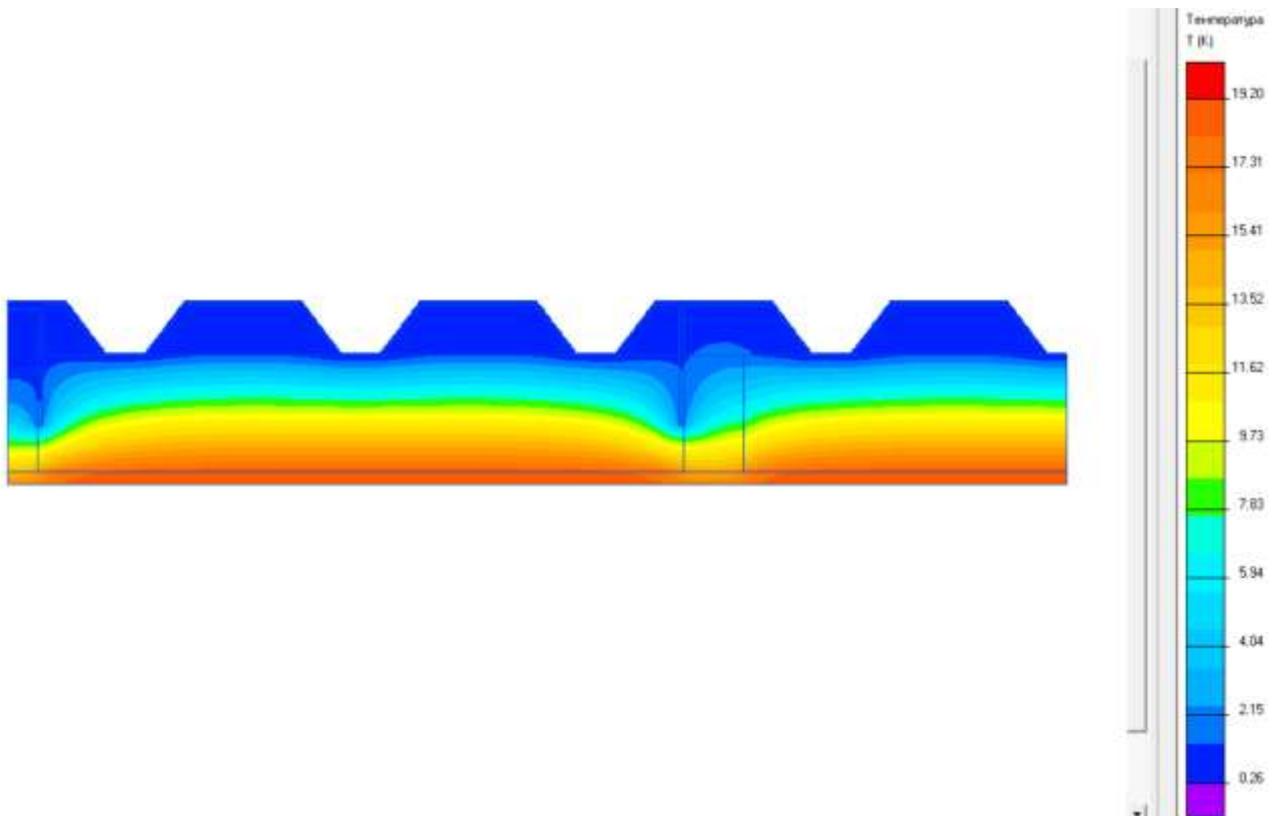


Рис. 16 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$; $t_{з} = 0^{\circ}\text{C}$

					601БП.10588931.MP	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На рис. 17 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження у межах розрахункової ділянки.

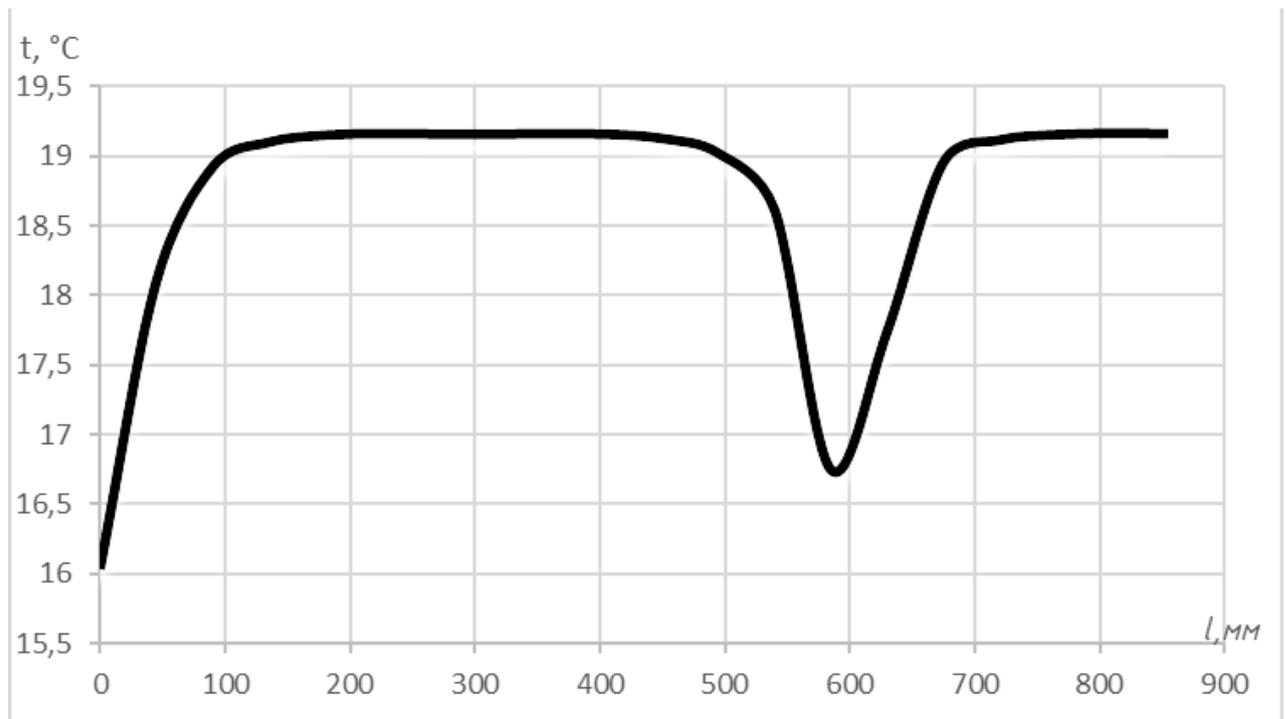


Рис. 17 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження при $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$; $t_{з} = 0^{\circ}\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні стіни спостерігається у місці розташування сталевий стійки і дорівнює 16°C . Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 1818 \text{ Па}$.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 2340 \text{ Па}$.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огороження становить

$$\varphi_{в} = \frac{e}{E} 100 = \frac{1818}{2340} 100 = 78\%$$

2.1.3.3. Температура внутрішнього повітря $t_{в} = 10^{\circ}\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 18.

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

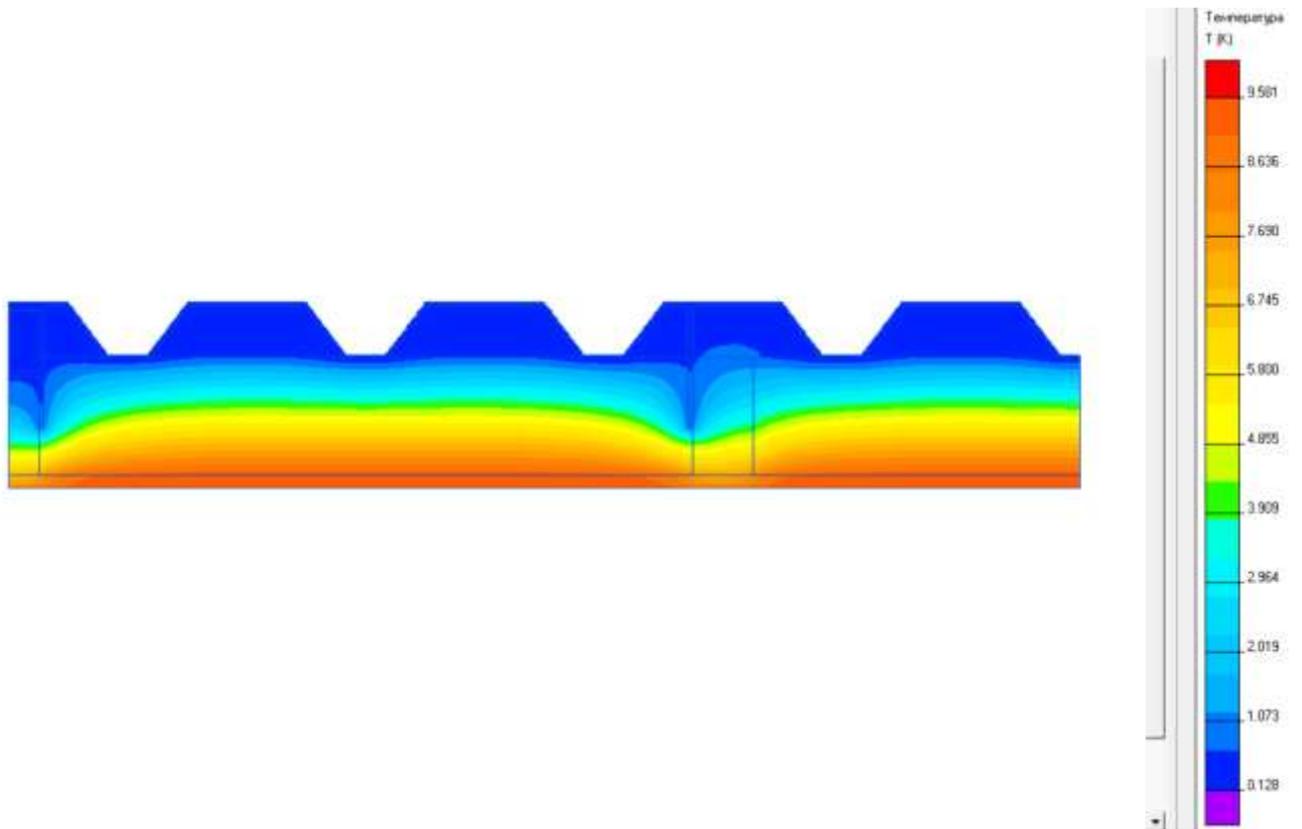
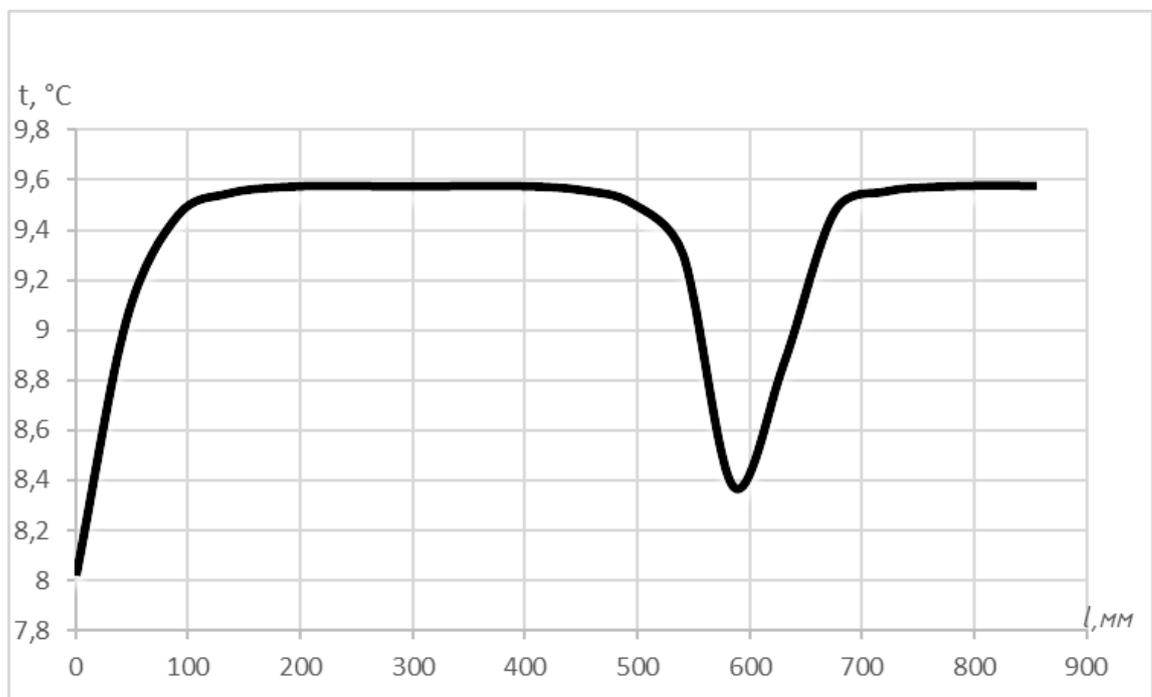


Рис. 18 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_B = 10^\circ\text{C}$; $t_3 = 0^\circ\text{C}$

На рис. 19 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження у межах розрахункової ділянки.



Таблиця 2

№	Найменування шарів	Теплопровідність, Вт/(м · К)
1	Базальтова вата	0,041
2	Дерево	0,18
3	Сталь	58
4	OSB-3	0,16
5	Замкнені повітряні прошарки	0,263
6	Руберойд	0,17

2.2.1. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -10^\circ\text{C}$.

2.2.1.1. Температура внутрішнього повітря $t_B = 30^\circ\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 21.

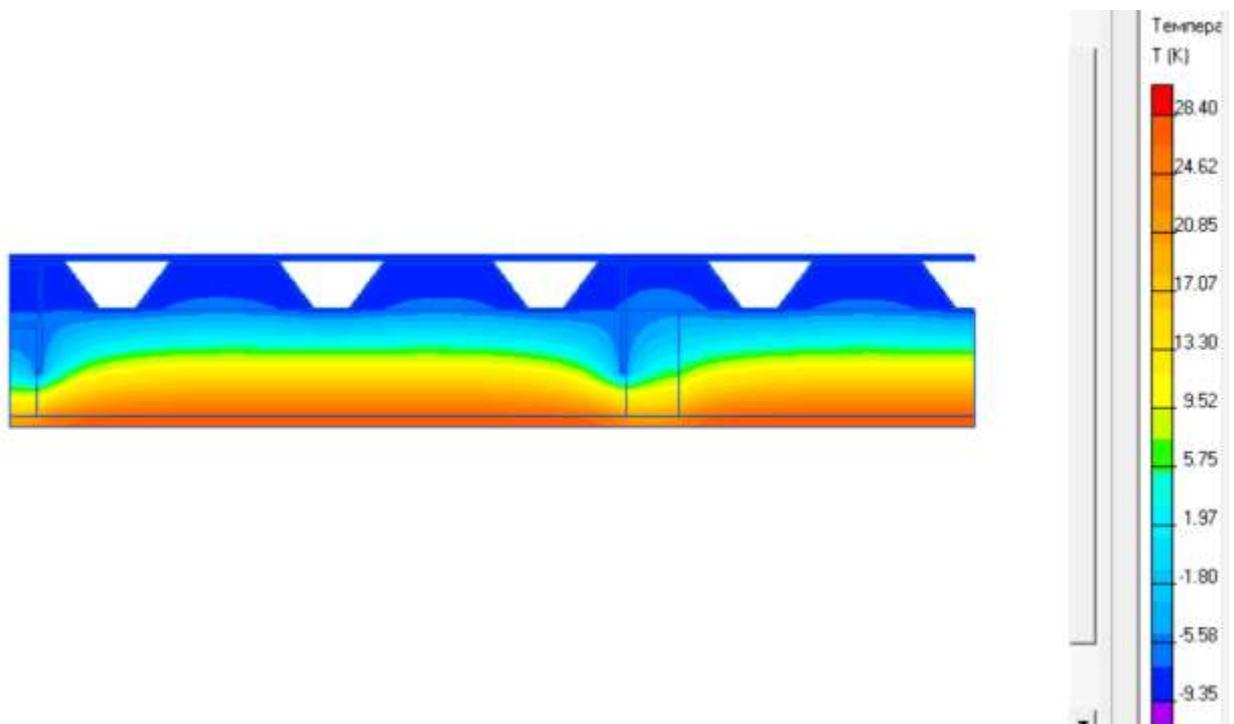


Рис. 21 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_B = 30^\circ\text{C}$ $t_3 = -10^\circ\text{C}$;

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

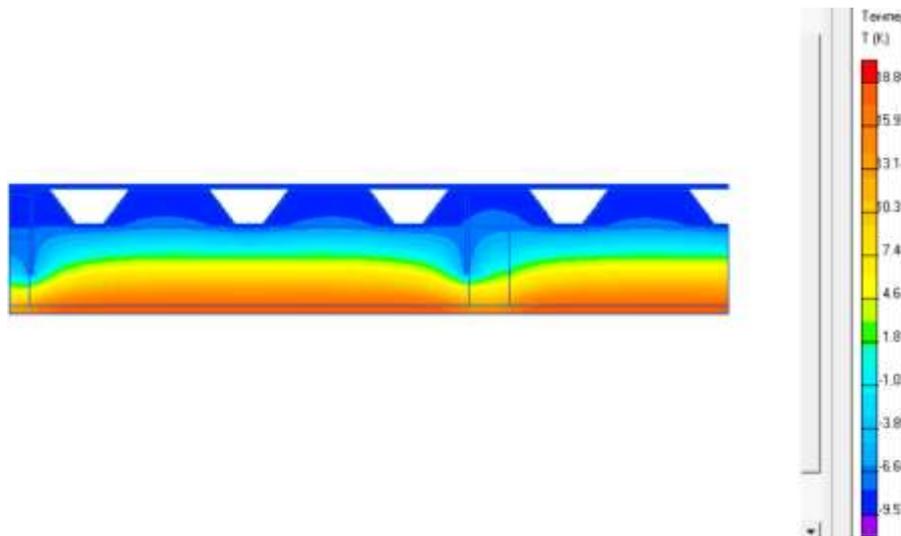


Рис. 23 - Температурне поле розрахункової ділянки при; $t_b = 20^\circ\text{C}$ $t_3 = -10^\circ\text{C}$
 На рис. 24 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження у межах розрахункової ділянки.

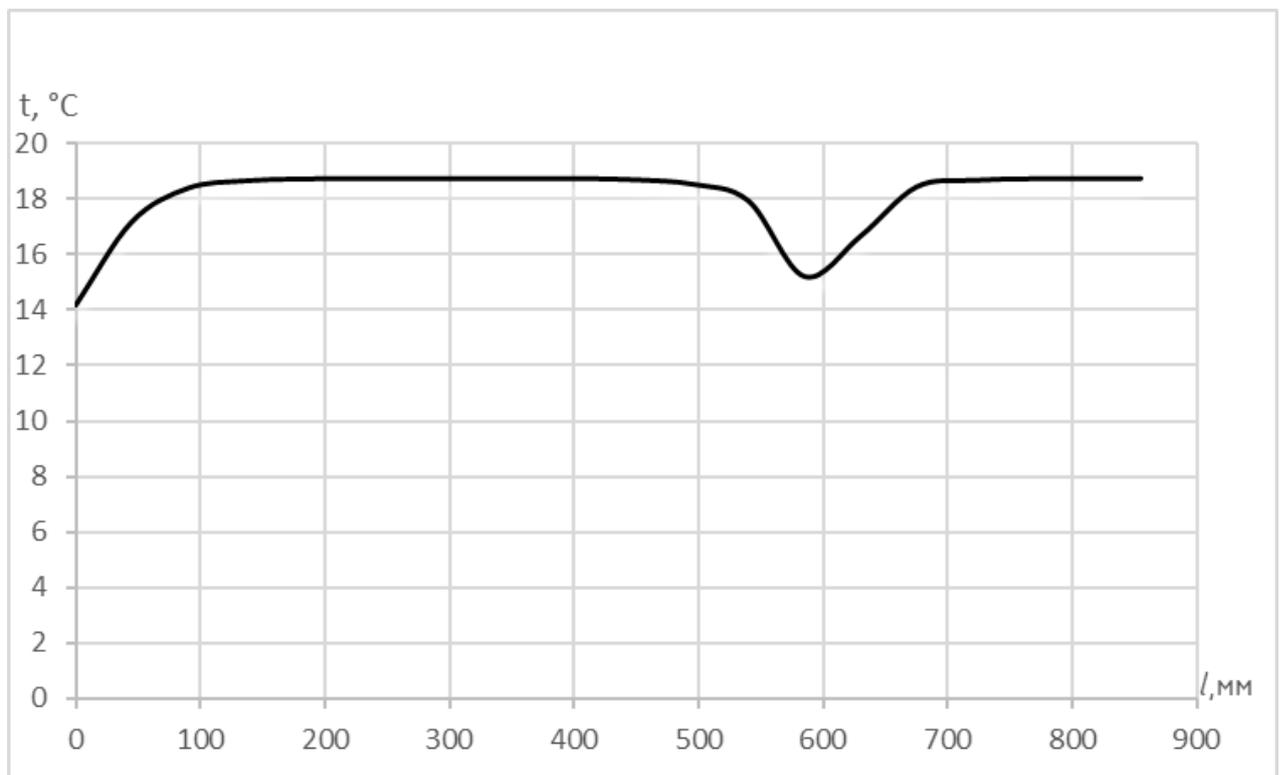


Рис. 24 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження при $t_b = 20^\circ\text{C}$ $t_3 = -10^\circ\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні покриття спостерігається у місці розташування сталевий стійки і дорівнює $14,1^\circ\text{C}$. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 1610$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_B = 20^\circ\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 2340$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огороження становить

$$\varphi_B = \frac{e}{E} 100 = \frac{1610}{2340} 100 = 69\%$$

2.2.1.3. Температура внутрішнього повітря $t_B = 10^\circ\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 25.

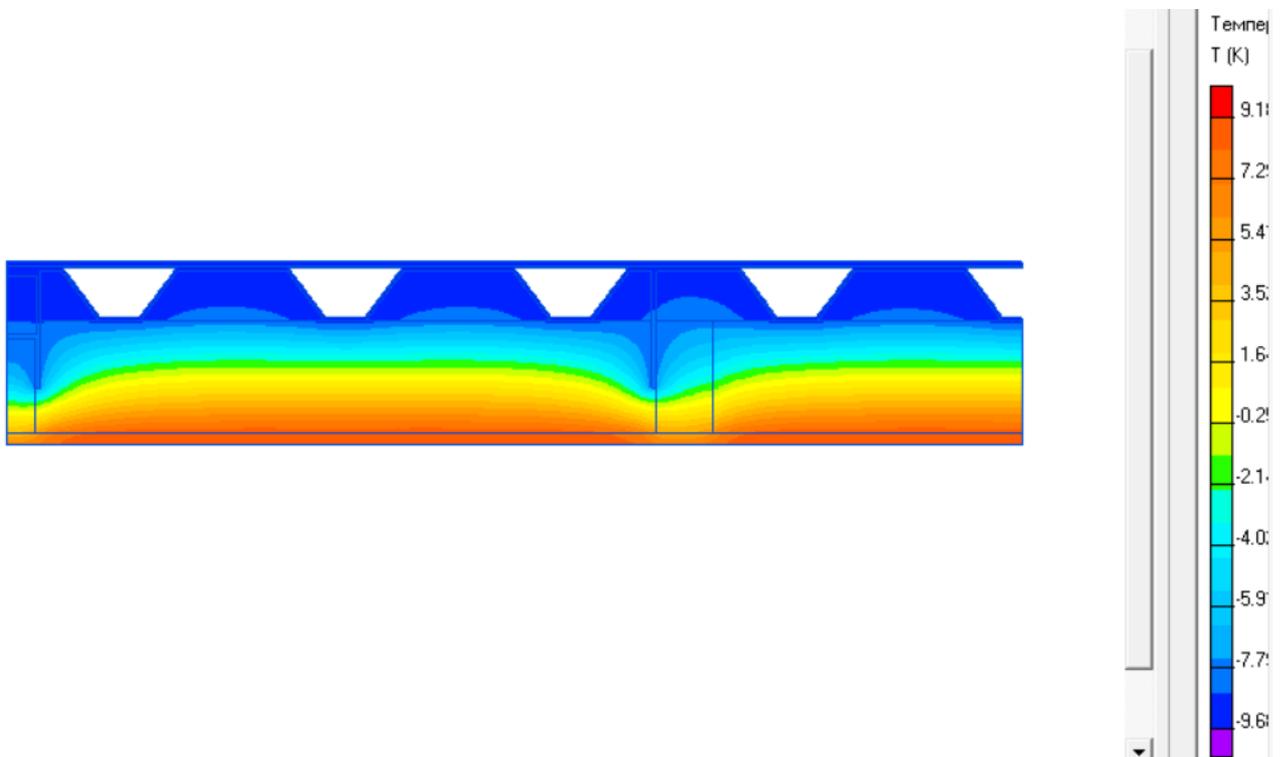


Рис. 25 - Температурне поле розрахункової ділянки при; $t_B = 10^\circ\text{C}$ $t_3 = -10^\circ\text{C}$

На рис. 26 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження у межах розрахункової ділянки.

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

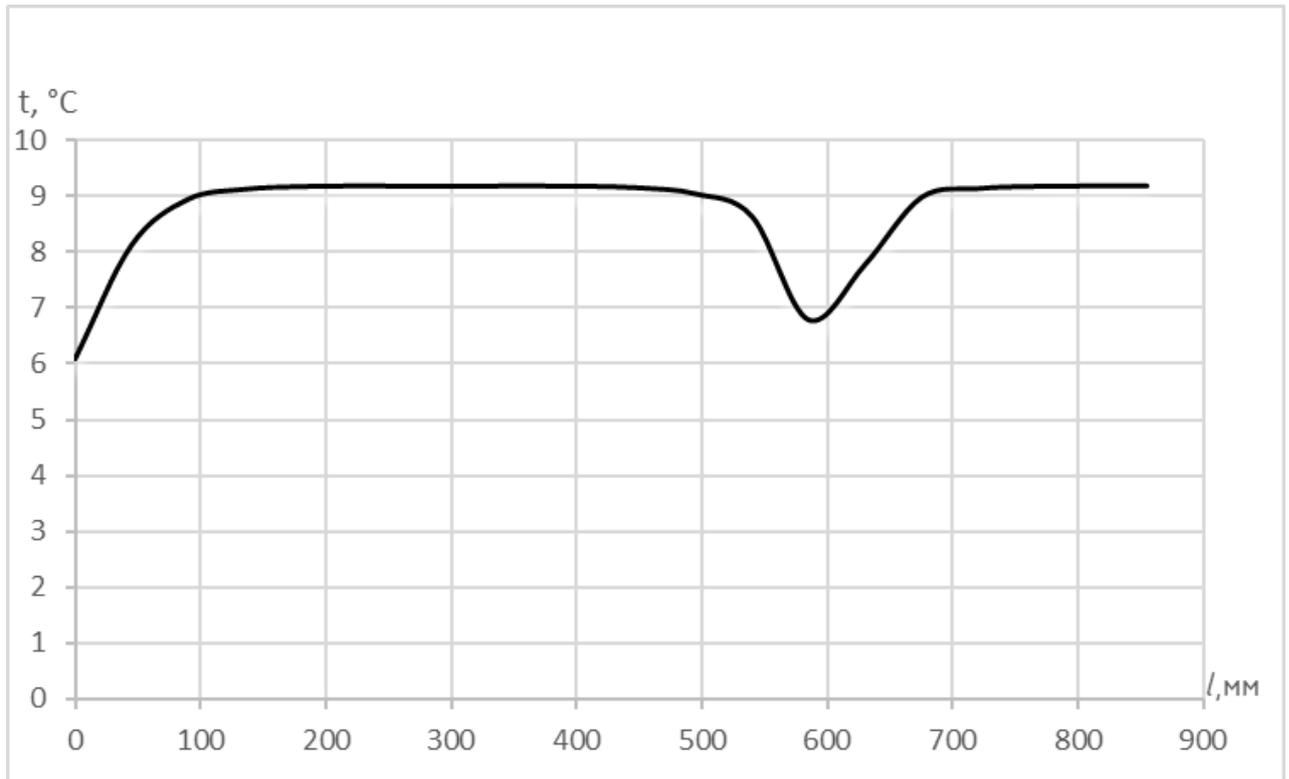


Рис. 26 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження при $t_{\text{в}} = 10^{\circ}\text{C}$ $t_3 = -10^{\circ}\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні покриття спостерігається у місці розташування сталевий стійки і дорівнює $6,1^{\circ}\text{C}$. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 942$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 10^{\circ}\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 1228$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огородження становить

$$\varphi_{\text{в}} = \frac{e}{E} 100 = \frac{942}{1228} 100 = 78\%$$

2.2.2. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -5^{\circ}\text{C}$.

2.2.2.1. Температура внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 30^{\circ}\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 27.

										Арк.
										52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601БП.10588931.МР					

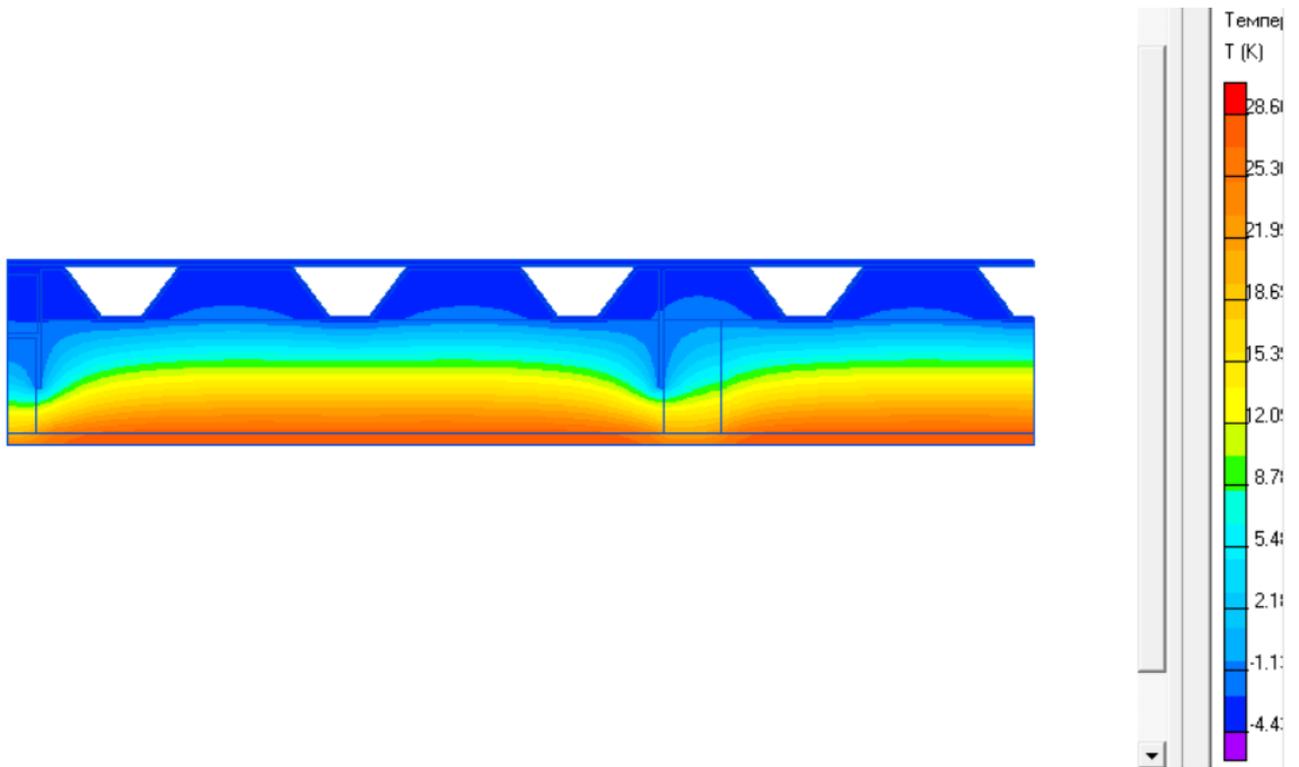


Рис. 27 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_{в} = 30^{\circ}\text{C}$, $t_{з} = -5^{\circ}\text{C}$

На рис. 28 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження у межах розрахункової ділянки.

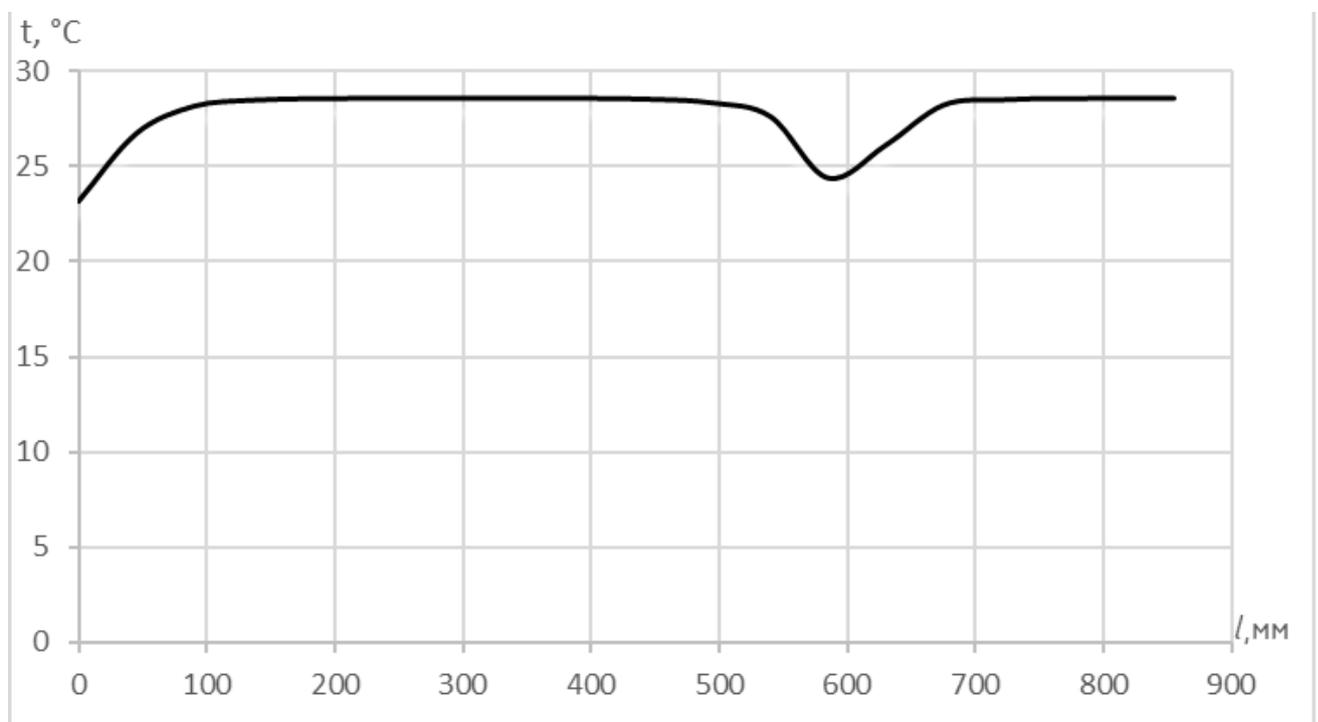


Рис. 28 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження при $t_{в} = 30^{\circ}\text{C}$, $t_{з} = -5^{\circ}\text{C}$

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Мінімальна температура на внутрішній поверхні покриття спостерігається у місці розташування сталевий стійки і дорівнює 23,2°C. Цій температурі відповідає за

табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 2845$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_v = 30^\circ\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 4244$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огороження становить

$$\varphi_v = \frac{e}{E} 100 = \frac{2845}{4244} 100 = 67\%$$

2.2.2.2. Температура внутрішнього повітря $t_v = 20^\circ\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 29.

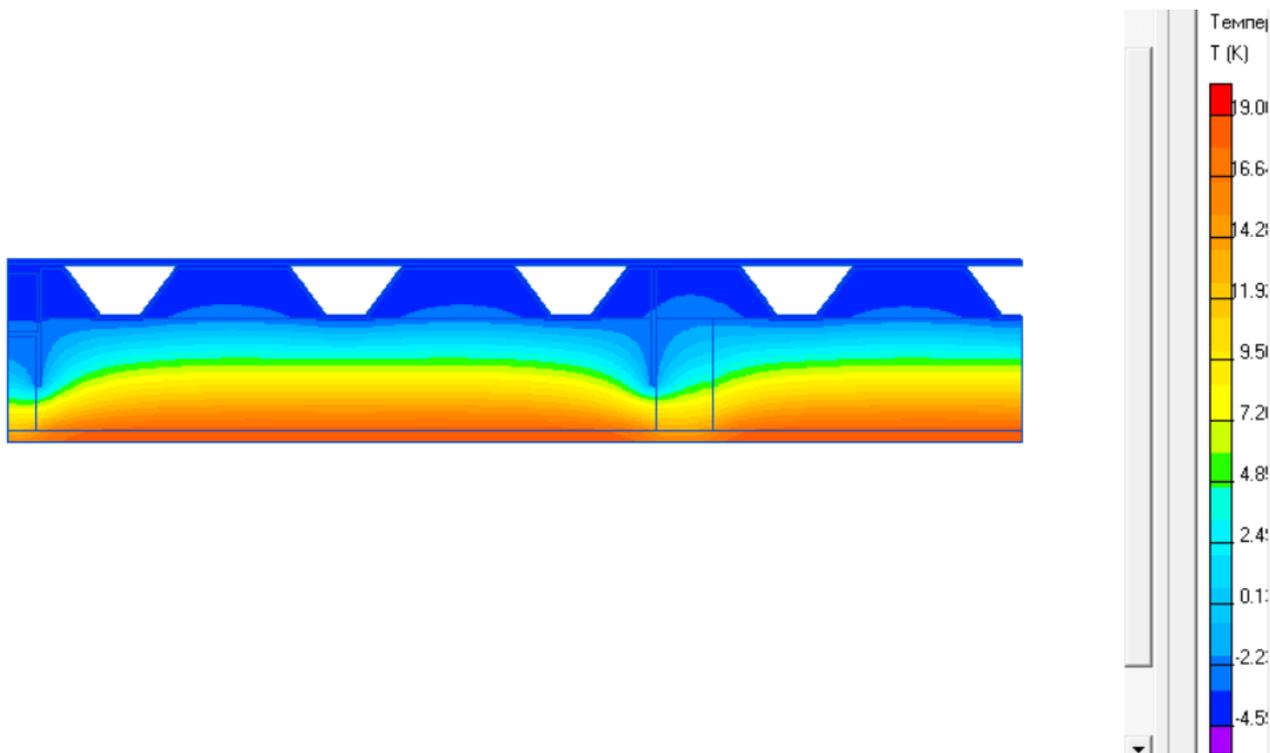


Рис. 29 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_v = 20^\circ\text{C}$; $t_3 = -5^\circ\text{C}$

На рис. 30 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження у межах розрахункової ділянки.

Рис. 32 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження при $t_{в} = 10^{\circ}\text{C}$; $t_{з} = -5^{\circ}\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні покриття спостерігається у місці розташування сталевий стійки і дорівнює $7,1^{\circ}\text{C}$. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 1008 \text{ Па}$.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{в} = 10^{\circ}\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 1228 \text{ Па}$.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огородження становить

$$\varphi_{в} = \frac{e}{E} 100 = \frac{1008}{1228} 100 = 82\%$$

2.2.3. Температура зовнішнього повітря $t_{з} = 0^{\circ}\text{C}$.

2.2.3.1. Температура внутрішнього повітря $t_{в} = 30^{\circ}\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 33.

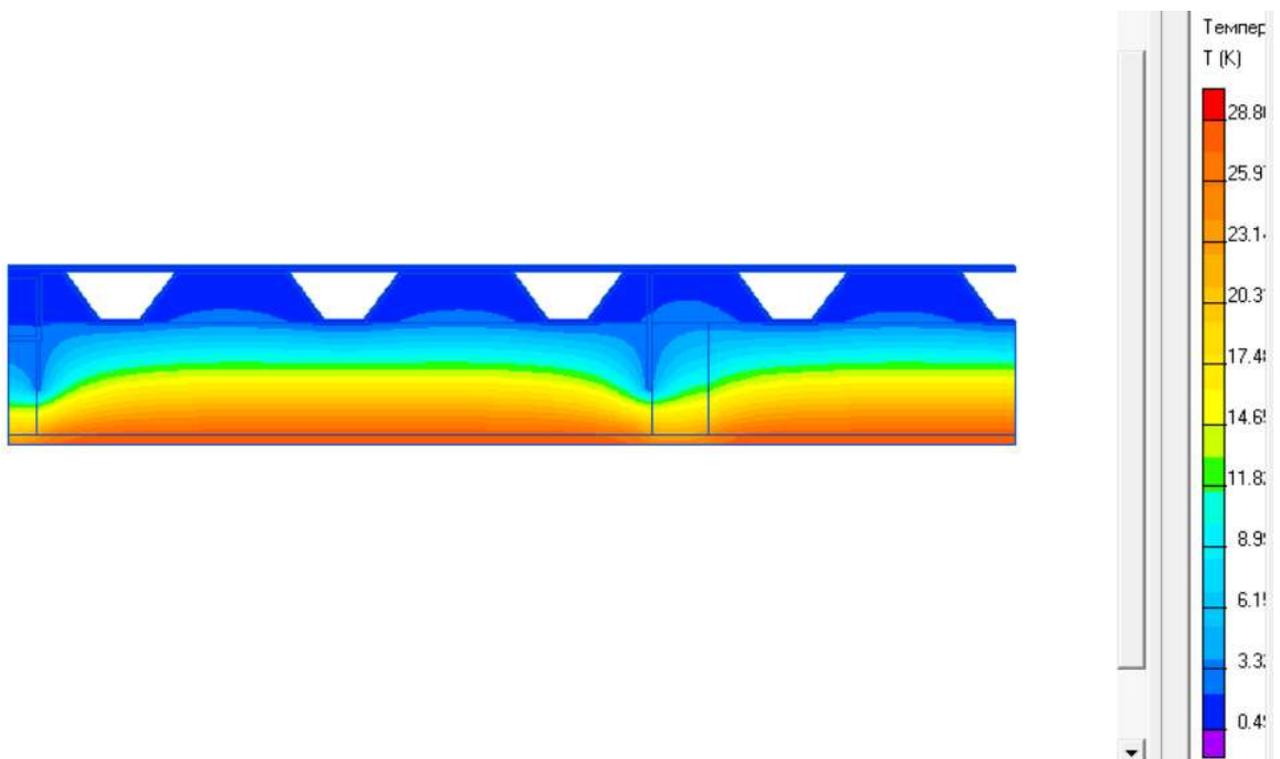


Рис. 33 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_{в} = 30^{\circ}\text{C}$, $t_{з} = 0^{\circ}\text{C}$

					601БП.10588931.MP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Мінімальна температура на внутрішній поверхні покриття спостерігається у місці розташування сталевий стійки і дорівнює 16,1°C. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 1830$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 20^\circ\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 2340$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огороження становить

$$\varphi_{\text{в}} = \frac{e}{E} 100 = \frac{1830}{2340} 100 = 78\%$$

2.2.3.3. Температура внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 10^\circ\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 37.

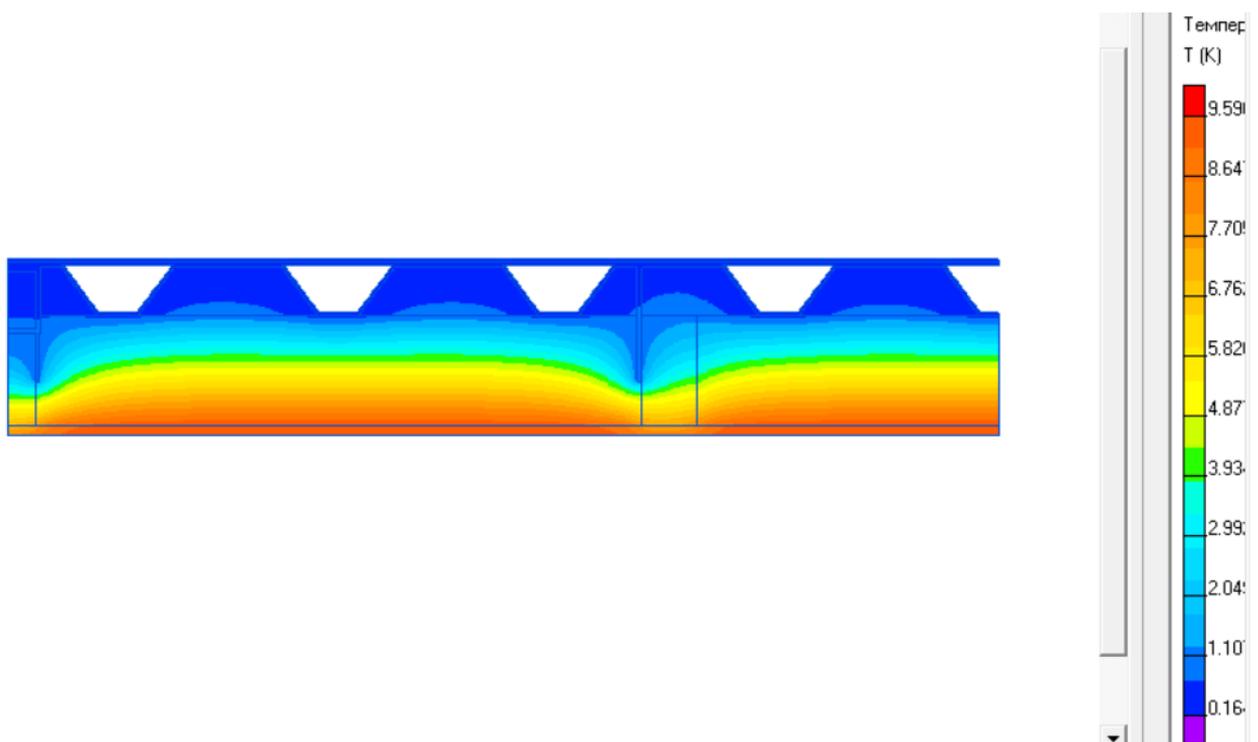


Рис. 37 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_{\text{в}} = 10^\circ\text{C}$; $t_{\text{з}} = 0^\circ\text{C}$

На рис. 38 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження у межах розрахункової ділянки.

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

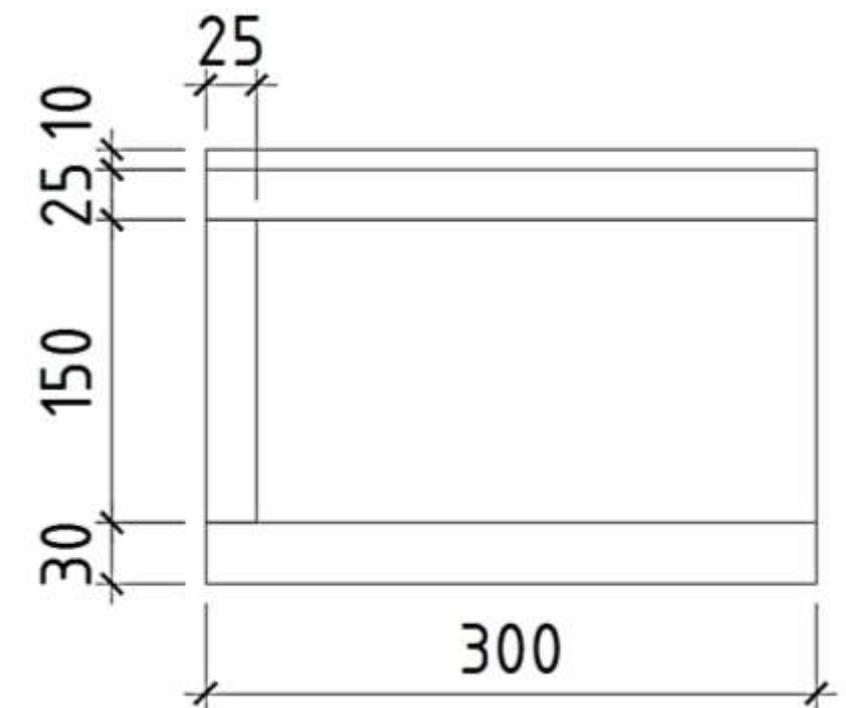


Рис. 39 - Частина огородження, що прийнята для розрахунків температурних полів

Теплопровідність матеріалів шарів огородження прийнята за табл. А.1 [47] та наведена у табл. 3.

Таблиця 3

№	Найменування шарів	Теплопровідність, Вт/(м · К)
1	Базальтова вата	0,041
2	Дерево	0,18
3	Сталь	58
4	OSB-3	0,16
5	Замкнені повітряні прошарки	0,263

2.3.1. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -10^{\circ}\text{C}$.

2.3.1.1. Температура внутрішнього повітря $t_B = 30^{\circ}\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 40.

										601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							62

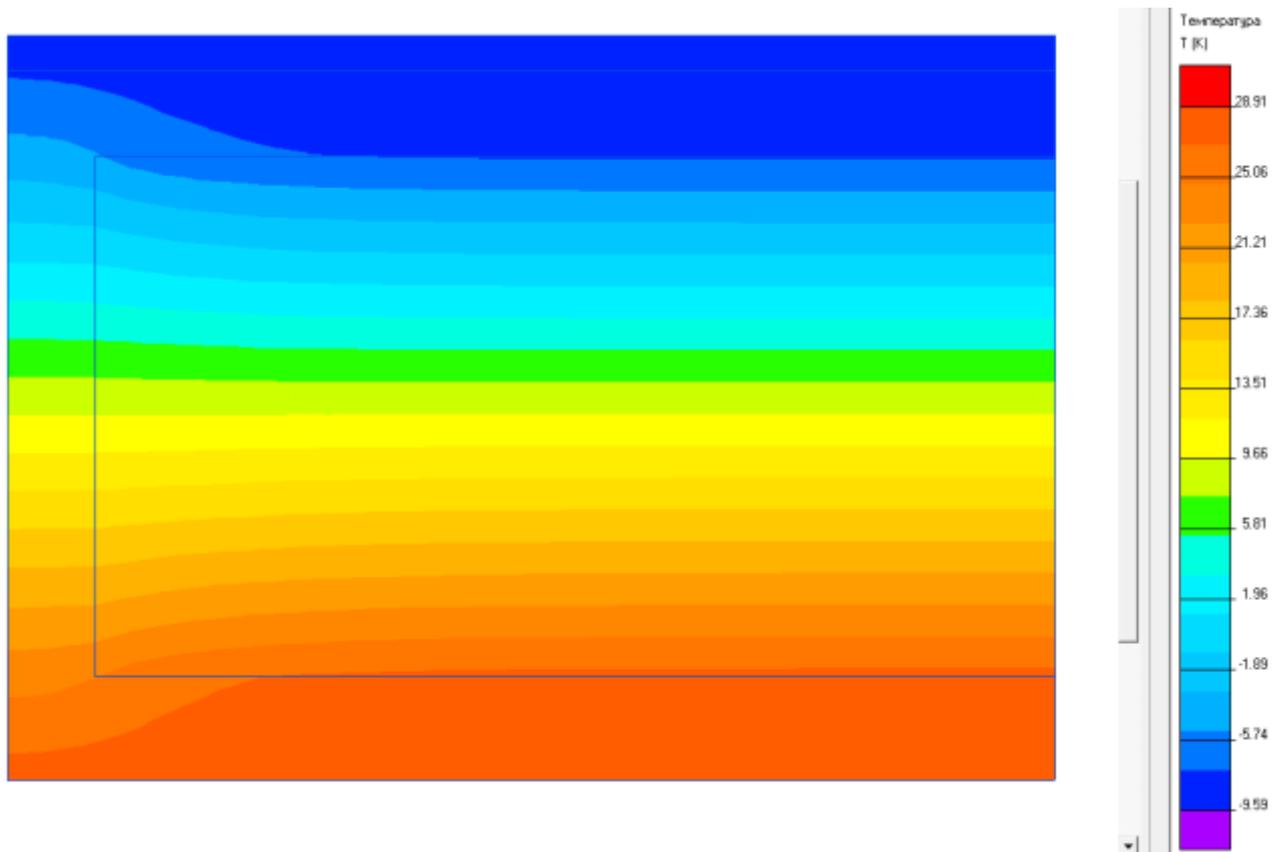


Рис. 40 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_b = 30^\circ\text{C}$ $t_3 = -10^\circ\text{C}$;

На рис. 41 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження у межах розрахункової ділянки.

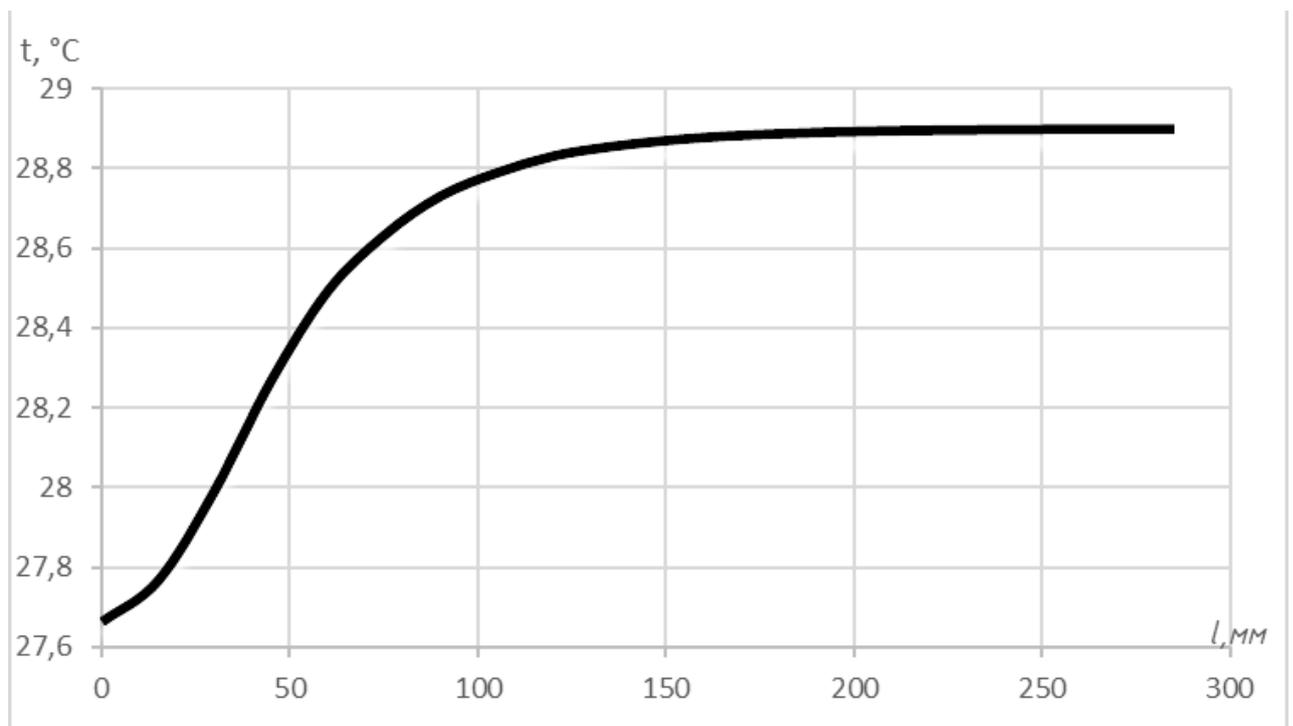


Рис. 41 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження при $t_{в} = 30^{\circ}\text{C}$ $t_{з} = -10^{\circ}\text{C}$;

Мінімальна температура на внутрішній поверхні підлоги спостерігається у куті конструкції і дорівнює $27,66^{\circ}\text{C}$. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 3708$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{в} = 30^{\circ}\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 4244$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огородження становить

$$\varphi_{в} = \frac{e}{E} 100 = \frac{3708}{4244} 100 = 87\%$$

2.3.1.2. Температура внутрішнього повітря $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 42.

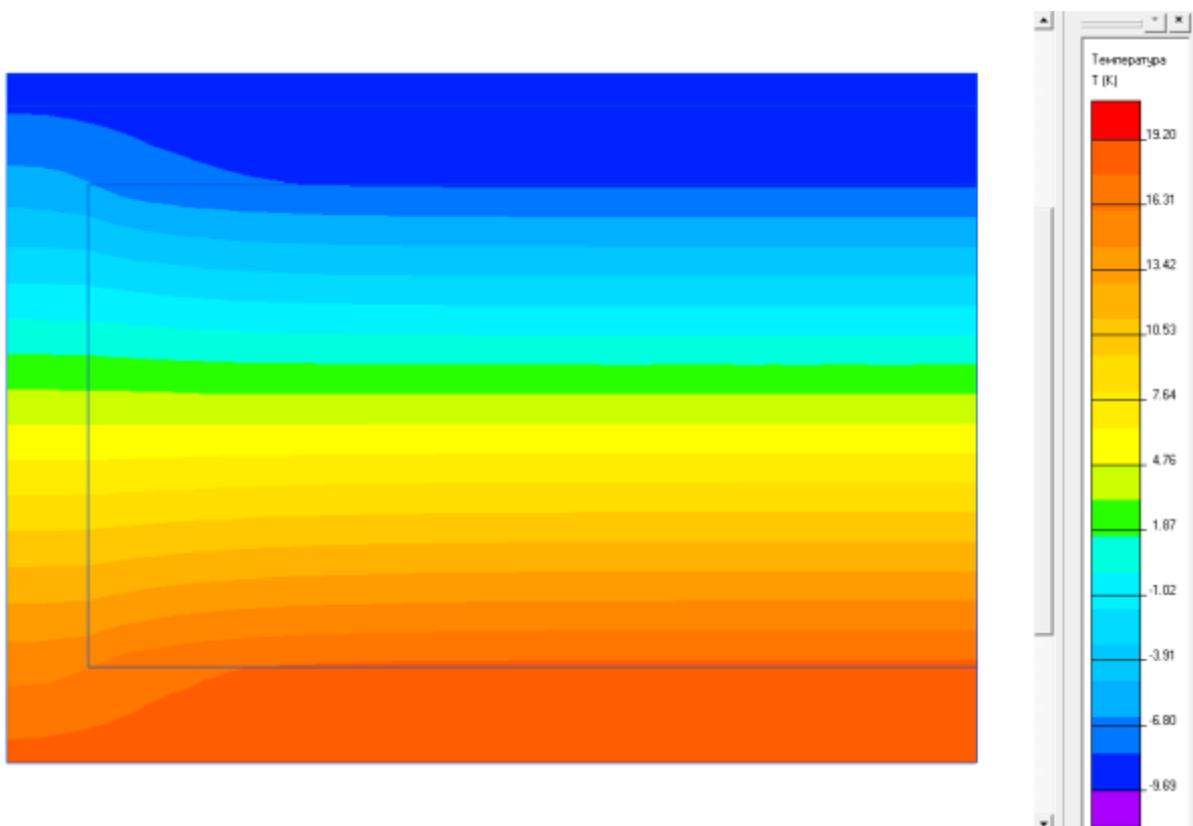


Рис. 42 - Температурне поле розрахункової ділянки при; $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$ $t_{з} = -10^{\circ}\text{C}$

На рис. 43 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження у межах розрахункової ділянки.

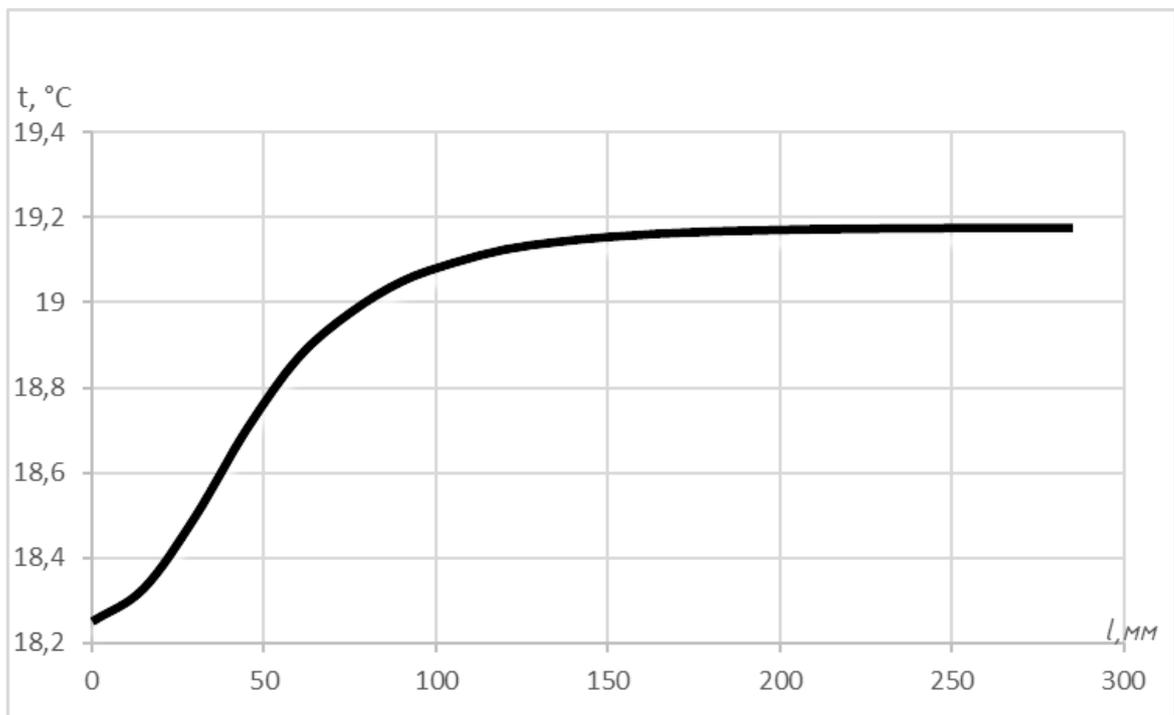


Рис. 43 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження при $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$ $t_3 = -10^{\circ}\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні підлоги спостерігається у куті конструкції $18,3^{\circ}\text{C}$. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 2105$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 2340$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огороження становить

$$\varphi_{\text{в}} = \frac{e}{E} 100 = \frac{2105}{2340} 100 = 90\%$$

2.3.1.3. Температура внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 10^{\circ}\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 44.

										Арк.
										65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601БП.10588931.МР					

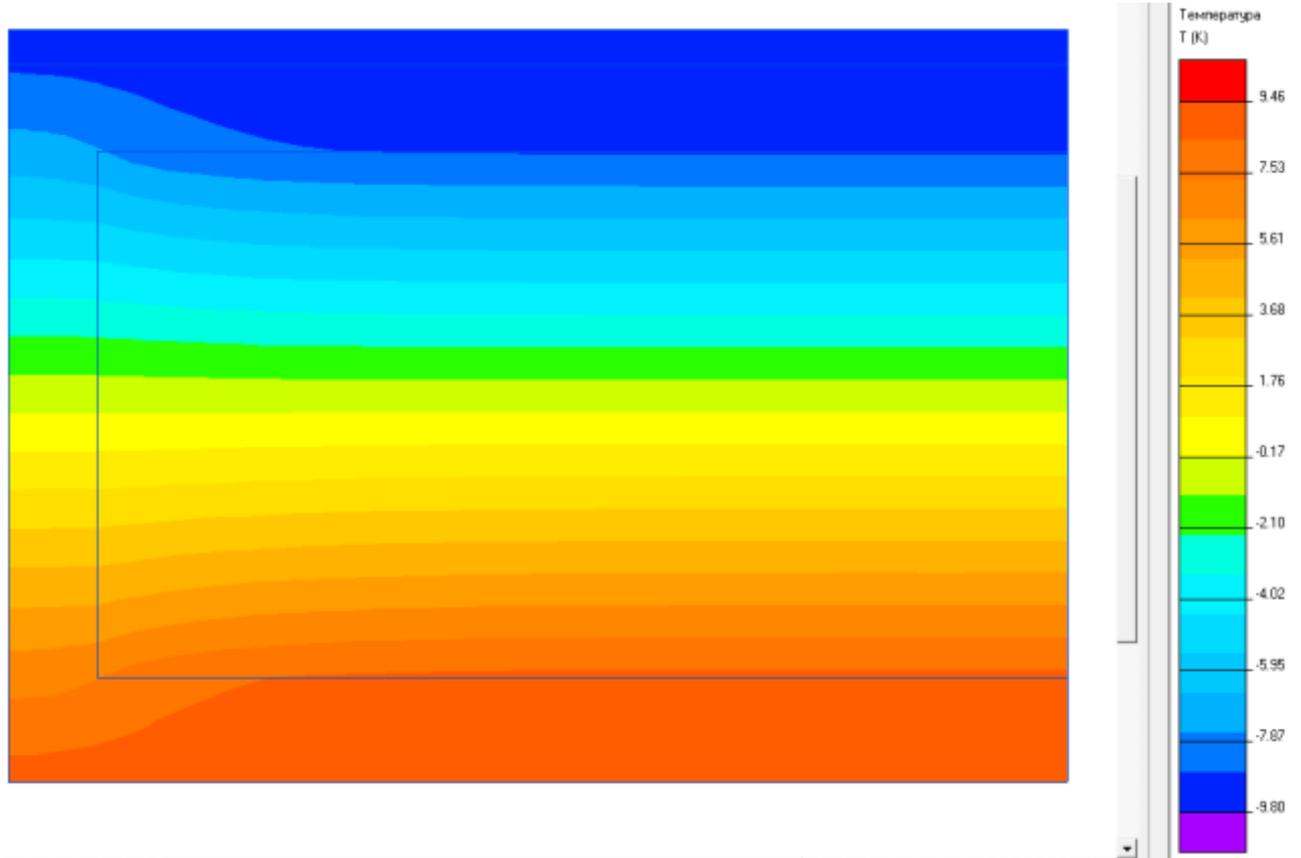


Рис. 44 - Температурне поле розрахункової ділянки при; $t_B = 10^\circ\text{C}$ $t_3 = -10^\circ\text{C}$

На рис. 45 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження у межах розрахункової ділянки.

					601БП.10588931.MP	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

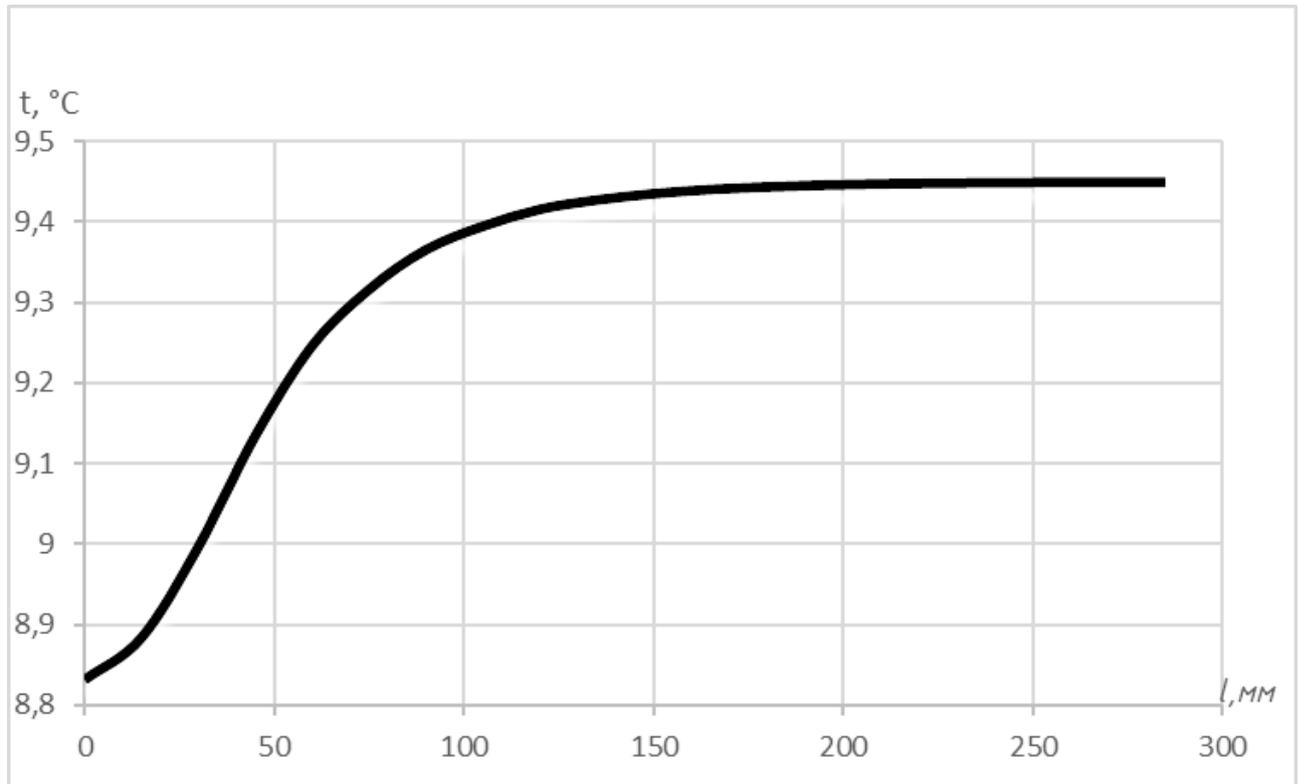


Рис. 45 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження при $t_b = 10^\circ\text{C}$ $t_3 = -10^\circ\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні підлоги спостерігається у куті конструкції і дорівнює $8,8^\circ\text{C}$. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 1133$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_b = 10^\circ\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 1228$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огородження становить

$$\varphi_b = \frac{e}{E} 100 = \frac{1133}{1228} 100 = 92\%$$

2.3.2. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -5^\circ\text{C}$.

2.3.2.1. Температура внутрішнього повітря $t_b = 30^\circ\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 46.

										Арк.
										67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601БП.10588931.МР

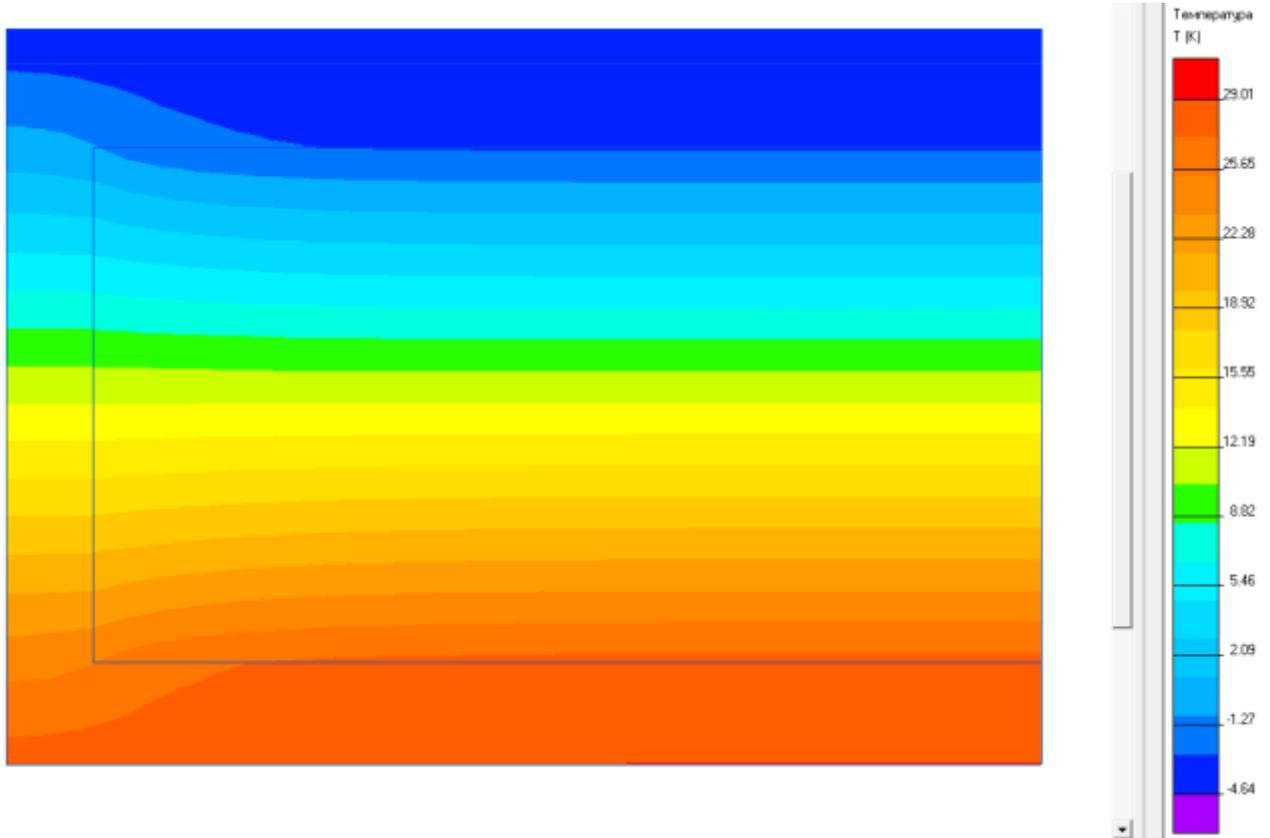


Рис. 46 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_{в} = 30^{\circ}\text{C}$, $t_{з} = -5^{\circ}\text{C}$

На рис. 47 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження у межах розрахункової ділянки.

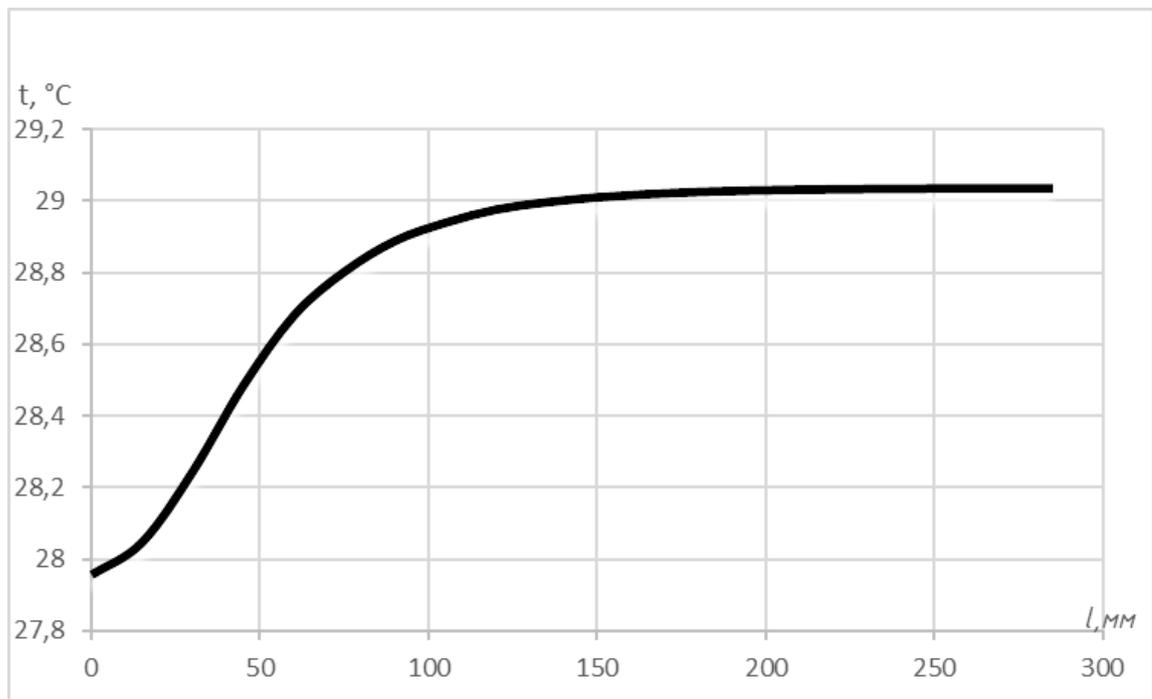


Рис. 47 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження при $t_{в} = 30^{\circ}\text{C}$, $t_{з} = -5^{\circ}\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні підлоги спостерігається у куті конструкції і дорівнює $27,9^{\circ}\text{C}$. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [2] пружність водяної пари $e = 3759$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{в} = 30^{\circ}\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 4244$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огороження становить

$$\varphi_{в} = \frac{e}{E} 100 = \frac{3759}{4244} 100 = 88\%$$

2.3.2.2. Температура внутрішнього повітря $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 48.

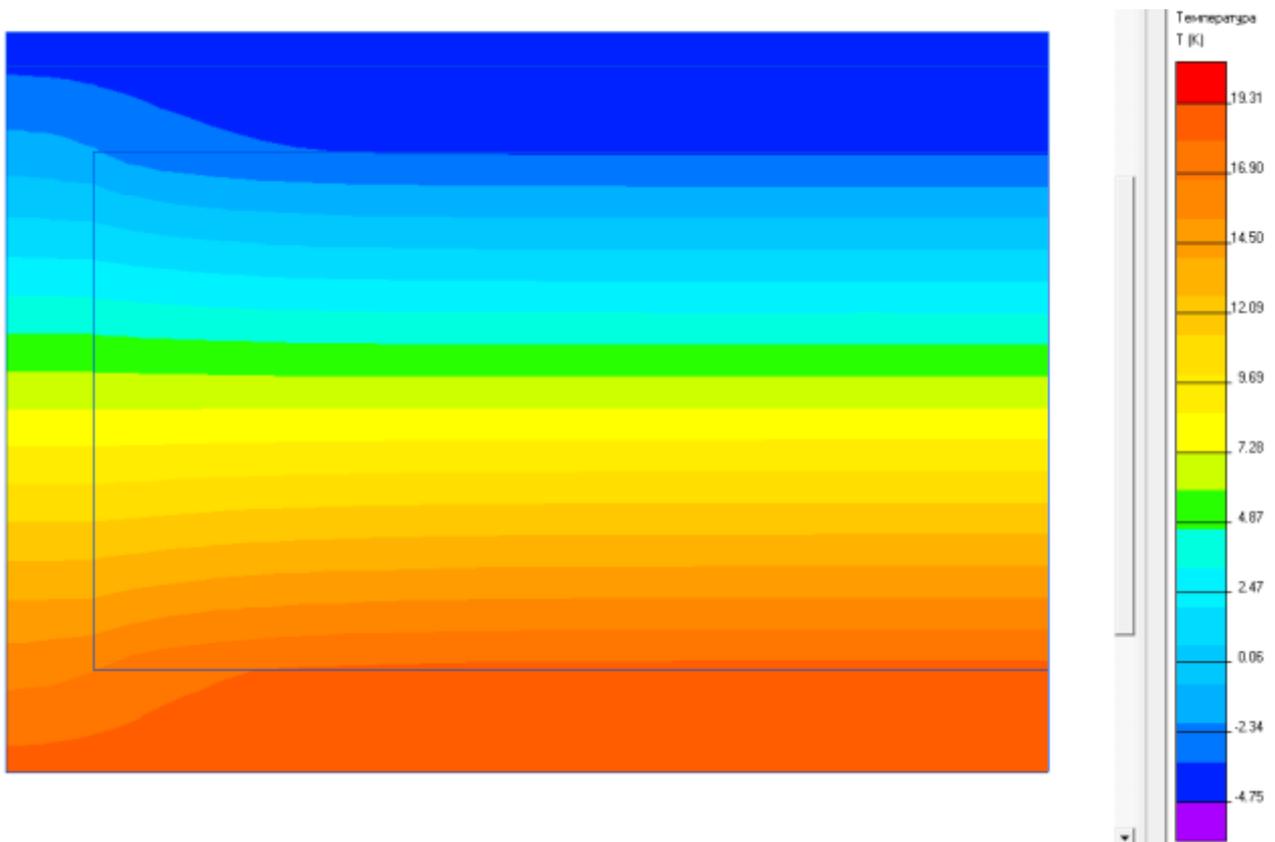


Рис. 48 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$; $t_{з} = -5^{\circ}\text{C}$

										Арк.
										69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601БП.10588931.MP					

Рис. 51 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження при $t_{в} = 10^{\circ}\text{C}$; $t_{з} = -5^{\circ}\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні підлоги спостерігається у місці розташування сталевий стійки і дорівнює $9,1^{\circ}\text{C}$. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 1156 \text{ Па}$.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{в} = 10^{\circ}\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 1228 \text{ Па}$.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огороження становить

$$\varphi_{в} = \frac{e}{E} 100 = \frac{1008}{1228} 100 = 94\%$$

2.3.3. Температура зовнішнього повітря $t_{з} = 0^{\circ}\text{C}$.

2.3.3.1. Температура внутрішнього повітря $t_{в} = 30^{\circ}\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 52.

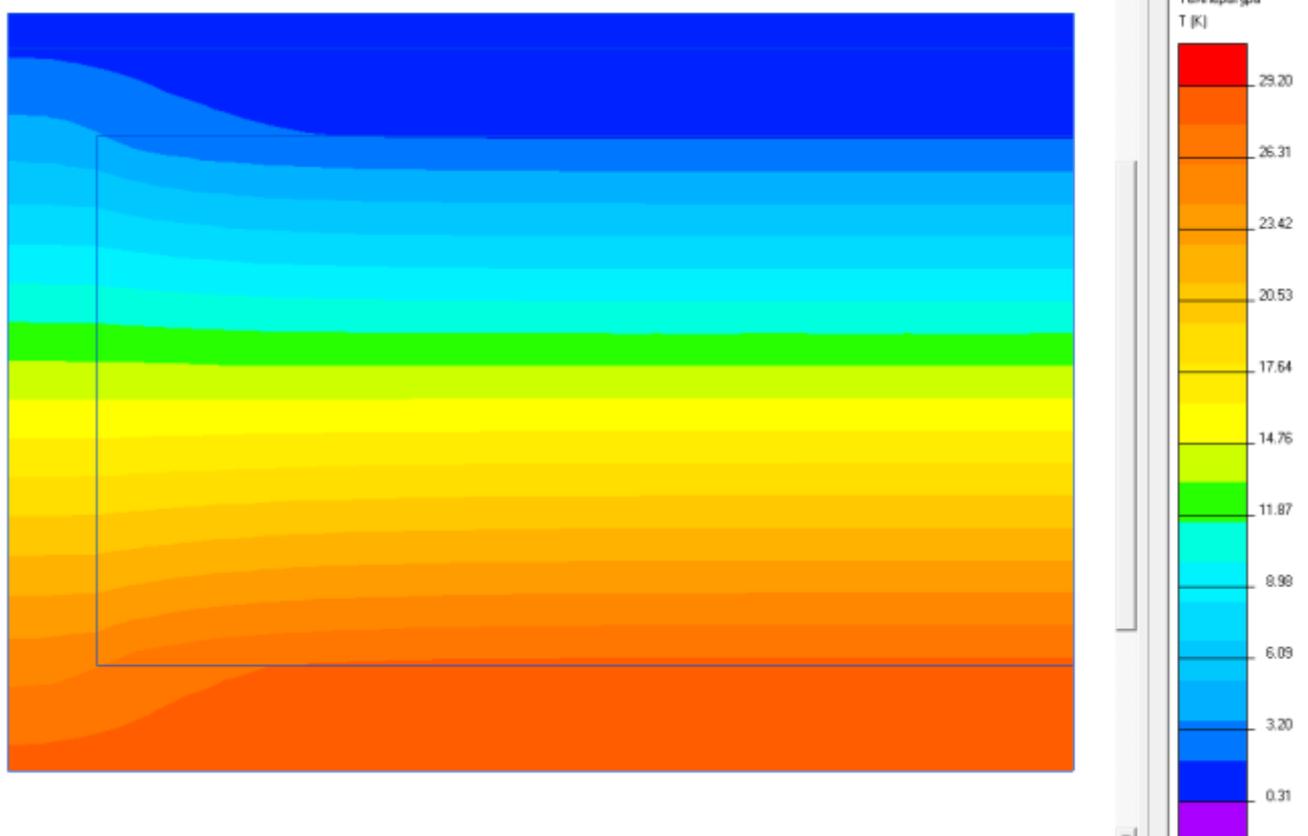


Рис. 52 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_b = 30^\circ\text{C}$, $t_3 = 0^\circ\text{C}$

На рис. 53 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження у межах розрахункової ділянки.

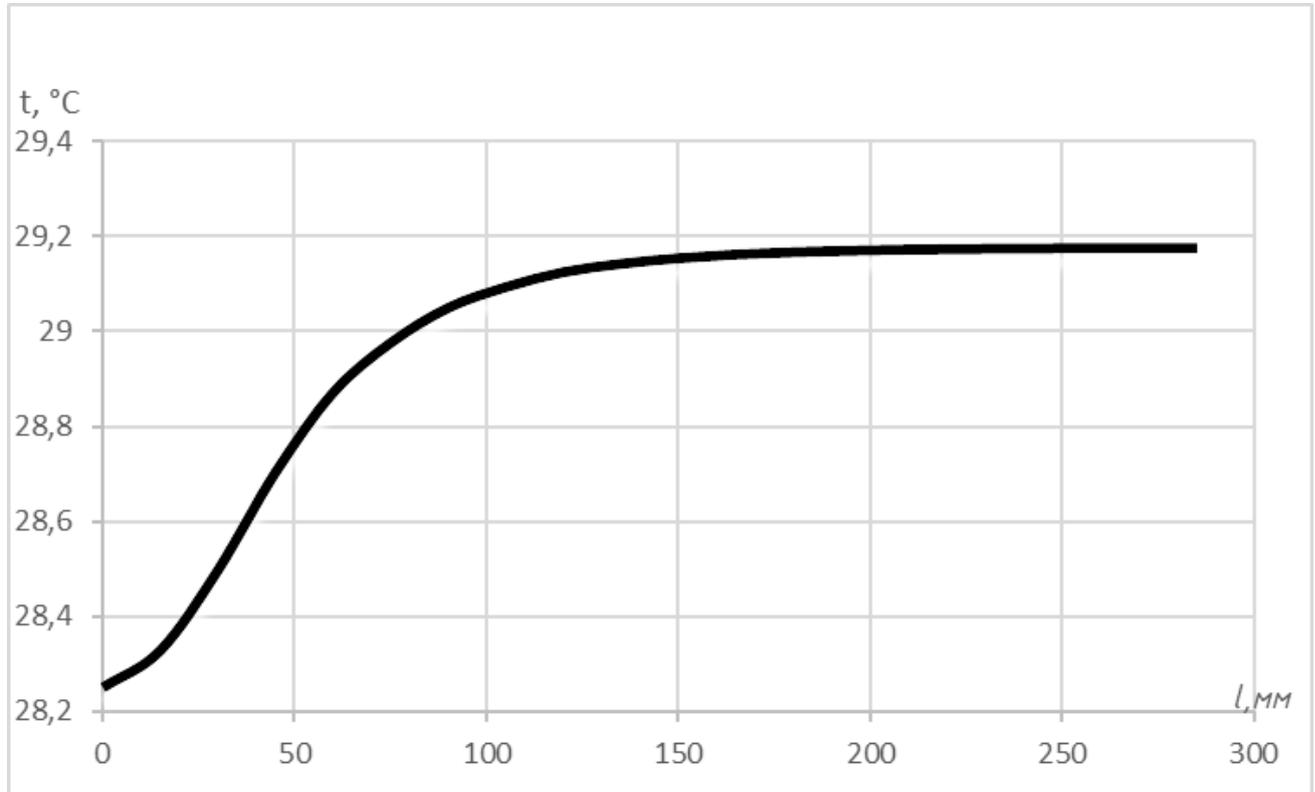


Рис. 53 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огороження при $t_b = 30^\circ\text{C}$, $t_3 = 0^\circ\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні підлоги спостерігається у куті конструкції і дорівнює $28,4^\circ\text{C}$. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 3871$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_b = 30^\circ\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 4244$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огороження становить

$$\varphi_b = \frac{e}{E} 100 = \frac{3871}{4244} 100 = 91\%$$

										Арк.
										73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

601БП.10588931.МР

2.3.3.2. Температура внутрішнього повітря $t_B = 20^\circ\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 54

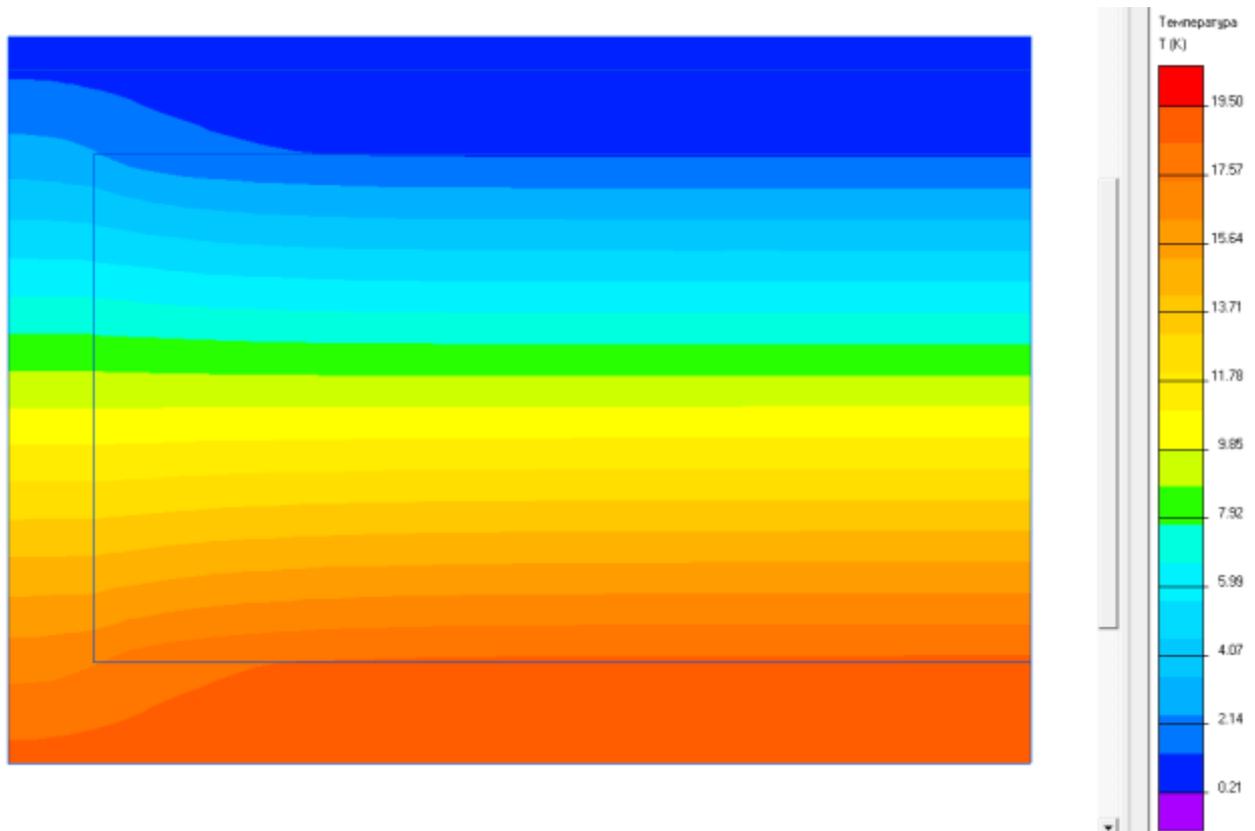


Рис. 54 - Температурне поле розрахункової ділянки при $t_B = 20^\circ\text{C}$; $t_3 = 0^\circ\text{C}$

На рис. 55 наведено графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження у межах розрахункової ділянки.

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

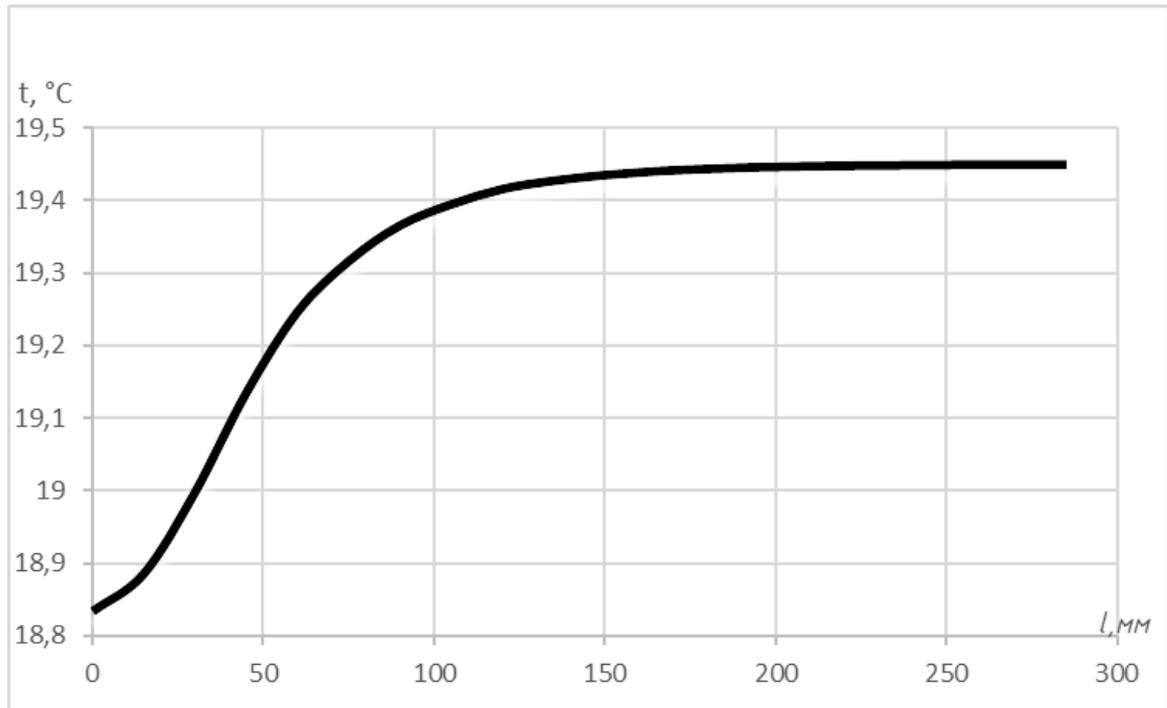


Рис. 55 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження при $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{з}} = 0^{\circ}\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні підлоги спостерігається у куті конструкції і дорівнює $18,8^{\circ}\text{C}$. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 2172$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 2340$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огородження становить

$$\varphi_{\text{в}} = \frac{e}{E} 100 = \frac{2172}{2340} 100 = 93\%$$

2.3.3.3. Температура внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 10^{\circ}\text{C}$.

Температурне поле розрахункової ділянки наведено на рис. 56.

									Арк.
									75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601БП.10588931.МР				

Рис. 57 - Графік зміни температури на внутрішній поверхні огородження при $t_{\text{в}} = 10^{\circ}\text{C}$; $t_{\text{з}} = 0^{\circ}\text{C}$

Мінімальна температура на внутрішній поверхні підлоги спостерігається у куті конструкції і дорівнює $9,4^{\circ}\text{C}$. Цій температурі відповідає за табл. Б.1 [48] пружність водяної пари $e = 1179$ Па.

За табл. Б.1 [48] температурі внутрішнього повітря $t_{\text{в}} = 10^{\circ}\text{C}$ відповідає максимальна пружність водяної пари $E = 1228$ Па.

Відносна вологість внутрішнього повітря при якій починається утворення конденсату на внутрішній поверхні огородження становить

$$\varphi_{\text{в}} = \frac{e}{E} 100 = \frac{1179}{1228} 100 = 96\%$$

Результати попередніх досліджень зведені у табл. 4.

					601БП.10588931.МР	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4

Вид огороджувальної конструкції	Відносна вологість, %, внутрішнього повітря, при якій на внутрішній поверхні зовнішніх огорожень відбувається конденсація								
	Температурі внутрішнього повітря °С								
	30			20			10		
	Температура зовнішнього повітря °С								
	-10	-5	0	-10	-5	0	-10	-5	0
Стіна	62	66	70	69	73	78	76	82	87
Покриття	63	67	71	69	73	78	78	82	87
Підлога	87	88	91	90	91	93	92	94	96

Висновки:

1. Зони потенційного конденсатоутворення на внутрішній поверхні огороджувальних елементів збігаються з місцями розташування сталевих і дерев'яних стійок каркасу.
2. Найбільша ймовірність утворення конденсату відбувається в місцях, де сталеві та дерев'яні опори знаходяться поруч.
3. Конденсація водяної пари на внутрішній поверхні огороджувальних структур спостерігається, якщо вологість усередині приміщення досягає або перевищує вказані значення в таблиці 4.
4. Відносна вологість, при якій відбувається утворення конденсату на внутрішній поверхні огороджувальних конструкцій, зростає із зменшенням температури внутрішнього повітря.
5. Спочатку конденсація буде відбуватися на стіні, прилюбій температурі. Тож саме її ми і приймаємо для подальших розрахунків.

										Арк.
										78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601БП.10588931.МР					

**РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГУ ВЕНТИЛЯЦІЇ
КОНТЕЙНЕРУ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ ВІДСУТНІСТЬ
КОНДЕНСАЦІЇ НА ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХНЯХ ОГОРОДЖЕНЬ**

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Маса вологи, яку виділяють 8-м військовослужбовців за одну годину під час перебування в контейнері

Година	Температура, внутрішнього повітря на початку години, $t_{\text{поч.}i}^{\circ\text{C}}$	Температура, внутрішнього повітря у кінці години, $t_{\text{кін.}i}^{\circ\text{C}}$	Середня температура, внутрішнього повітря за годину, $t_{\text{ср.}i}^{\circ\text{C}}$	Маса вологи, кг, що виділяє один військовослужбовець за годину	Маса вологи, кг, що виділяють 8 військовослужбовців за годину, $m_{8л.і}$
18 ⁰⁰	10	30	20	0,04	0,32
19 ⁰⁰	30	30	30	0,075	0,6
20 ⁰⁰	30	30	30	0,075	0,6
21 ⁰⁰	30	30	30	0,075	0,6
22 ⁰⁰	30	29	29,5	0,075	0,6
23 ⁰⁰	29	28	28,5	0,07	0,56
24 ⁰⁰	28	27	27,5	0,065	0,52
1 ⁰⁰	27	26	26,5	0,06	0,48
2 ⁰⁰	26	25	25,5	0,055	0,44
3 ⁰⁰	25	24	24,5	0,05	0,4
4 ⁰⁰	24	23	23,5	0,048	0,384
5 ⁰⁰	23	22	22,5	0,046	0,368
6 ⁰⁰	22	21	21,5	0,044	0,352
7 ⁰⁰	21	20	20,5	-	-
8 ⁰⁰	20	19	19,5	-	-
9 ⁰⁰	19	18	18,5	-	-
10 ⁰⁰	18	17	17,5	-	-
11 ⁰⁰	17	16	16,5	-	-
12 ⁰⁰	16	15	15,5	-	-
13 ⁰⁰	15	14	14,5	-	-

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

6 ⁰⁰	21,5	0,01885
7 ⁰⁰	20,5	0,0178
8 ⁰⁰	19,5	0,0168
9 ⁰⁰	18,5	0,01585
10 ⁰⁰	17,5	0,01495
11 ⁰⁰	16,5	0,01405
12 ⁰⁰	15,5	0,0132
13 ⁰⁰	14,5	0,01245
14 ⁰⁰	13,5	0,01175
15 ⁰⁰	12,5	0,01105
16 ⁰⁰	11,5	0,01035
17 ⁰⁰	10,5	0,00907

Варіант №1

В контейнері відсутня будь-яка вентиляція.

Спочатку визначаємо відносну вологість внутрішнього повітря у контейнері в кінці кожної години за наступною формулою:

$$\varphi_{в.і.к} = \frac{m_i * 100}{\rho_{в.і} * V_k}$$

де m_i - маса води(кг), концентрована в повітрі приміщення в кінці кожної години, розраховується наступним чином:

$$m_i = m_{1i} + m_{8л.і}$$

де m_{1i} - маса води (кг), на початку кожної години

$m_{8л.і}$ - маса води, яку виділили 8-м військовослужбовці станом на кожну з годин присутності

V_k – об'єм, м³, повітря в контейнері, розраховуємо з геометричних розмірів контейнеру:

$$V_k = a \cdot b \cdot c = 6 \times 2,6 \times 2,4 = 37,44\text{м}^3$$

										Арк.
										84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	601БП.10588931.МР					

де a, b, c – це відповідно довжина, ширина та висота контейнеру (м)

$$a = 6\text{м}, b = 2,6\text{м}, c = 2,4\text{м}$$

Початкову відносну вологість (початок 18-ї години) приймаємо близькою до 50%
Результати розрахунку відносної вологості внутрішнього повітря в кінці кожної години збираємо у табл. 9.

Таблиця 9

Відносна вологість внутрішнього повітря в кінці кожної години

Година	m_{1i} , кг	$m_{8л.i}$, кг	m_i , кг	$\varphi_{в.к.i}$, %, у кінці часу доби	$\varphi_{в.кн.i}$, % у кінці часу доби
18 ⁰⁰	0	0	0,32	49,40	80,29
19 ⁰⁰	0,32	0,434	0,92	81,10	66,61
20 ⁰⁰	0,92	0,751	1,52	100+	66,61
21 ⁰⁰	1,52	1,280	2,12	100+	66,61
22 ⁰⁰	2,12	1,759	2,72	100+	66,61
23 ⁰⁰	2,72	2,211	3,28	100+	68,65
24 ⁰⁰	3,28	2,681	3,80	100+	69,11
1 ⁰⁰	3,80	3,112	4,28	100+	69,74
2 ⁰⁰	4,28	3,502	4,72	100+	70,20
3 ⁰⁰	4,72	4,014	5,12	100+	70,72
4 ⁰⁰	5,12	4,062	5,50	100+	71,42
5 ⁰⁰	5,50	4,517	5,87	100+	71,74
6 ⁰⁰	5,87	4,818	6,22	100+	72,36
7 ⁰⁰	6,22	-	6,22	100+	73,10
8 ⁰⁰	6,22	-	6,22	100+	73,42
9 ⁰⁰	6,22	-	6,22	100+	74,24
10 ⁰⁰	6,22	-	6,22	100+	74,70
11 ⁰⁰	6,22	-	6,22	100+	75,43
12 ⁰⁰	6,22	-	6,22	100+	75,80

Розраховуємо відносну вологість внутрішнього повітря в контейнері в кінці кожної години за наступною формулою:

$$\varphi_{в.к.i} = \frac{m_i * 100}{\rho_{в.i} * V_k}$$

де m_i - маса вологи, концентрована в повітрі контейнера в кінці кожної години, визначається за формулою:

$$m_i = m_{1i} + m_{8л.i} - m_{в.i}$$

m_{1i} - маса вологи (кг), на початку кожної години

$m_{8л.i}$ - маса вологи, яку виділили 8-м військовослужбовці станом на кожну з годин присутності

$m_{в.i}$ - маса вологи, яка видаляється з простору контейнера внаслідок вентиляції через два отвори Ø125 мм за кожну годину

$$m_{в.i} = m_{в.в.i} - m_{з.з.i}$$

$m_{в.в.i}$ - маса вологи (кг) яка виходить через вентиляцію за кожну годину розраховується за формулою:

$$m_{в.в.i} = \frac{\varphi_{в.п.i} \cdot \rho_{в.i} \cdot V_{в.i}}{100}$$

де $\varphi_{в.п.i}$ – відносна вологість внутрішнього повітря, %, на початку кожної години
 $\rho_{в.i}$ – щільність(кг/м³), насиченої водяної пари внутрішнього повітря, визначається за [48] в залежності від величини середньої температури внутрішнього повітря ($t_{в.i}$) за кожну годину

$V_{в.i}$ - об'єм(м³), повітря, яке виходить з контейнеру за кожну годину через вентиляційні отвори, вітровий напір не враховуємо.

Приймаємо $V_{в.i} = 25\text{м}^3$. За такого об'єму відносна вологість не буде перевищувати, чи дорівнювати 100%.

$m_{з.з.i}$ – маса вологи(кг), яка виходить з контейнеру через вентиляційні отвори, за годину, визначаємо за наступною формулою:

$$m_{з.з.i} = \frac{\varphi_з \cdot \rho_з \cdot V_{з.i}}{100}$$

					601БП.10588931.МР	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де φ_3 – середня відносна вологість зовнішнього повітря у зимовий період

$$\varphi_3 = 85\%$$

ρ_3 – щільність(кг/м³), насиченої водяної пари зовнішнього повітря, в зимовий період часу, визначаємо за [48] в залежності від заданої температури зимового повітря $t_3 = -10^\circ\text{C}$;

$$\rho_3 = 0,00214\text{кг/м}^3$$

$V_{3.i}$ - об'єм(м³), повітря, яке надходить в контейнер за кожну годину через вентиляційні отвори, вітровий напір не враховуємо.

$$V_{в.і} = V_{3.і}$$

V_k – об'єм, м³, повітря в контейнері, розраховуємо з геометричних розмірів контейнеру:

$$V_k = a \cdot b \cdot c = 6 \times 2,6 \times 2,4 = 37,44\text{м}^3$$

де a, b, c – відповідно довжина, ширина та висота, м, контейнеру

$$a = 6\text{м}, b = 2,6\text{м}, c = 2,4\text{м}$$

Приймаємо відносну вологість на початку розрахункового часу(18:00) такою, щоб через 24-годинний цикл її значення залишалось таким же.

Визначаємо масу вологи, яка вентильується з контейнера за заданих умов та зводимо результати у табл. 10

Таблиця 10

Зміна маси вологи в повітрі контейнеру протягом 24-годинного циклу

Година	$t_{ср.і} \text{ } ^\circ\text{C}$	$m_{в.в.і},$ кг	$m_{з.з.і},$ кг	$m_{в.і},$ кг
18 ⁰⁰	20	0,089	0,045	0,044
19 ⁰⁰	30	0,405	0,045	0,360
20 ⁰⁰	30	0,392	0,045	0,346
21 ⁰⁰	30	0,561	0,045	0,516
22 ⁰⁰	29	0,601	0,045	0,556

19 ⁰⁰	0,35	0,600	0,360	0,59	51,72	66,61
20 ⁰⁰	0,59	0,600	0,346	0,84	74,08	66,61
21 ⁰⁰	0,84	0,600	0,516	0,92	81,51	66,61
22 ⁰⁰	0,92	0,600	0,556	0,97	87,74	66,61
23 ⁰⁰	0,97	0,560	0,568	0,96	91,88	68,65
24 ⁰⁰	0,96	0,520	0,563	0,92	92,55	69,11
1 ⁰⁰	0,92	0,480	0,535	0,86	91,83	69,74
2 ⁰⁰	0,86	0,440	0,499	0,80	90,65	70,20
3 ⁰⁰	0,80	0,400	0,481	0,72	83,30	70,72
4 ⁰⁰	0,72	0,384	0,396	0,71	89,68	71,42
5 ⁰⁰	0,71	0,368	0,403	0,68	90,40	71,74
6 ⁰⁰	0,68	0,352	0,381	0,65	91,87	72,36
7 ⁰⁰	0,65	-	0,363	0,29	42,77	73,10
8 ⁰⁰	0,29	-	0,134	0,15	23,99	73,42
9 ⁰⁰	0,15	-	0,050	0,10	17,07	74,24
10 ⁰⁰	0,10	-	0,018	0,08	14,82	74,70
11 ⁰⁰	0,08	-	0,007	0,08	14,52	75,43
12 ⁰⁰	0,08	-	0,002	0,07	14,96	75,80
13 ⁰⁰	0,07	-	0,001	0,07	15,63	76,55
14 ⁰⁰	0,07	-	0,000	0,07	16,46	77,24
15 ⁰⁰	0,07	-	0,000	0,07	17,50	77,84
16 ⁰⁰	0,07	-	0,000	0,07	18,74	78,69
17 ⁰⁰	0,07	-	0,000	0,08	22,26	79,34
18 ⁰⁰	0,07	0,32	0,0508	0,34	53,47	80,29

За результатами розрахунку побудовано графік зміни відносної вологості повітря в приміщенні та відносної вологості повітря в приміщенні, при якій відбувається конденсація вологи на внутрішній поверхні контейнера в місцях теплопровідних включень, протягом 24-годинного циклу (рис. 59).

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

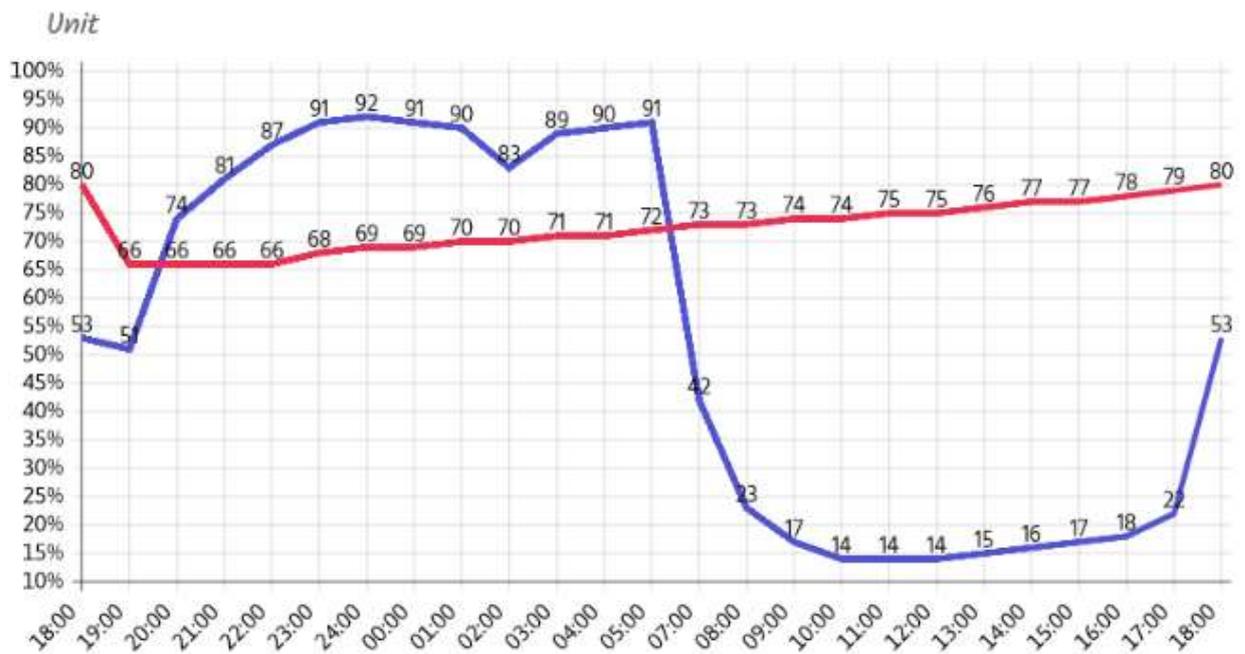


Рис. 59 - Графік зміни, протягом 24-годинного циклу, відносної вологості внутрішнього повітря та відносної вологості внутрішнього повітря при якій відбувається конденсація вологи на внутрішній поверхні контейнера в місцях теплопровідних включень

Висновок. Як видно з рис.59 відносна вологість повітря всередині контейнера протягом всієї доби менше 100% тому туман у повітрі контейнера не утворюється. Але після 18 години відносна вологість перевищує відносну вологість при якій відбувається конденсація. І надалі в контейнері відбувається конденсація аж до моменту коли військовослужбовці покидають контейнер, о 7:00.

Обсяг повітря, що забезпечує відносну вологість менше 100% становить $25 \cdot 24 = 600 \text{ м}^3$.

Варіант №3

Обсяг вентиляції, що забезпечує відсутність конденсату на внутрішніх поверхнях огорожень (вентиляція протягом всієї доби)

Розраховуємо відносну вологість внутрішнього повітря в контейнері в кінці кожної години за наступною формулою:

					601БП.10588931.МР	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\varphi_{в.к.i} = \frac{m_i * 100}{\rho_{в.i} * V_k}$$

де m_i - маса вологи, концентрована в повітрі контейнера в кінці кожної години, визначається за формулою

$$m_i = m_{1i} + m_{8л.i} - m_{в.i}$$

де $m_{1.i}$ - маса вологи (кг), на початку кожної години

$m_{8л.i}$ - маса вологи, яку виділили 8-м військовослужбовці станом на кожну з годин присутності

$m_{в.i}$ - маса вологи, яка видаляється з простору контейнера внаслідок вентиляції через два отвори Ø125 мм та примусову вентиляцію за кожну годину

$$m_{в.i} = m_{в.в.i} - m_{з.з.i}$$

де $m_{в.в.i}$ - маса вологи(кг) яка виходить через вентиляцію за кожну годину розраховується за формулою:

$$m_{в.в.i} = \frac{\varphi_{в.п.i} \cdot \rho_{в.i} \cdot (V_{в.i} + V_{в.пр.i})}{100}$$

де $\varphi_{в.п.i}$ –відносна вологість внутрішнього повітря, %, на початку кожної години

$\rho_{в.i}$ - щільність(кг/м³), насиченої водяної пари внутрішнього повітря, визначається за [5] в залежності від величини середньої температури внутрішнього повітря ($t_{в.i}$) за кожну годину

$V_{в.i}$ - об'єм(м³), повітря, яке виходить з контейнера за кожну годину через вентиляційні отвори, вітровий напір не враховуємо.

$V_{в.пр.i}$ - об'єм(м³), повітря, яке виходить з контейнера за кожну годину через примусову вентиляцію.

$m_{з.з.i}$ – маса вологи(кг), яка виходить з контейнеру через вентиляційні отвори, за годину, визначаємо за наступною формулою:

$$m_{з.з.i} = \frac{\varphi_з \cdot \rho_з \cdot (V_{з.i} + V_{в.пр.i})}{100}$$

де $\varphi_з$ – середня відносна вологість зовнішнього повітря у зимовий період

$$\varphi_з = 85\%$$

					601БП.10588931.МР	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ρ_3 - щільність(кг/м³), насиченої водяної пари зовнішнього повітря, в зимовий період часу, визначаємо за [48] в залежності від заданої температури зимового повітря $t_3 = -10^\circ\text{C}$;

$$\rho_3 = 0,00214\text{кг/м}^3$$

$V_{з.і}$ - об'єм(м³), повітря, яке надходить в контейнер за кожну годину через вентиляційні отвори, вітровий напір не враховуємо.

$$V_{в.і} = V_{з.і}$$

$V_{з.пр.і}$ - об'єм(м³), повітря, яке надходить з допомогою примусовою вентиляції за годину.

$$V_{в.пр.і} = V_{з.пр.і}$$

Об'єм примусової вентиляції був підібраний таким чином, щоб відносна вологість повітря в приміщенні протягом циклу була нижче відносної вологості, при якій розпочинається конденсація на поверхні контейнера в місці розташування теплопровідних включень.

Дослідження показують, що об'єм повітря, яке надходить в контейнер через примусову вентиляцію, має дорівнювати $V_{в.пр.і} = V_{з.пр.і} = 10\text{м}^3$ на годину.

Приймаємо відносну вологість на початку розрахункового часу(18:00) такою, щоб через 24-годинний цикл її значення залишалося таким же.

Визначаємо масу вологи, яка вентилюється з контейнера за заданих умов та зводимо результати у табл. 12

Таблиця 12

Зміна маси вологи в повітрі контейнеру протягом 24-годинного циклу

Година	$t_{ср.і}^\circ\text{C}$	$m_{в.в.і}$, КГ	$m_{з.з.і}$, КГ	$m_{в.і}$, КГ
18 ⁰⁰	20,00	0,125	0,064	0,061

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

19 ⁰⁰	30,00	0,538	0,064	0,475
20 ⁰⁰	30,00	0,424	0,064	0,361
21 ⁰⁰	30,00	0,648	0,064	0,584
22 ⁰⁰	29,50	0,645	0,064	0,581
23 ⁰⁰	28,50	0,644	0,064	0,581
24 ⁰⁰	27,50	0,626	0,064	0,563
1 ⁰⁰	26,50	0,588	0,064	0,524
2 ⁰⁰	25,50	0,547	0,064	0,483
3 ⁰⁰	24,50	0,528	0,064	0,464
4 ⁰⁰	23,50	0,437	0,064	0,374
5 ⁰⁰	22,50	0,461	0,064	0,397
6 ⁰⁰	21,50	0,435	0,064	0,371
7 ⁰⁰	20,50	0,419	0,064	0,355
8 ⁰⁰	19,50	0,105	0,064	0,042
9 ⁰⁰	18,50	0,069	0,064	0,005
10 ⁰⁰	17,50	0,064	0,064	0,001
11 ⁰⁰	16,50	0,064	0,064	0,000
12 ⁰⁰	15,50	0,064	0,064	0,000
13 ⁰⁰	14,50	0,064	0,064	0,000
14 ⁰⁰	13,50	0,064	0,064	0,000
15 ⁰⁰	12,50	0,063	0,064	0,000
16 ⁰⁰	11,50	0,063	0,064	0,000
17 ⁰⁰	10,50	0,060	0,064	0,000
18 ⁰⁰	20,00	0,137	0,063	0,0733

Визначаємо масу вологи, та відносну вологість внутрішнього повітря в кінці кожної години циклу. Розрахунок зводимо у табл. 13

Таблица 13

Відносна вологість внутрішнього повітря у кінці кожної години

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

Варіант №4

Обсяг вентиляції, що забезпечує відсутність конденсату на внутрішніх поверхнях огорожень (вентиляція протягом часу перебування військовослужбовців)

Об'єм примусової вентиляції під час перебування військовослужбовців був підібраний таким чином, щоб відносна вологість повітря в приміщенні протягом циклу була нижче відносної вологості, при якій розпочинається конденсація на поверхні контейнера в місці розташування теплопровідних включень.

Приймаємо відносну вологість на початку розрахункового часу(18:00) такою, щоб через 24-годинний цикл її значення залишалося таким же.

Визначаємо масу вологи, яка вентилується з контейнера за заданих умов та зводимо результати у табл. 14

Таблиця 14

Зміна маси вологи в повітрі контейнеру протягом 24-годинного циклу

Година	$t_{cp,i}$ °C	$m_{в.в.i}$, кг	$m_{з.з.i}$, кг	$m_{в.i}$, кг
18 ⁰⁰	20,00	0,125	0,064	0,061
19 ⁰⁰	30,00	0,538	0,064	0,475
20 ⁰⁰	30,00	0,424	0,064	0,361
21 ⁰⁰	30,00	0,648	0,064	0,584
22 ⁰⁰	29,50	0,645	0,064	0,581
23 ⁰⁰	28,50	0,644	0,064	0,581
24 ⁰⁰	27,50	0,626	0,064	0,563
1 ⁰⁰	26,50	0,588	0,064	0,524
2 ⁰⁰	25,50	0,547	0,064	0,483

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

2300	0,73	0,560	0,581	0,71	67,54	68,65
2400	0,71	0,520	0,563	0,66	66,93	69,11
100	0,66	0,480	0,524	0,62	65,95	69,74
200	0,62	0,440	0,483	0,58	64,96	70,20
300	0,58	0,400	0,464	0,51	58,96	70,72
400	0,51	0,384	0,374	0,52	65,83	71,42
500	0,52	0,368	0,397	0,49	65,89	71,74
600	0,49	0,352	0,371	0,47	67,21	72,36
700	0,47	-	0,254	0,22	33,12	73,10
800	0,22	-	0,094	0,13	20,21	73,42
900	0,13	-	0,035	0,09	15,59	74,24
1000	0,09	-	0,013	0,08	14,24	74,70
1100	0,08	-	0,005	0,08	14,29	75,43
1200	0,08	-	0,002	0,07	14,87	75,80
1300	0,07	-	0,001	0,07	15,59	76,55
1400	0,07	-	0,000	0,07	16,45	77,24
1500	0,07	-	0,000	0,07	17,50	77,84
1600	0,07	-	0,000	0,07	18,73	78,69
1700	0,07	-	0,000	0,08	22,26	79,34
1800	0,07	-	0,061	0,33	50,77	80,29

За результатами розрахунку побудовано графік зміни відносної вологості повітря в приміщенні та відносної вологості повітря в приміщенні, при якій відбувається конденсація вологи на внутрішній поверхні контейнера в місцях теплопровідних включень, протягом 24-годинного циклу (рис. 62).

					601БП.10588931.МР	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

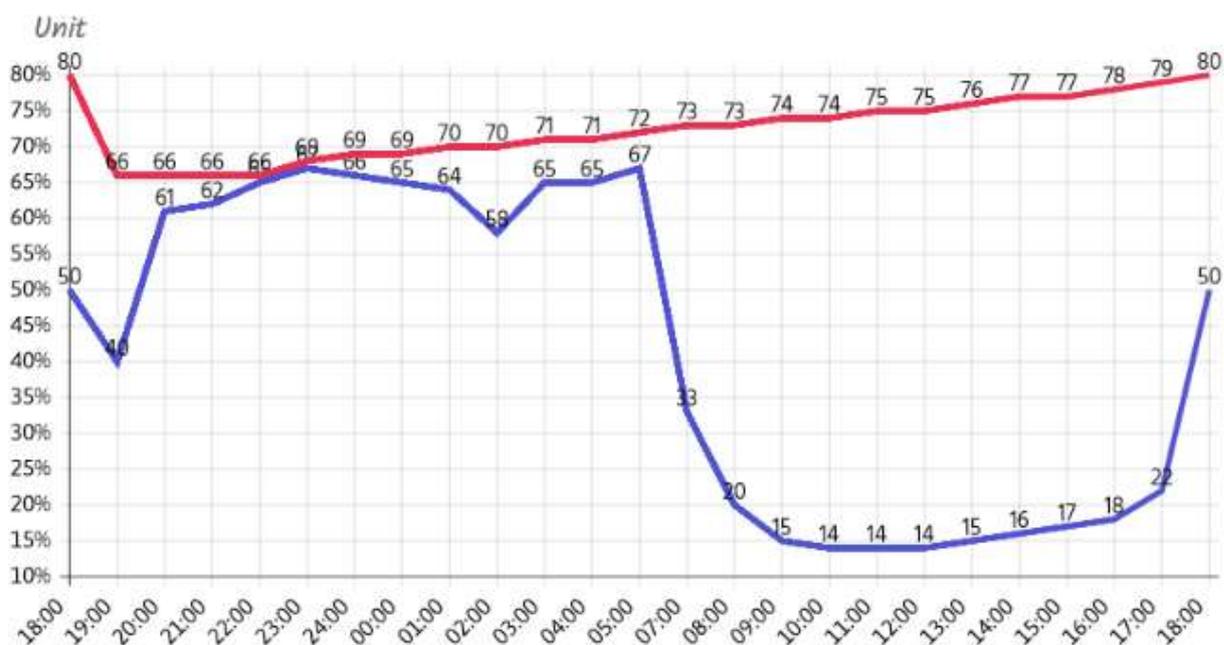


Рис. 62 - Графік зміни, протягом 24-годинного циклу, відносної вологості внутрішнього повітря та відносної вологості внутрішнього повітря при якій відбувається конденсація вологи на внутрішній поверхні контейнера в місцях теплопровідних включень

Висновок. Як видно з рис.62 відносна вологість повітря всередині контейнера не перевищує відносної вологості при якій відбувається конденсація. Тобто протягом всього розрахункового циклу на внутрішній поверхні конструкції в місцях теплопровідних включень не буде відбуватися утворення конденсату.

Додатковий об'єм повітря, що надходить у контейнер з примусовою вентиляцією протягом доби становить

$$V_{\text{в.пр.д}} = V_{\text{з.пр.д}} = 35 * 13 = 455\text{м}^3$$

Висновки :

1. Варіант без кондиціонування та з кондиціонуванням через два отвори Ø125 мм мають недостатнє вологовідведення, для запобігання кондансації на огорожувальних контрукціях.

2. Інші розраховані варіанти кондиціонування справляються з поставленою задачею вологовідведення.
3. Пік відносної вологості внутрішнього повітря в контейнері настає о 23:00.

Загальні висновки

В ході дослідження були проаналізовані теплозахисні властивості зовнішніх огорожувальних конструкцій, морських контейнерів, призначених для проживання військовослужбовців. Результати аналізу включають в себе урахування різних параметрів, таких як температура зовнішня та внутрішня, вологість, та матеріали конструкцій.

Дослідним шляхом було виявлено, що потенційні зони утворення конденсату на внутрішній поверхні огорожувальних конструкцій співпадають з місцями розташування сталевих та дерев'яних стійок каркасу. Виявлені закономірності показують, що зниження температури внутрішнього повітря призводить до збільшення відносної вологості та потенційного утворення конденсату на поверхнях огорожувальних конструкцій.

Дослідження щодо обсягу вентиляції контейнеру, спрямовані на запобігання утворенню конденсату на внутрішніх поверхнях огорожень, показали, що варіанти без кондиціонування або з обмеженим вологовідведенням не є оптимальними для уникнення конденсації. Розглянуті варіанти з адекватним рівнем кондиціонування ефективно вирішують проблему утворення конденсату на огорожувальних конструкціях.

Отже, на основі проведених досліджень рекомендується враховувати вплив обчислених факторів на теплозахисні властивості тимчасового житла, щоб підвищити ефективність теплоізоляції та уникнути утворення конденсату, що може призвести до негативних наслідків для здоров'я та передчасного зносу будівельних матеріалів.

					601БП.10588931.MP	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

26. R. El Diasty, P. Fazio, I. Budaiwi. Modelling of indoor air humidity: the dynamic behaviour within an enclosure. *Energy and Buildings*. 1992. Vol. 19. Iss. 1. P. 31-73. URL: [https://doi.org/10.1016/0378-7788\(92\)90036-G](https://doi.org/10.1016/0378-7788(92)90036-G)
27. Jan C., Dominique D., Temperature driven inward vapor diffusion under constant and cyclic loading in small-scale wall assemblies: Part 2 heat-moisture transport simulations. *Building and Environment*. 2012. Vol. 47. P. 161-169. URL: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.07.028>
28. Tadiwos Zerihun D., Jelle L., Staf R., Experimental data set for validation of heat, air and moisture transport models of building envelopes. *Building and Environment*. 2011. Vol. 46. Iss. 5. P. 1038-1046. URL: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.11.002>
29. Sultan A., Bolatbek R., Determination of thermophysical characteristics in a nonlinear inverse heat transfer problem. *Applied Mathematics and Computation*. 2023. Vol. 440. URL: <https://doi.org/10.1016/j.amc.2022.127656>
30. Carlos-Antonio D., Rafael S., Experimental validation of a dynamic numeric model to simulate the thermal behavior of a facade. *Applied Thermal Engineering*. 2022. Vol. 204. URL: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117686>
31. Julien B., Denys D., Nathan M., On the optimal experiment design for heat and moisture parameter estimation. *Experimental Thermal and Fluid Science*. 2017. Vol. 81. P. 109-122. URL: <https://doi.org/10.1016/j.expthermflusci.2016.10.008>
32. Giampaolo D., Filippo de M. Comparison of uniform and piecewise-uniform heatings when estimating thermal properties of high-conductivity materials. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 2023. Vol. 202. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2022.123666>
33. Yi W., Songheng W., Yang Y. Evaporation and movement of fine droplets in non-uniform temperature and humidity field. *Building and Environment*. 2019. Vol. 150. URL: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.01.003>
34. Lin W., Hua G. Effect of air leakage on the hygrothermal performance of highly insulated wood frame walls: Comparison of air leakage modelling methods. *Building*

					601БП.10588931.МР	Арк.
Эмн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

and Environment. 2019. Vol. 123. P. 363-377.

URL:<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.012>

35. Clément B., Ahmad K., Monika W., Hua G. Experimental and numerical investigations of the effects of air leakage on temperature and moisture fields in porous insulation. *Building and Environment*. 2019. Vol. 94. Part 2. P. 457-466. URL: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.10.009>
36. Freudenberg P., Ruisinger U., Stöcker E., Calibration of Hygrothermal Simulations by the Help of a Generic Optimization Tool. *Energy Procedia*. 2017. Vol. 132. P. 405-410. URL: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.645>
37. Xi M., Yuqiu H. Optimization of the wall thermal insulation characteristics based on the intermittent heating operation. *Case Studies in Construction Materials*. 2018. Vol. 9. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2018.e00188>
38. Yucong X., Yifan F., Zitao W. Facilitator of moisture accumulation in building envelopes and its influences on condensation and mould growth. *Energy and Buildings*. 2022. Vol. 277. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112528>
39. Yucong X., Yifan F. Heat and moisture transfer in wall-to-floor thermal bridges and its influence on thermal performance. *Energy and Buildings*. 2023. Vol. 279. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112642>
40. Luyao G., Yuxuan L. Experimental study on dynamic effect of external insulation on indoor thermal environment and energy consumption. *Energy and Buildings*. Vol. 274. URL: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112299>
41. Chenxi H., Ruoyi X., Xi M. A systemic review to improve the intermittent operation efficiency of air-conditioning and heating system. *Journal of Building Engineering*. 2022. Vol. 60. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.105136>
42. Mohammad K. N., Karoline F. A framework to estimate heat energy loss in building operation. *Journal of Cleaner Production*. 2019. Vol. 235, URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.07.026>
43. Yingying W., Sudan Z., Dengjia W. Experimental study on the influence of temperature and humidity on the thermal conductivity of building insulation

					601БП.10588931.МР	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКИХ КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ ПРОЖИВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ

Menghao Qin

Yusong Xue

Yingying Wang

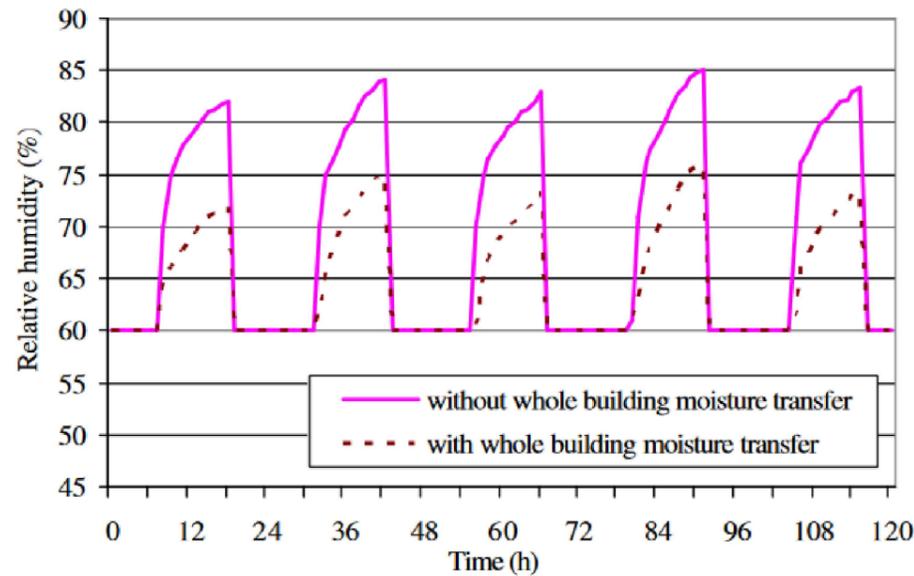


Fig. 3 Simulated indoor relative humidity

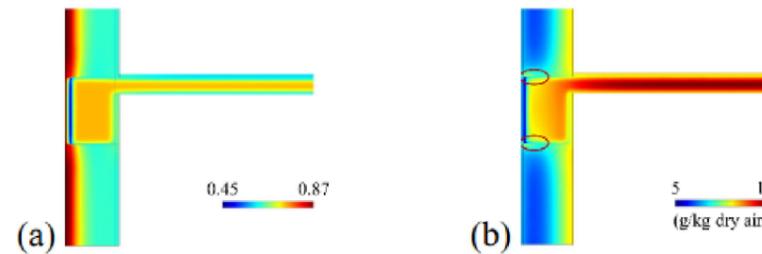
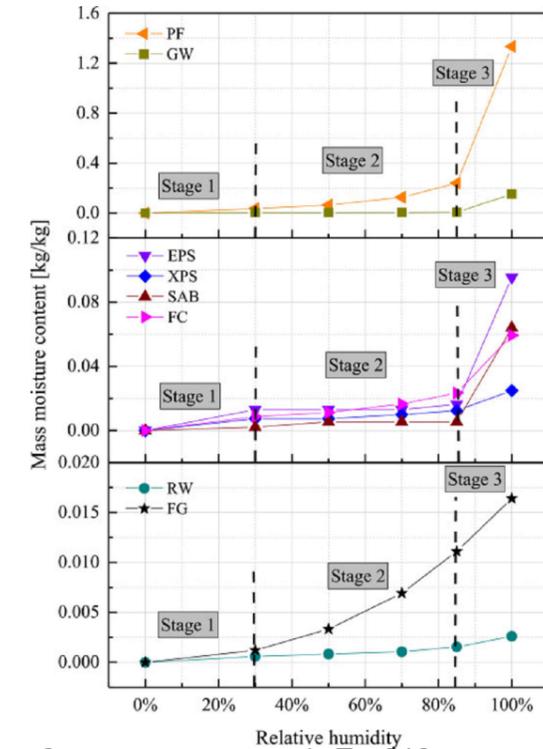


Figure 3. The distribution of the air humidity in the WFTB during a typical day in a heating season: (a) relative humidity, and (b) absolute humidity



Однчасна передача тепла та вологу в огорожувальних конструкціях має важливий вплив на внутрішнє середовище та загальні характеристики будівель. У цій статті була представлена модель для прогнозування тепло- та вологообміну всієї будівлі. Одночасно враховувалися як тепло-, так і вологозабезпечення в огорожувальних конструкціях будівлі та повітрі в приміщенні; їх взаємодія була змодельована. Поєднана модель враховує більшість основних гігротермічних ефектів у будівлях.

Значну частину навантаження на охолодження або опалення будівель спричиняє відносно великий потік тепла через теплові містки. Концентрація водяної пари суттєво змінює теплопровідність і відхилень у оцінці енергоефективності характеристик теплопередачі в будівлі. У цьому дослідженні варіації теплових мостах, впливаючи на енергоспоживання будівлі. Крім того, конденсат на огорожувальних конструкціях сильно пов'язаний з температурою та розподілом вологу, що загрожує безпеці будівельної конструкції.

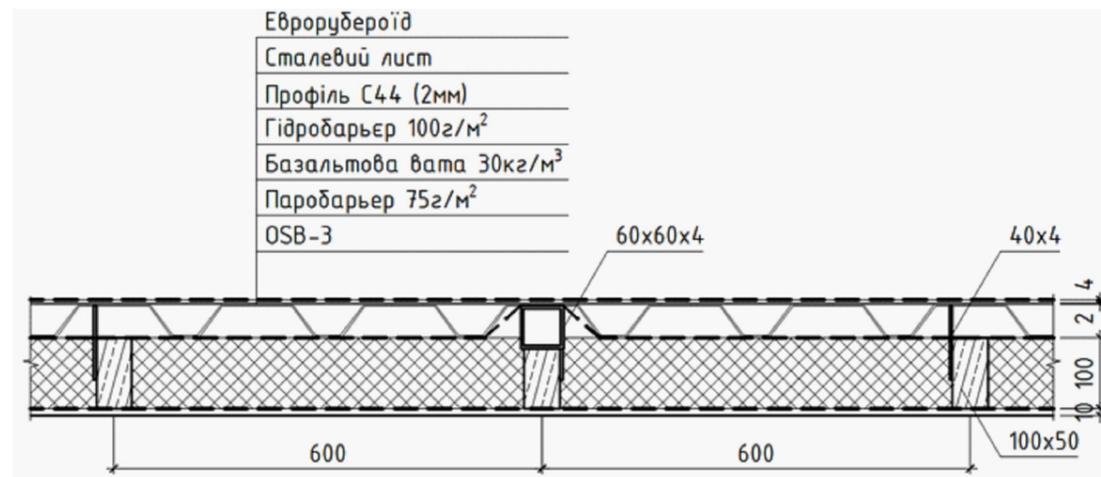
При використанні будівельних матеріалів вони піддаються впливу навколишнього середовища з постійною зміною температури та відносної вологості. Теплопровідність матеріалів неминуче змінюватиметься з температурою та вологістю, що призведе до відхилень у оцінці енергоефективності в будівлі. У цьому дослідженні варіації теплопровідності восьми поширених будівельних ізоляційних матеріалів залежать від температури (в діапазоні 20–60 °C) та відносної вологості (в межах 0–100%)

					601БП.10588931.МР				
					Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців				
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	Розділ 1. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКИХ КОНТЕЙНЕРІВ ДЛЯ ПРОЖИВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Дума Е.В.						МР	1	13
Керівник	Юрін О.І.								
Консультант	Юрін О.І.								
Н.контроль	Юрін О.І.					Аналіз досліджень Yusong X., Yifan F., Chengcheng X., Shuhong L., Menghao Q., Rafik B.	НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ		
Зав.кафедри	Сенко О.В.								

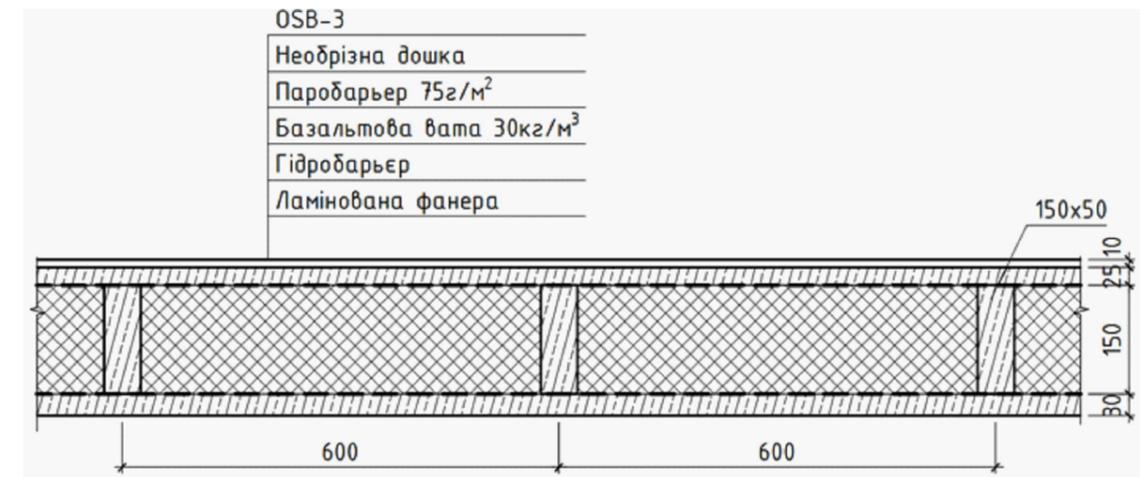
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА

Поперечні перерізи зовнішніх огорожувальних конструкцій контейнера

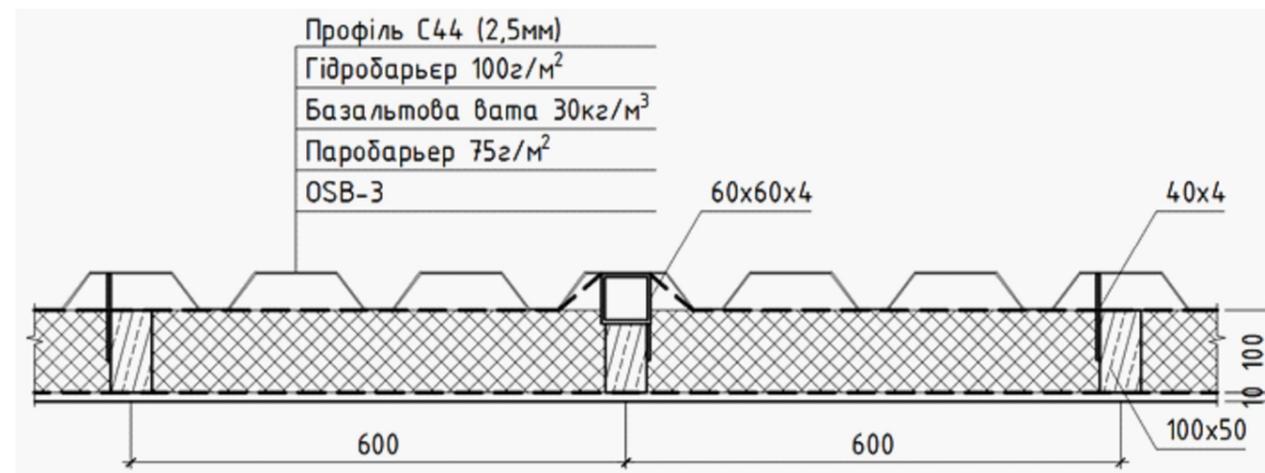
Покриття



Підлога



Стіна



						601БП.10588931.МР			
						<small>Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців</small>			
<small>Зм.</small>	<small>Кільк.</small>	<small>Арк.</small>	<small>Док.</small>	<small>Підпис</small>	<small>Дата</small>	РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА	<small>Стадія</small>	<small>Аркуш</small>	<small>Аркушів</small>
<small>Розробив</small>	<small>Дума Є.В.</small>						МР	2	13
<small>Керівник</small>	<small>Юрін О.І.</small>								
<small>Консультант</small>	<small>Юрін О.І.</small>								
<small>Н.контроль</small>	<small>Юрін О.І.</small>					<small>Поперечні перерізи зовнішніх огорожувальних конструкцій контейнера</small>	<small>НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ</small>		
<small>Зав.кафедри</small>	<small>Юрін О.І.</small>								

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА

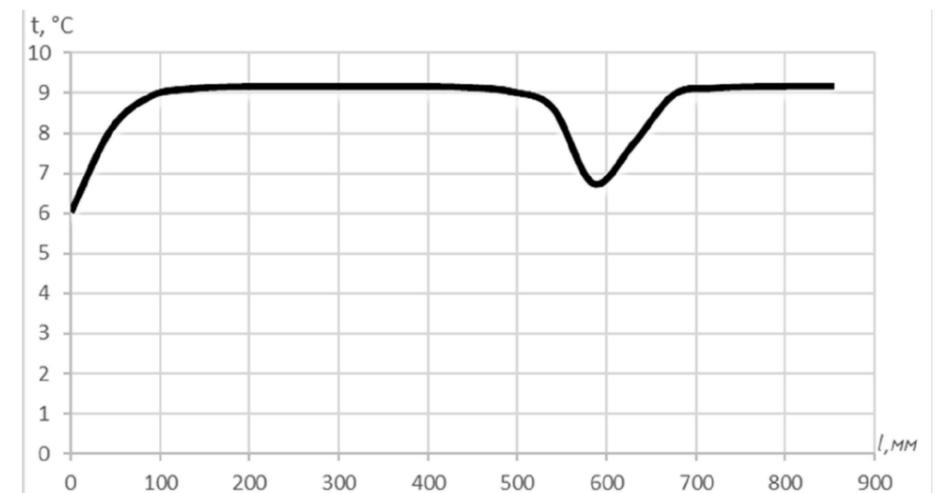
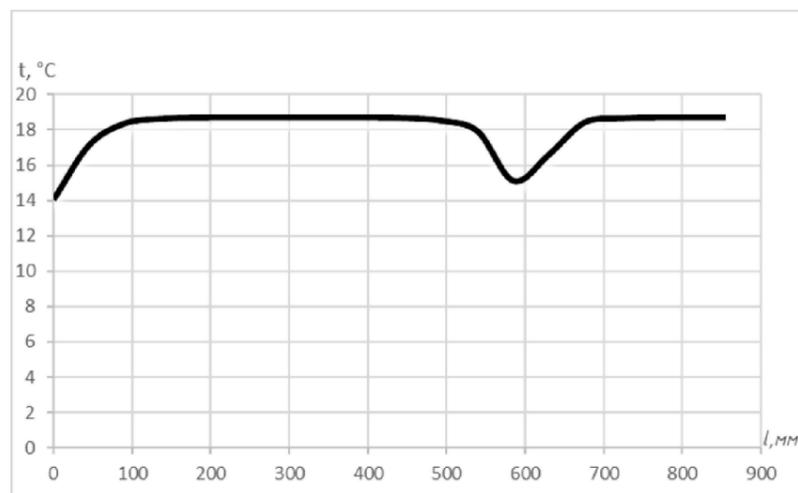
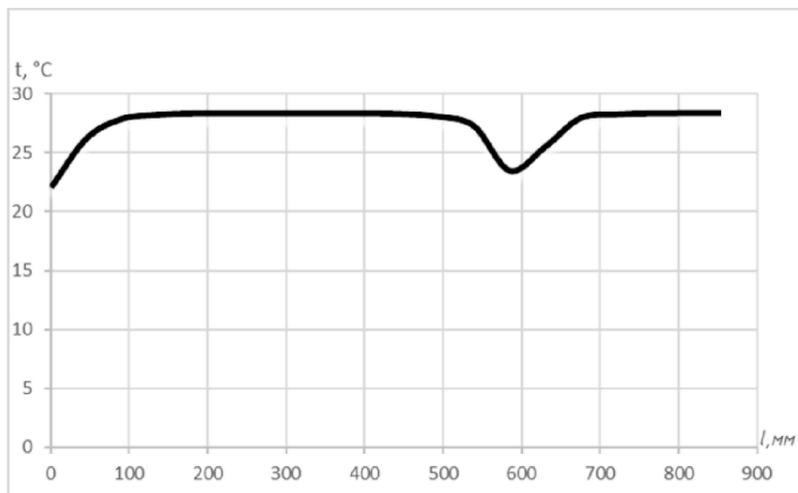
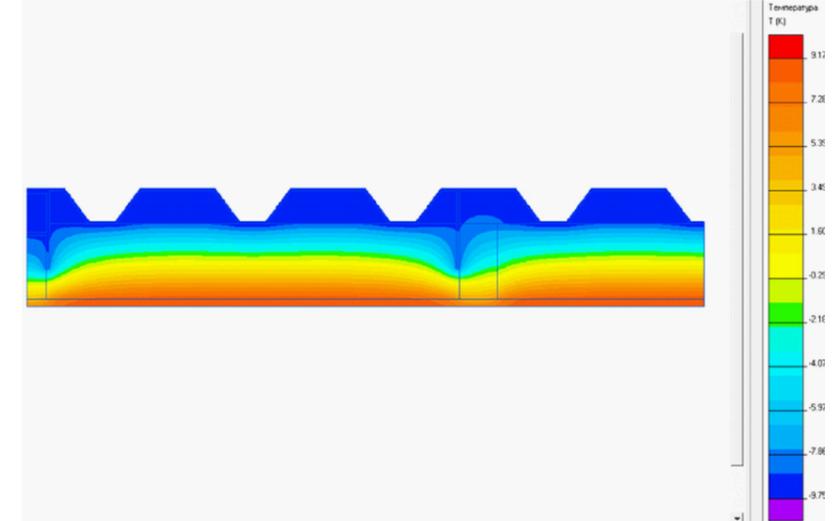
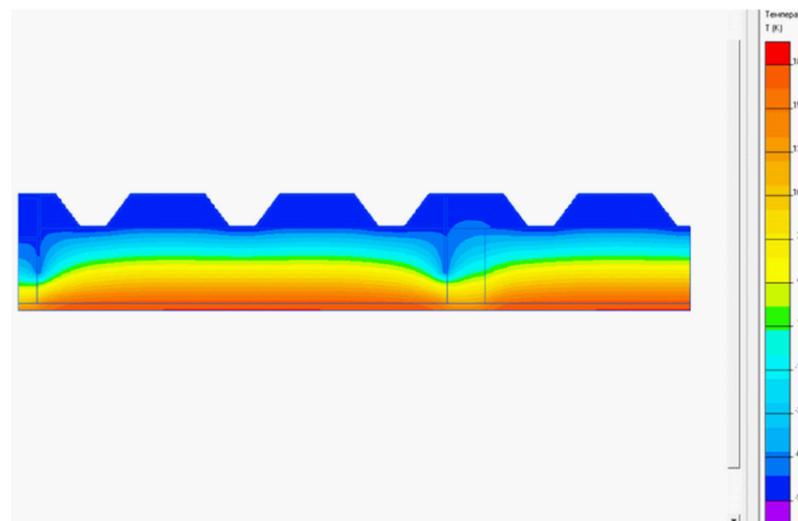
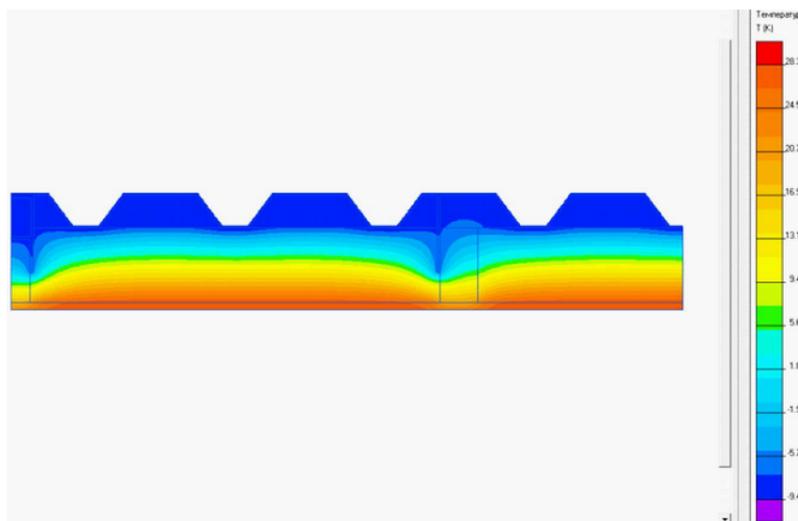
2.1. Стіна.

2.1.1. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -10^\circ\text{C}$

2.1.1.1. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 30^\circ\text{C}$

2.1.1.2. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 20^\circ\text{C}$

2.1.1.3. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 10^\circ\text{C}$



						601БП.10588931.МР			
						<small>Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців</small>			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Дума Е.В.						МР	3	13
Керівник	Юрін О.І.								
Консультант	Юрін О.І.								
Н.контроль	Юрін О.І.								
Зав.кафедри	Сенко О.В.					Стіна. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -10^\circ\text{C}$	НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ		

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА

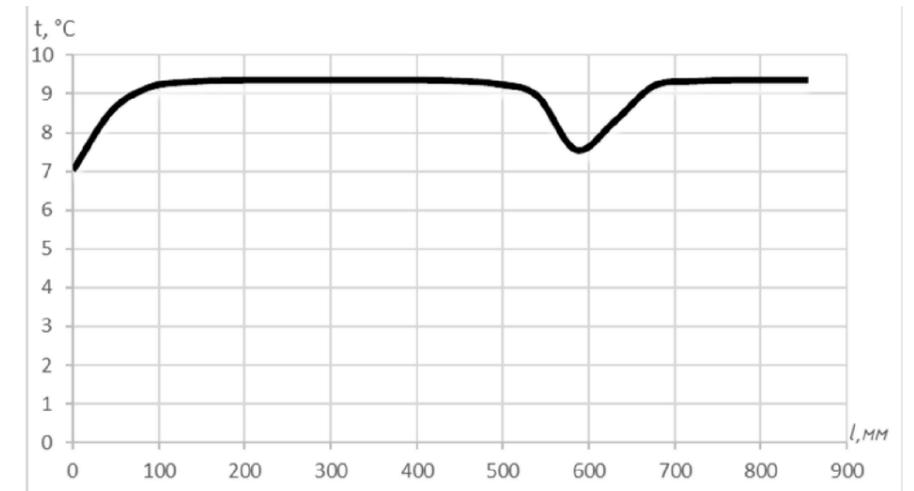
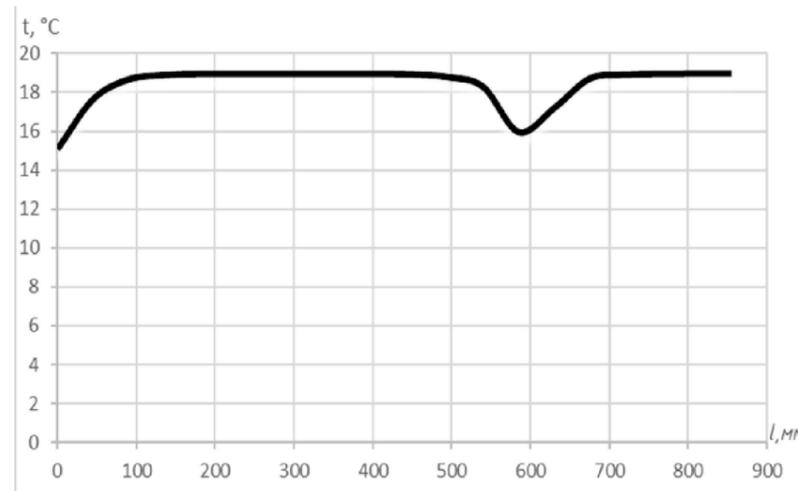
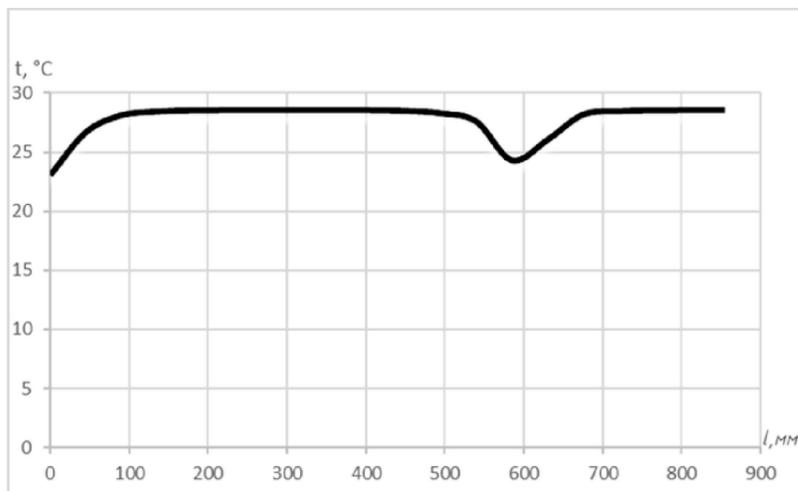
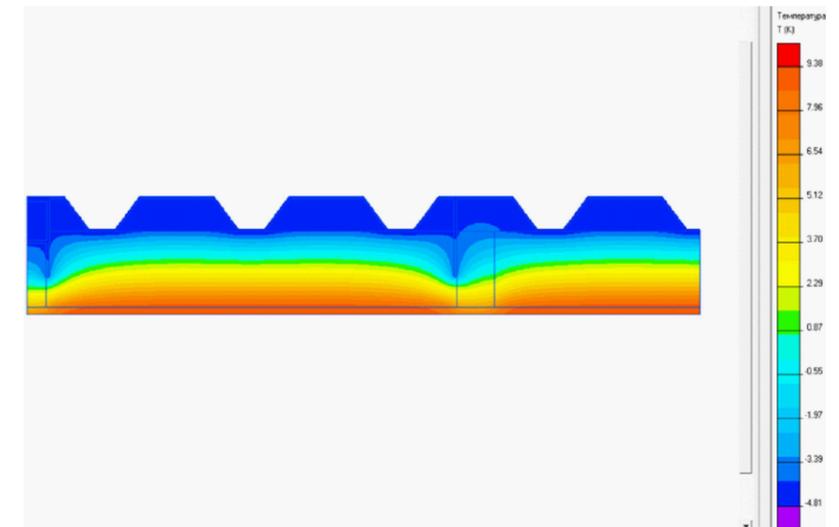
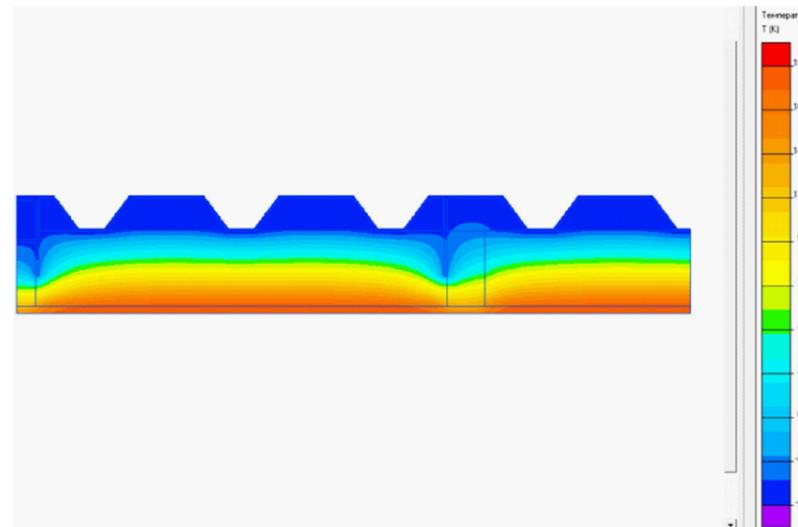
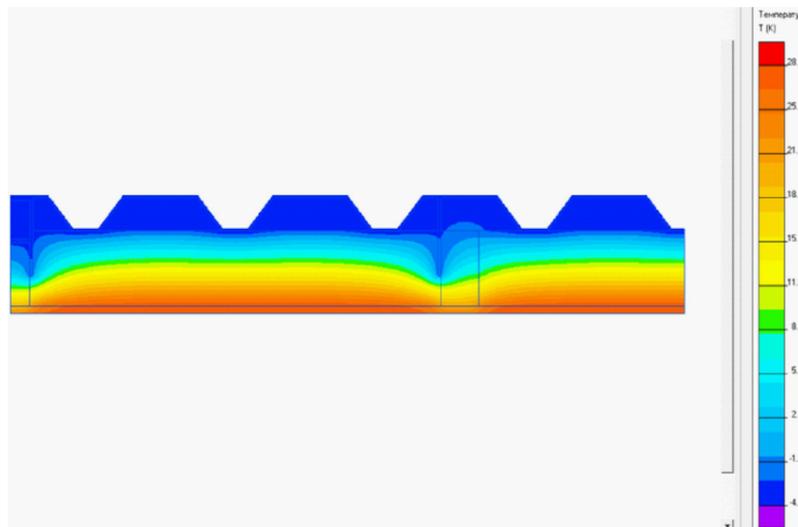
2.1. Стіна.

2.1.2. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -5^\circ\text{C}$

2.1.2.1. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 30^\circ\text{C}$

2.1.2.2. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 20^\circ\text{C}$

2.1.2.3. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 10^\circ\text{C}$



						601БП.10588931.МР			
						<small>Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців</small>			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Дума Е.В.						МР	4	13
Керівник	Юрін О.І.								
Консультант	Юрін О.І.								
						Стіна. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -5^\circ\text{C}$			
						НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ			

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА

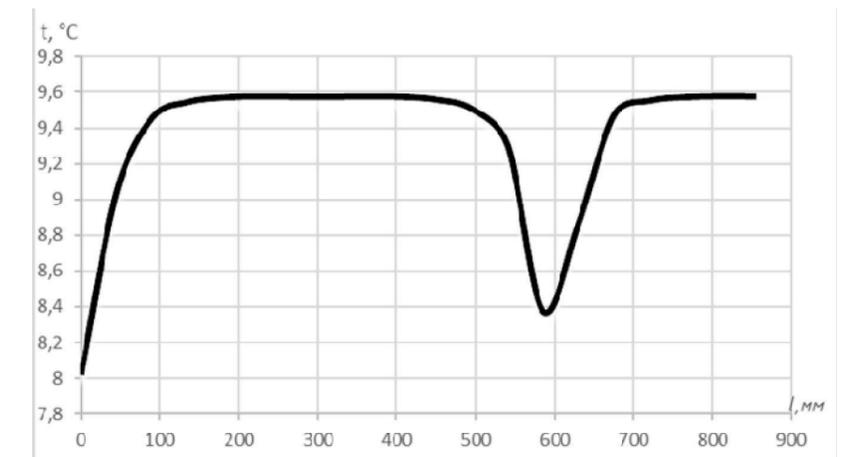
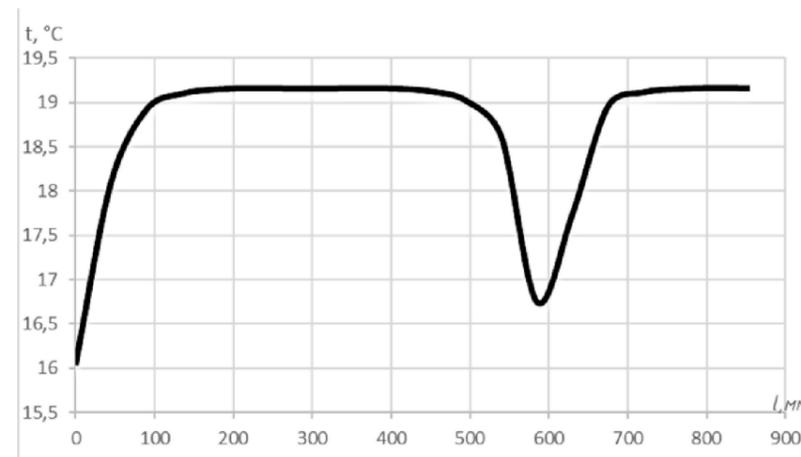
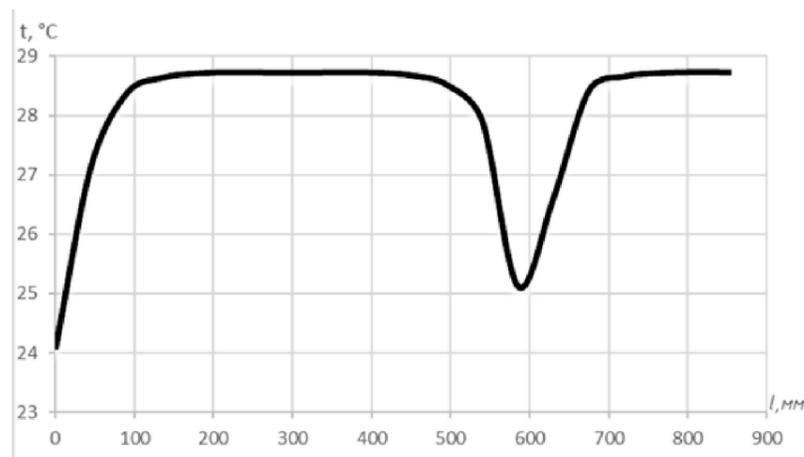
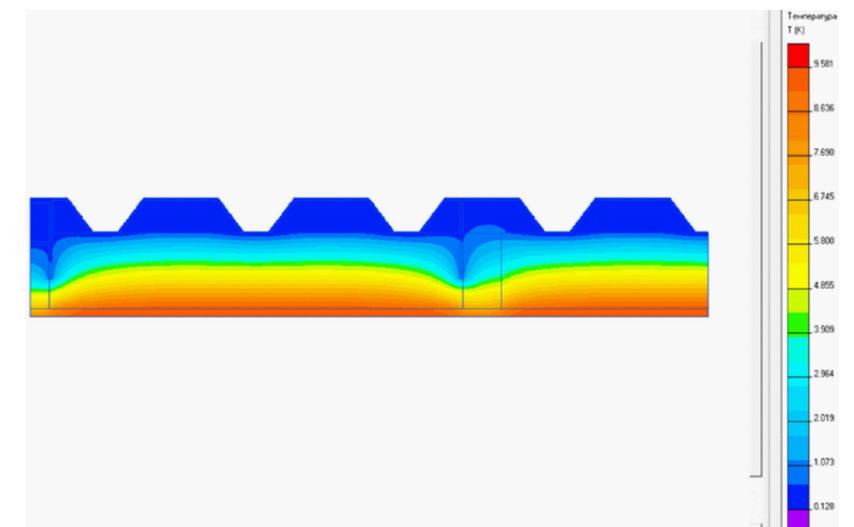
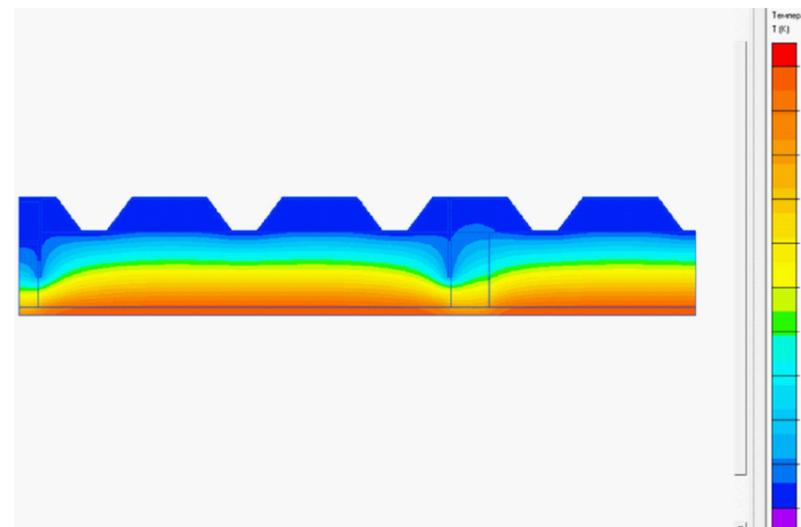
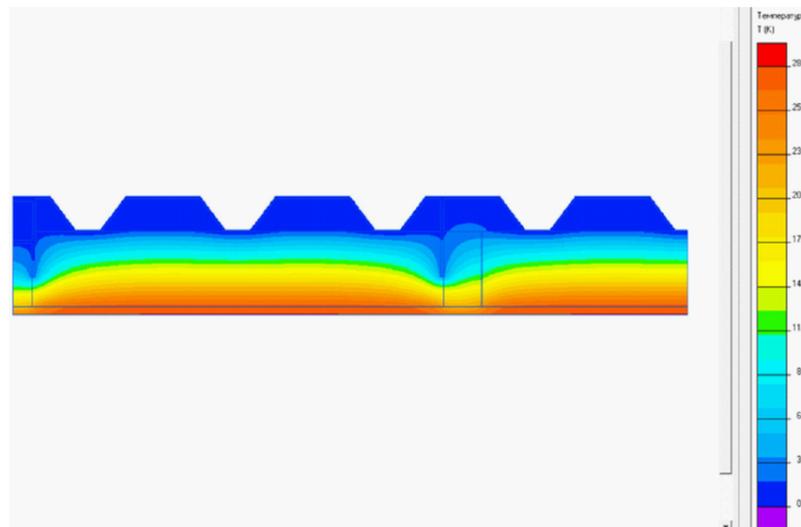
2.1. Стіна.

2.1.3. Температура зовнішнього повітря $t_3 = 0^\circ\text{C}$

2.1.3.1. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 30^\circ\text{C}$

2.1.3.2. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 20^\circ\text{C}$

2.1.3.3. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 10^\circ\text{C}$



						601БП.10588931.МР			
						<small>Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців</small>			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Дума Е.В.						МР	5	13
Керівник	Юрін О.І.								
Консультант	Юрін О.І.								
Н.контроль	Юрін О.І.								
Зав.кафедри	Сенко О.В.					Стіна. Температура зовнішнього повітря $t_3 = 0^\circ\text{C}$			
						НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ			

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА

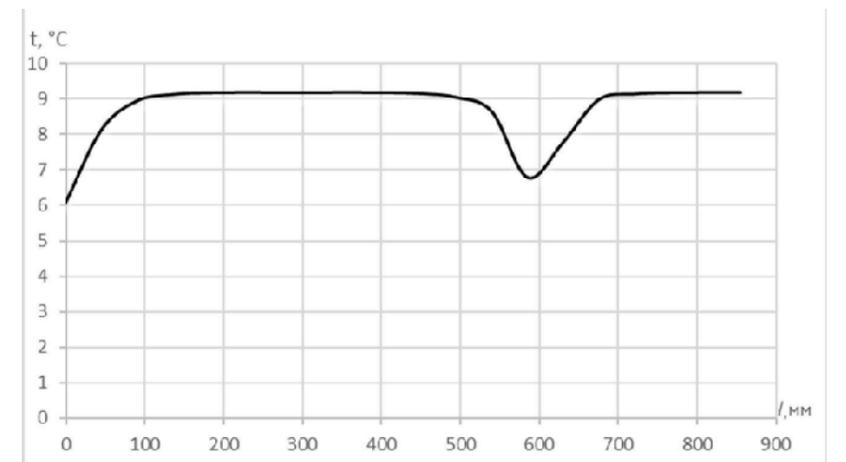
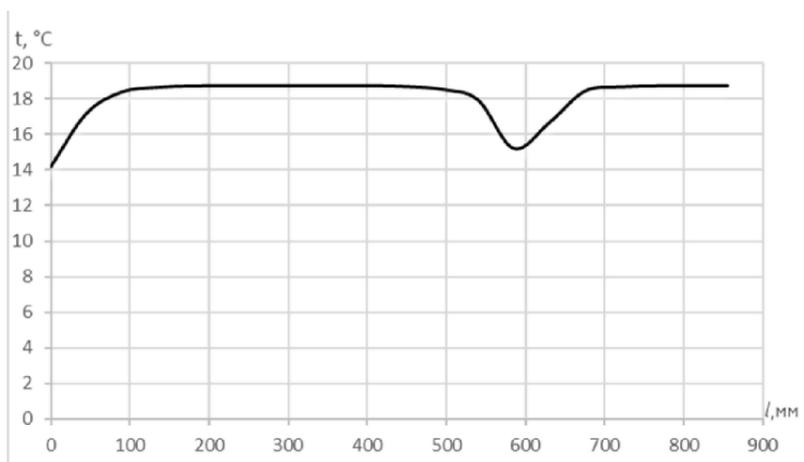
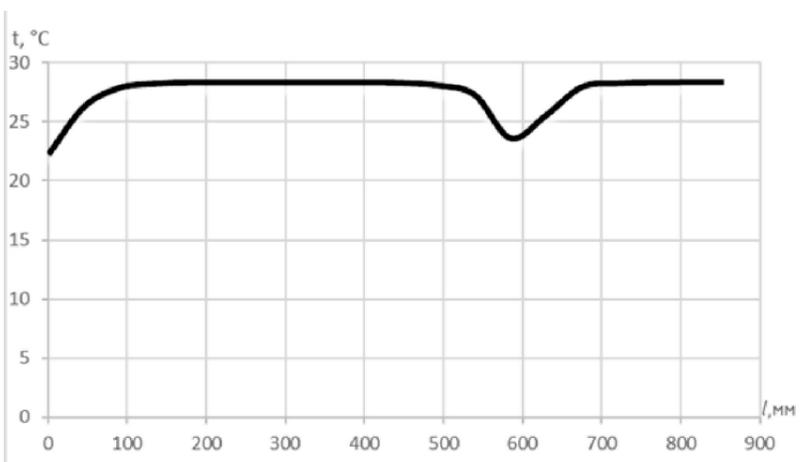
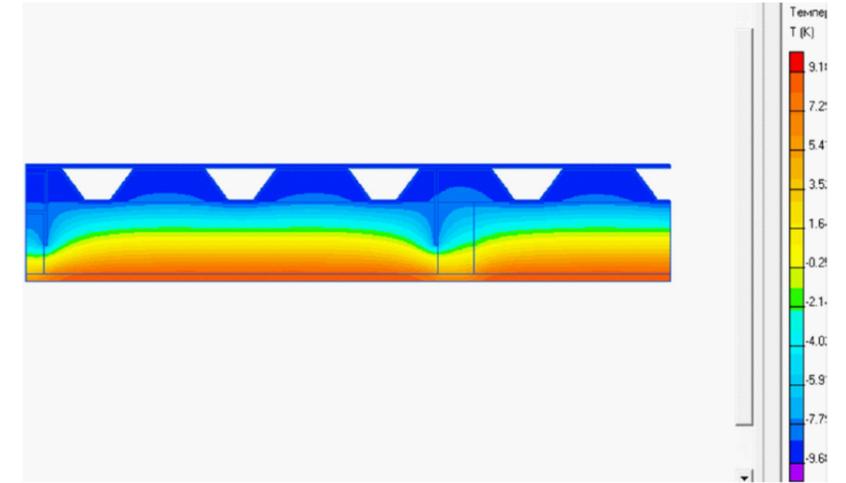
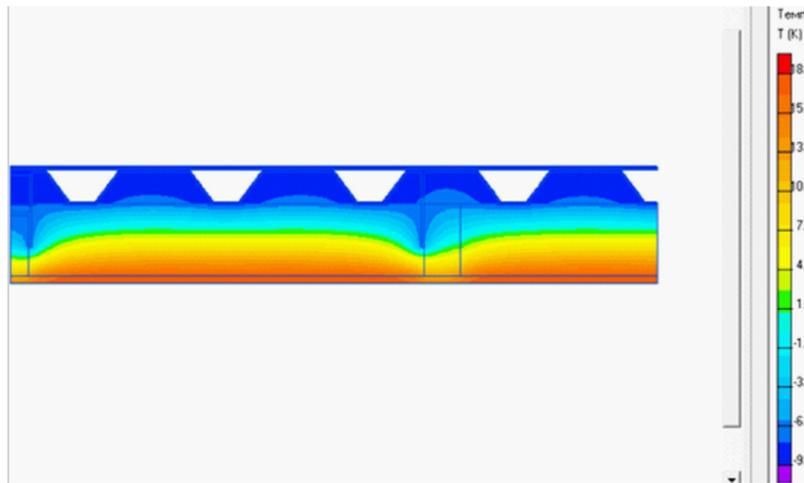
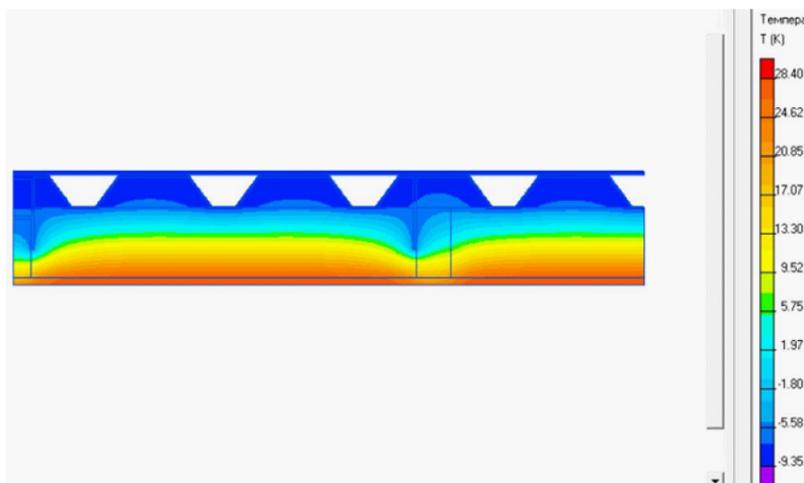
2.2. Покриття.

2.2.1. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -10^\circ\text{C}$

2.2.1.1. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 30^\circ\text{C}$

2.2.1.2. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 20^\circ\text{C}$

2.2.1.3. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 10^\circ\text{C}$



						601БП.10588931.МР			
						<small>Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців</small>			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Дума Е.В.						МР	6	13
Керівник	Юрін О.І.								
Консультант	Юрін О.І.								
Н.контроль	Юрін О.І.					Покриття. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -10^\circ\text{C}$	НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ		
Зав.кафедри	Сенко О.В.								

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА

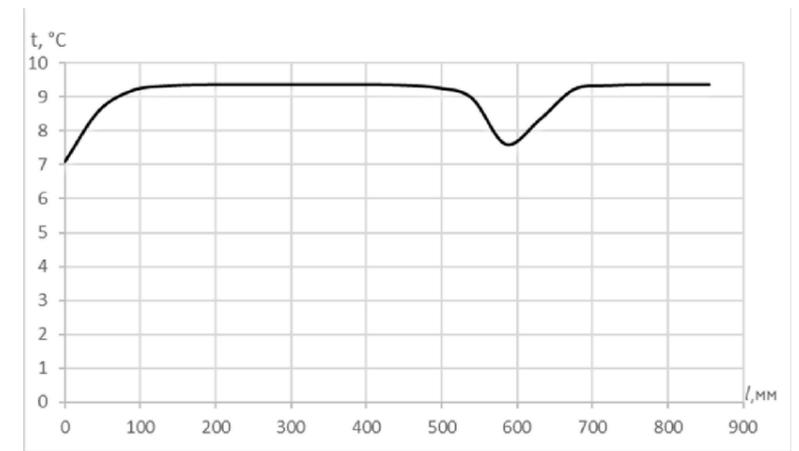
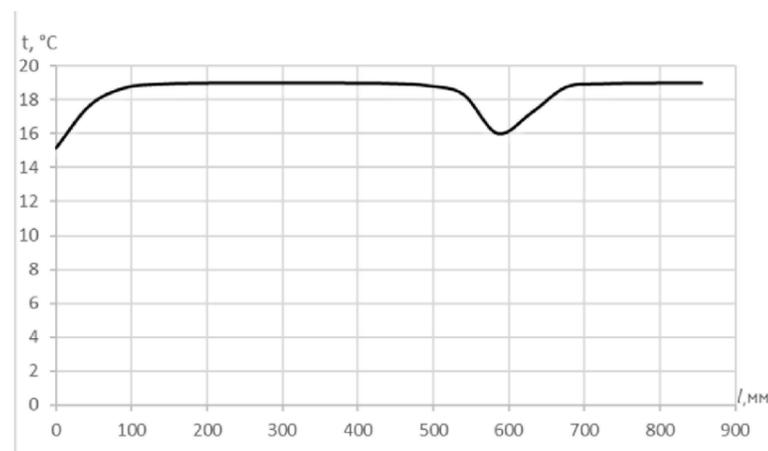
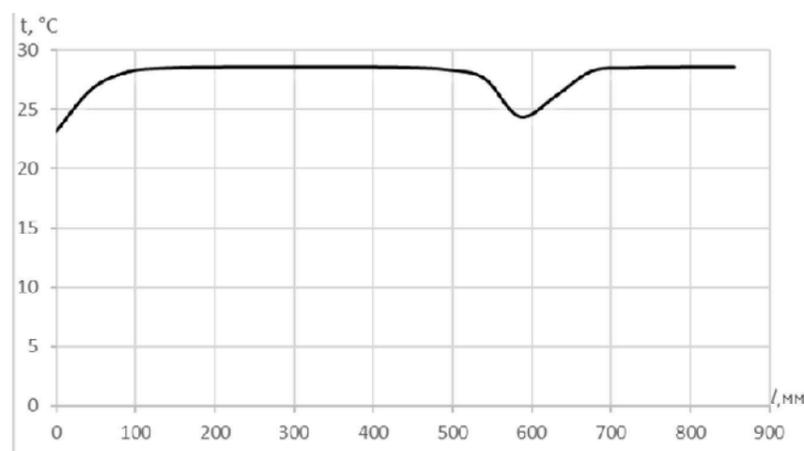
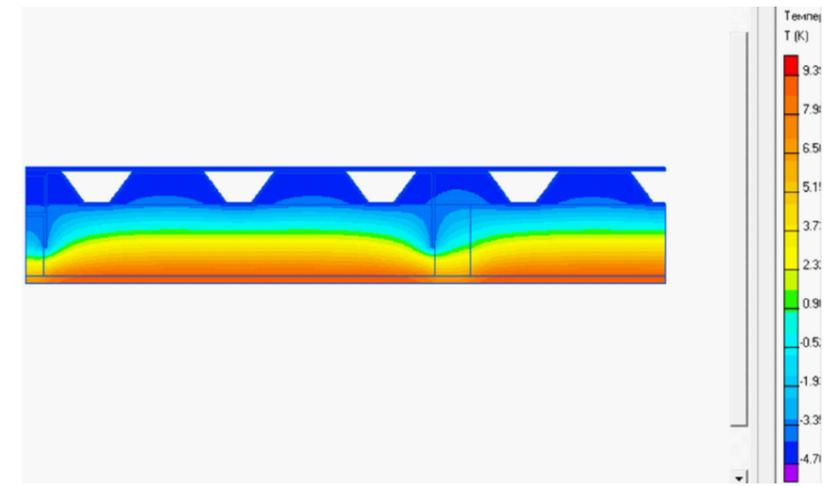
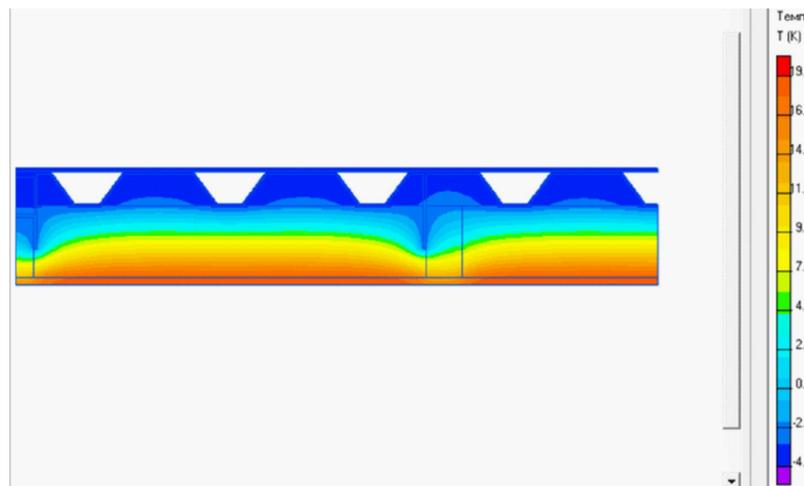
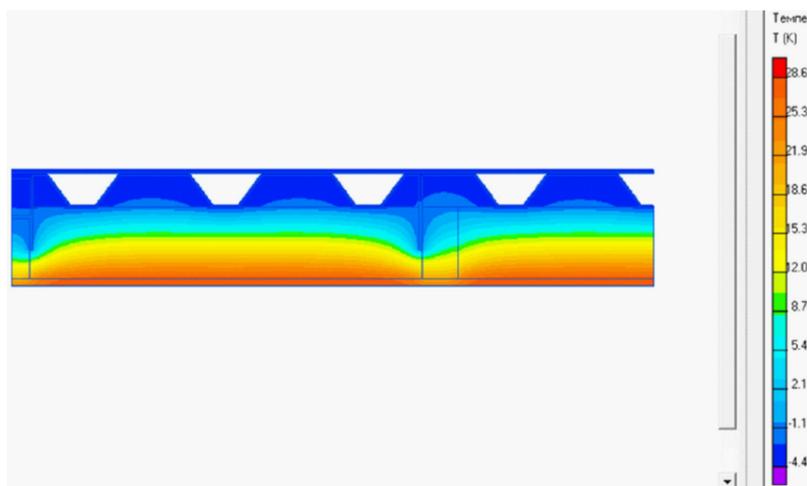
2.2. Покриття.

2.2.2. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -5^\circ\text{C}$

2.2.2.1. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 30^\circ\text{C}$

2.2.2.2. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 20^\circ\text{C}$

2.2.2.3. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 10^\circ\text{C}$



						601БП.10588931.МР			
						<small>Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців</small>			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Дума Е.В.						МР	7	13
Керівник	Юрін О.І.								
Консультант	Юрін О.І.								
Н.контроль	Юрін О.І.					Покриття. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -5^\circ\text{C}$	НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ		
Зав.кафедри	Сенко О.В.								

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА

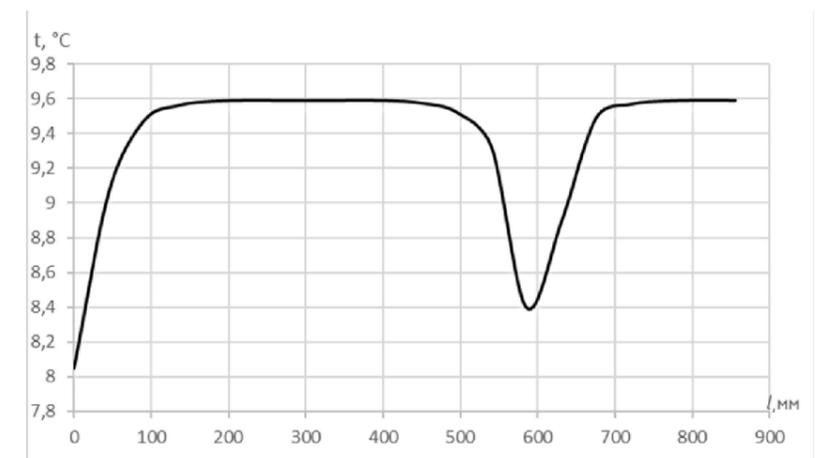
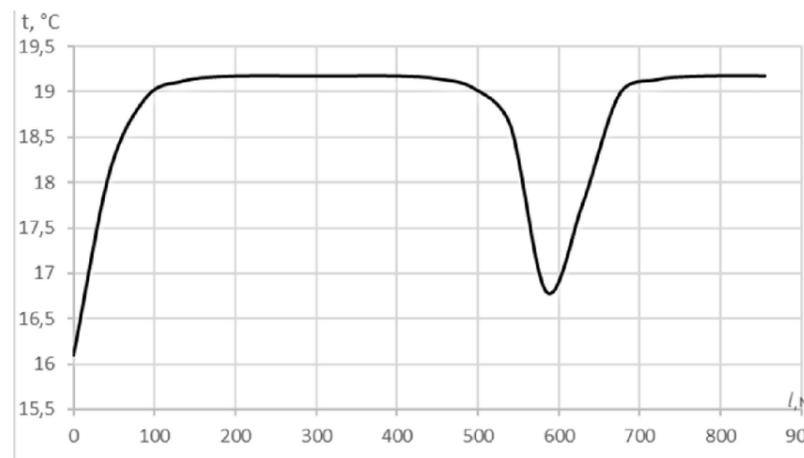
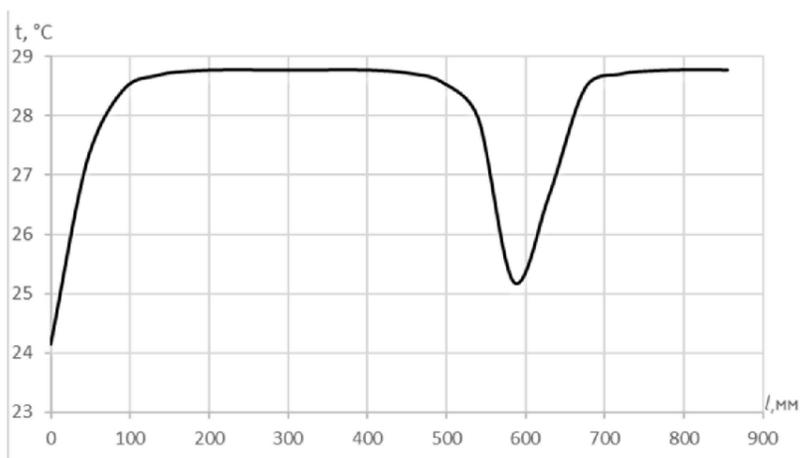
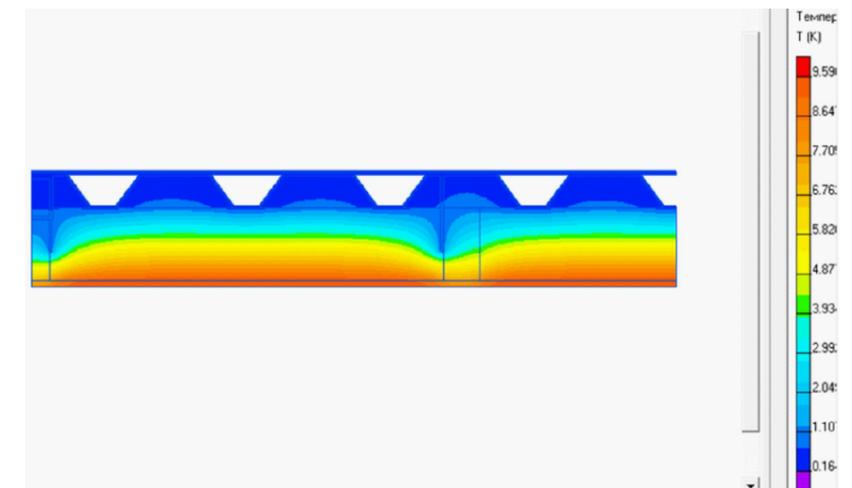
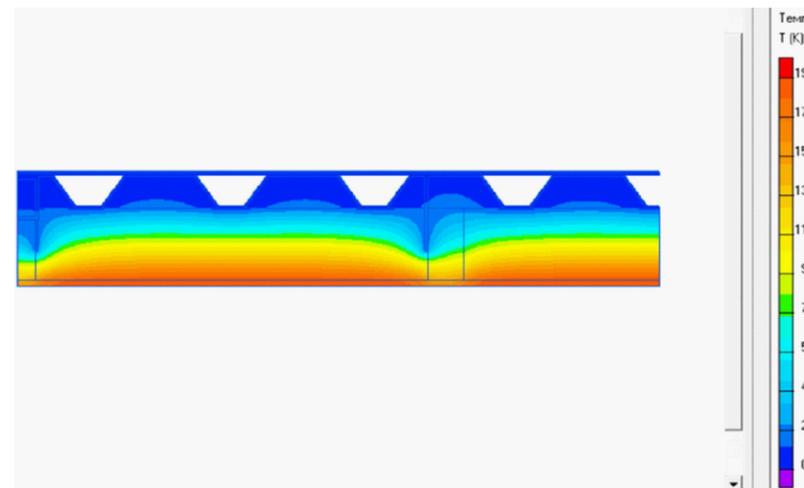
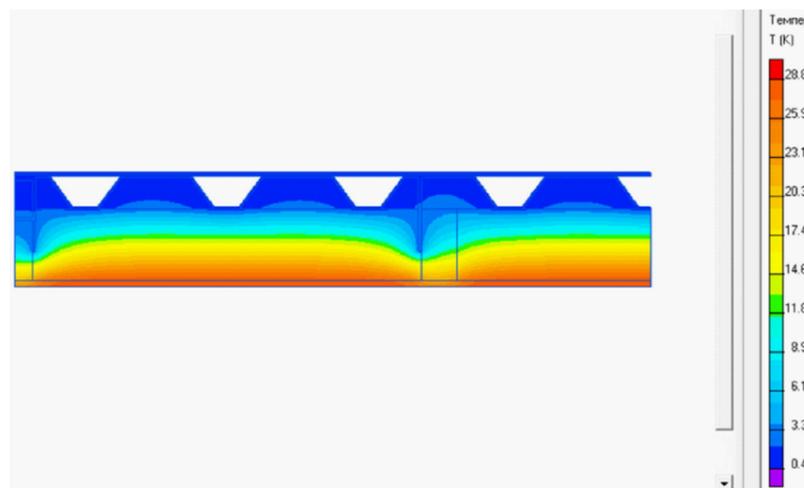
2.2. Покриття.

2.2.3. Температура зовнішнього повітря $t_3 = 0^\circ\text{C}$

2.2.3.1. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 30^\circ\text{C}$

2.2.3.2. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 20^\circ\text{C}$

2.2.3.3. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 10^\circ\text{C}$



						601БП.10588931.МР			
						<small>Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців</small>			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Дума Е.В.						МР	8	13
Керівник	Юрін О.І.								
Консультант	Юрін О.І.								
Н.контроль	Юрін О.І.					Покриття. Температура зовнішнього повітря $t_3 = 0^\circ\text{C}$	НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ		
Зав.кафедри	Сенко О.В.								

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА

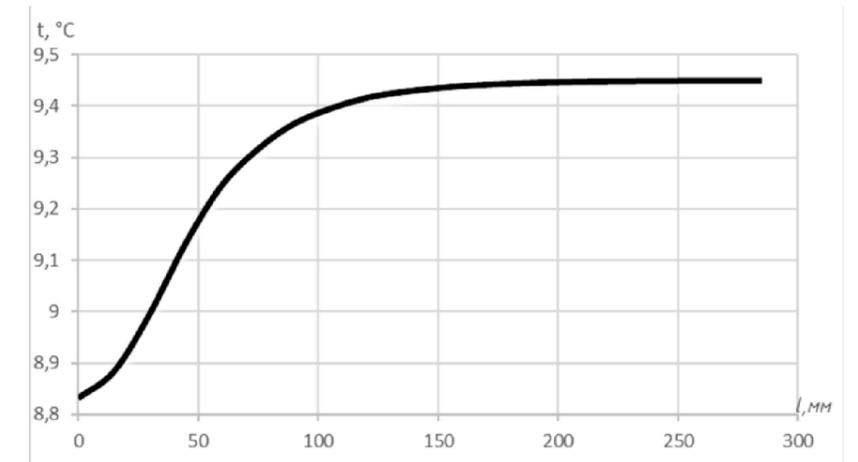
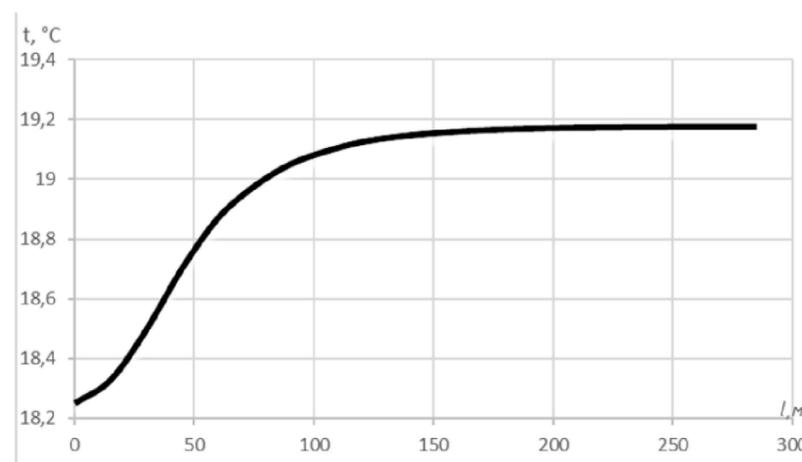
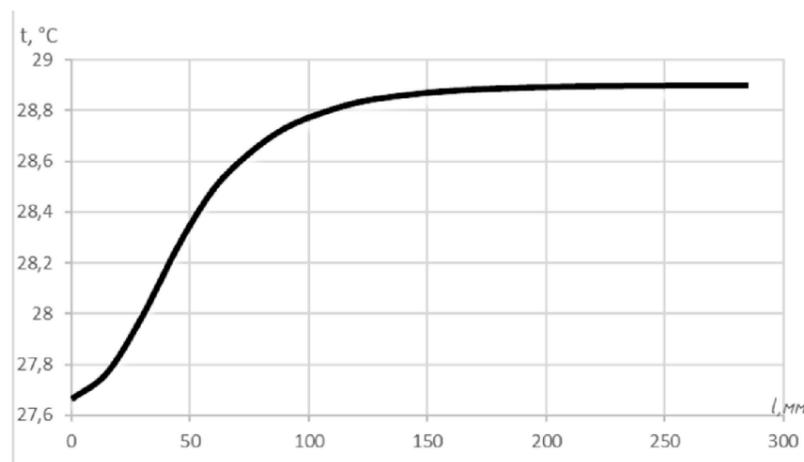
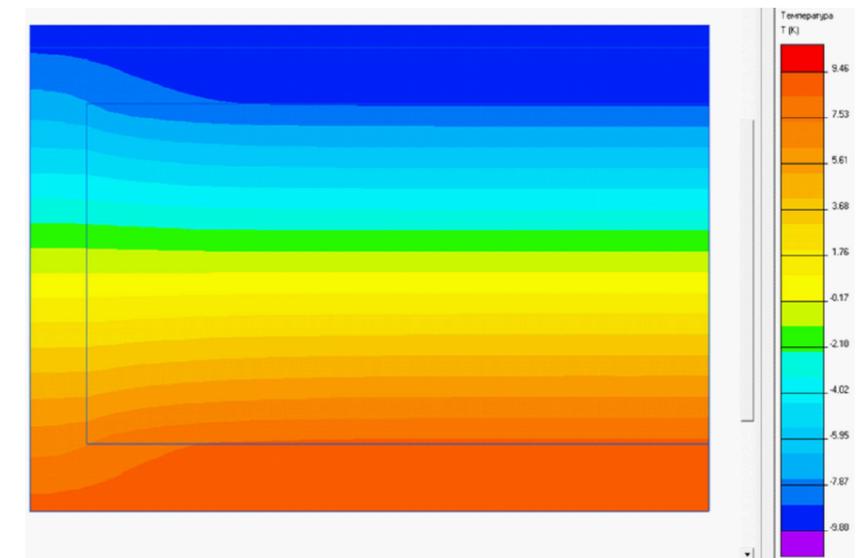
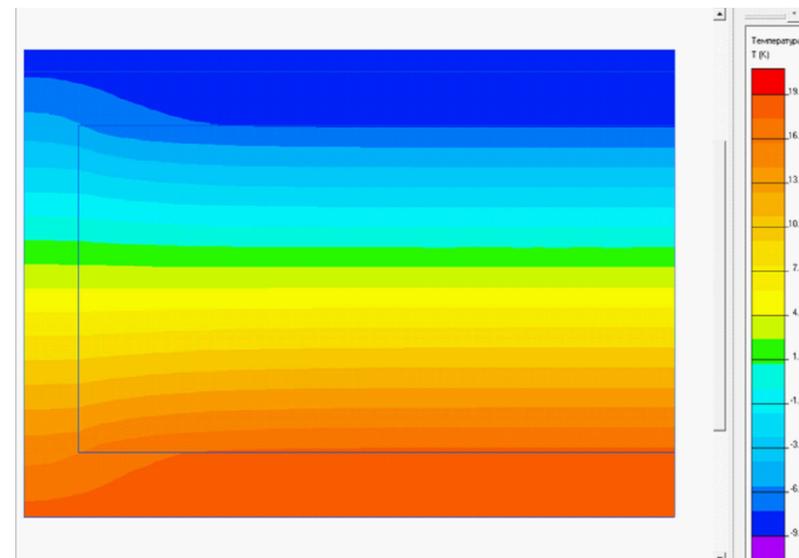
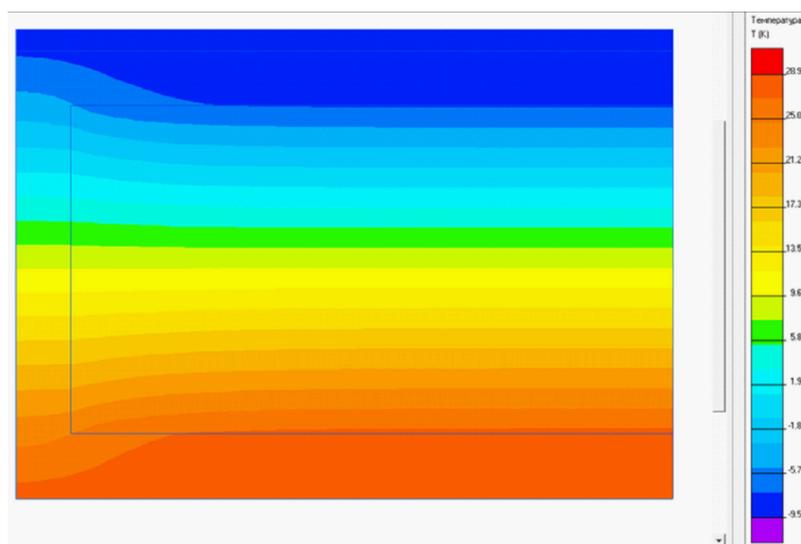
2.3. Підлога.

2.3.1. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -10^\circ\text{C}$

2.3.1.1. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 30^\circ\text{C}$

2.3.1.2. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 20^\circ\text{C}$

2.3.1.3. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 10^\circ\text{C}$



						601БП.10588931.МР			
						<small>Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців</small>			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Дума Е.В.						МР	9	13
Керівник	Юрін О.І.								
Консультант	Юрін О.І.								
						<small>Підлога. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -10^\circ\text{C}$</small>			
						<small>НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ</small>			
						<small>Зав. кафедрою Сенко О.В.</small>			

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА

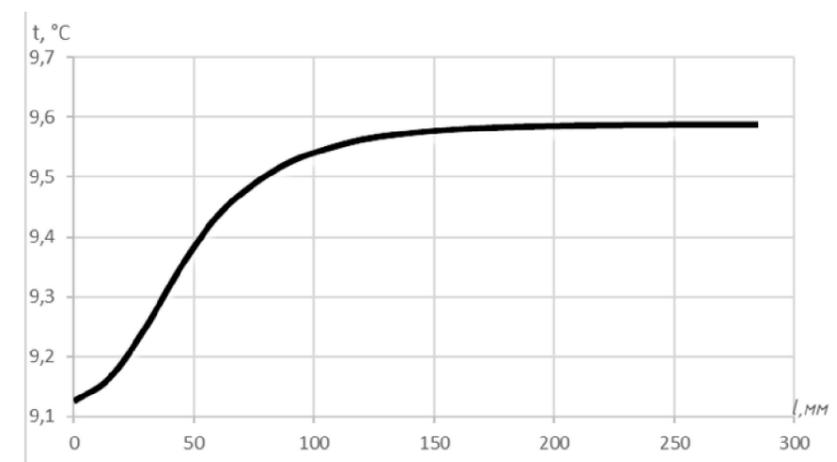
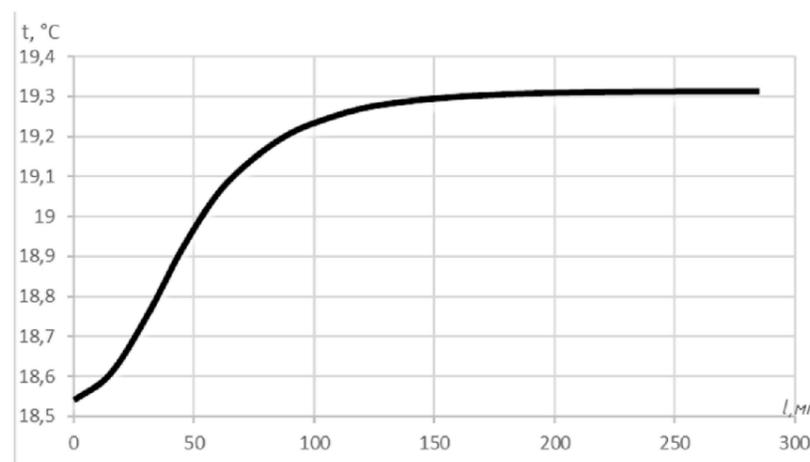
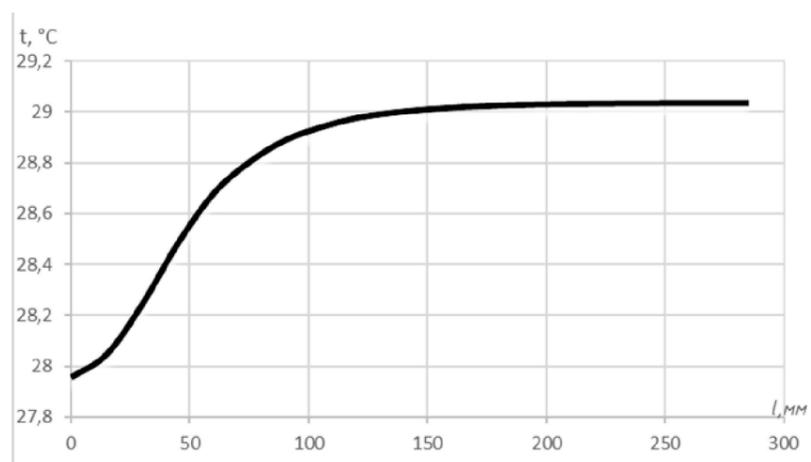
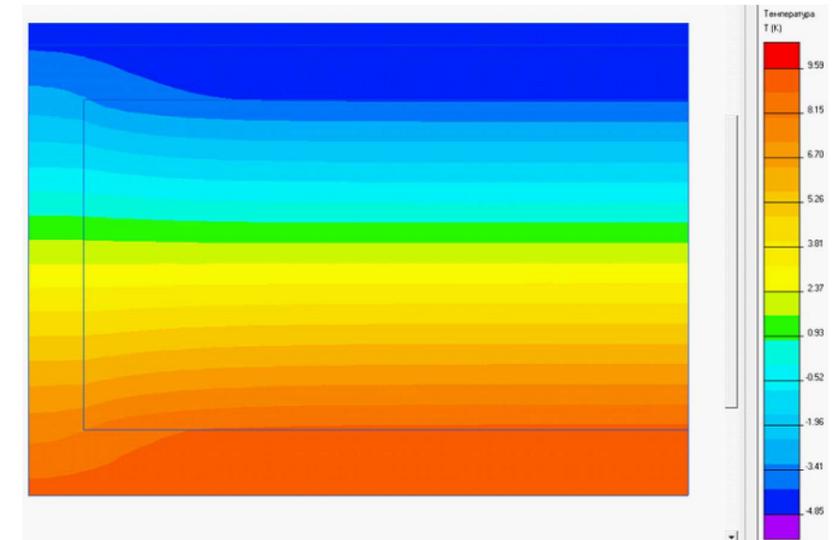
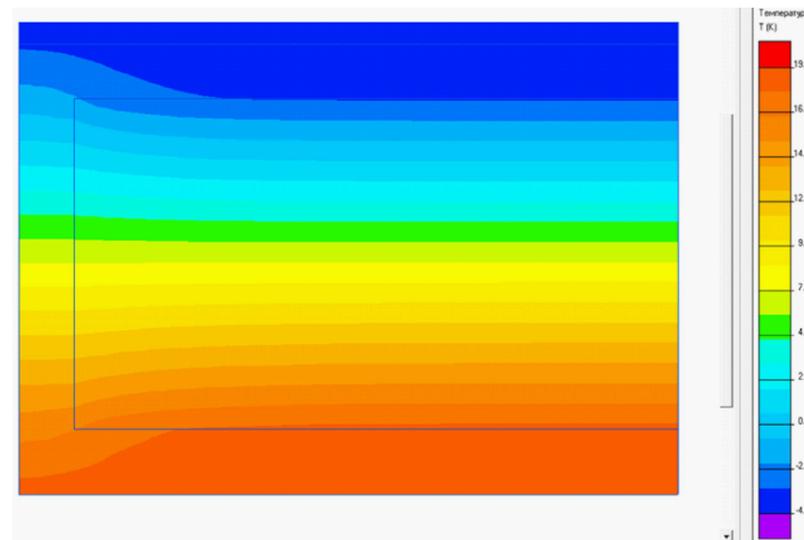
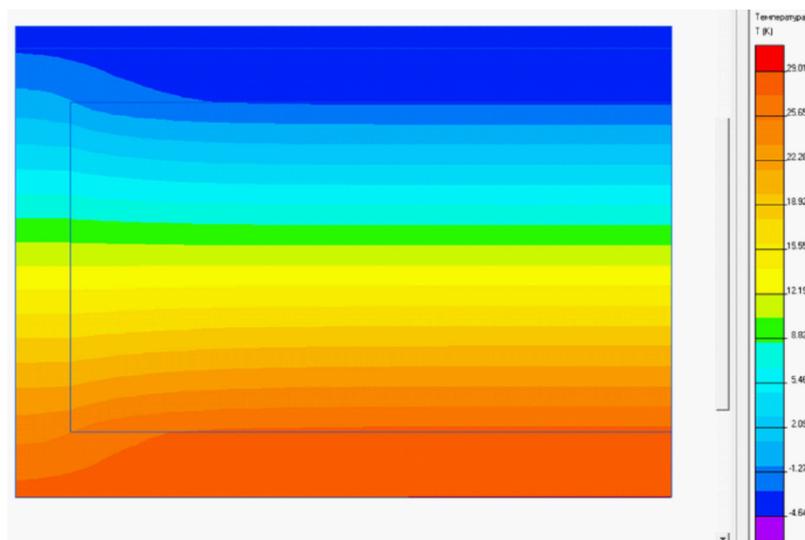
2.3. Підлога.

2.3.2. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -5^\circ\text{C}$

2.3.2.1. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 30^\circ\text{C}$

2.3.2.2. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 20^\circ\text{C}$

2.3.2.3. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 10^\circ\text{C}$



						601БП.10588931.МР			
						<small>Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців</small>			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Дума Е.В.						МР	10	13
Керівник	Юрін О.І.								
Консультант	Юрін О.І.								
Н.контроль	Юрін О.І.					Підлога. Температура зовнішнього повітря $t_3 = -5^\circ\text{C}$	НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ		
Зав.кафедри	Сенко О.В.								

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА

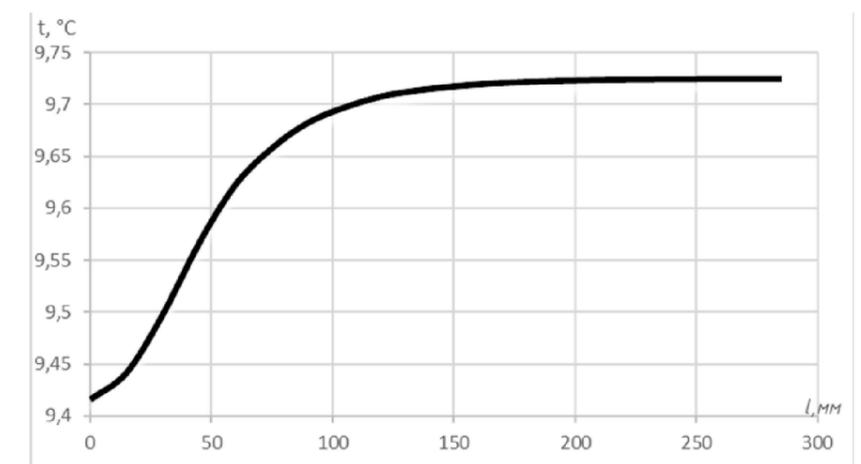
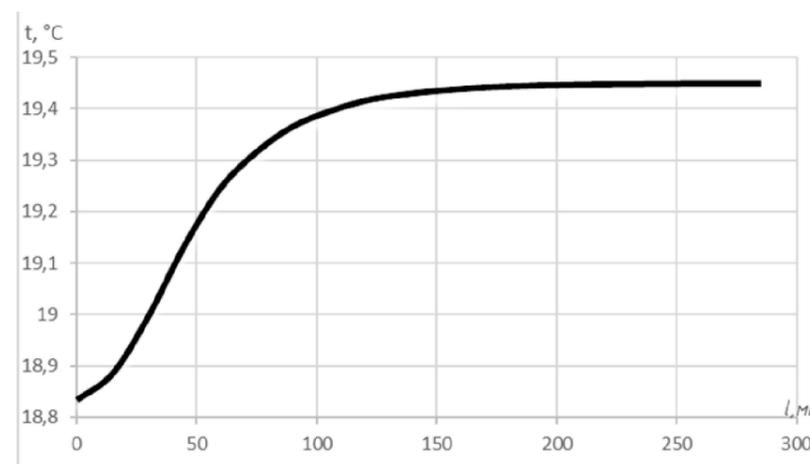
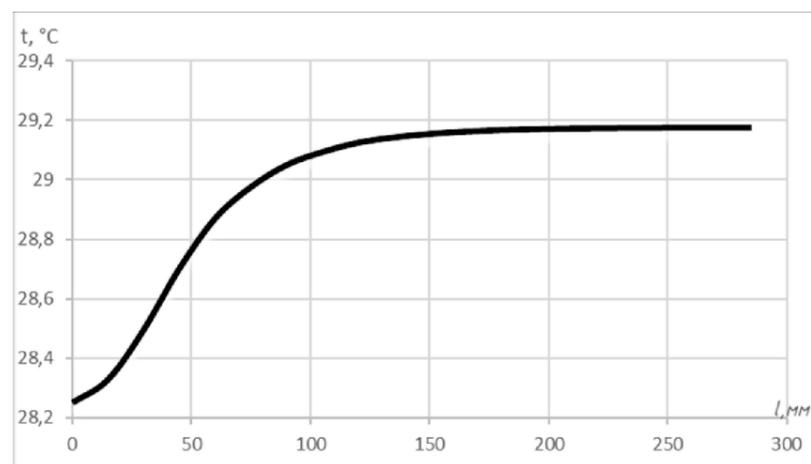
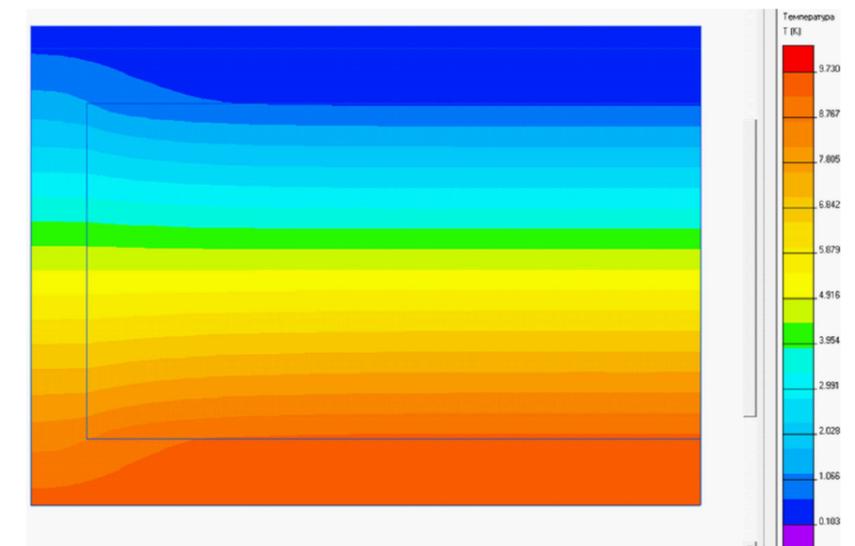
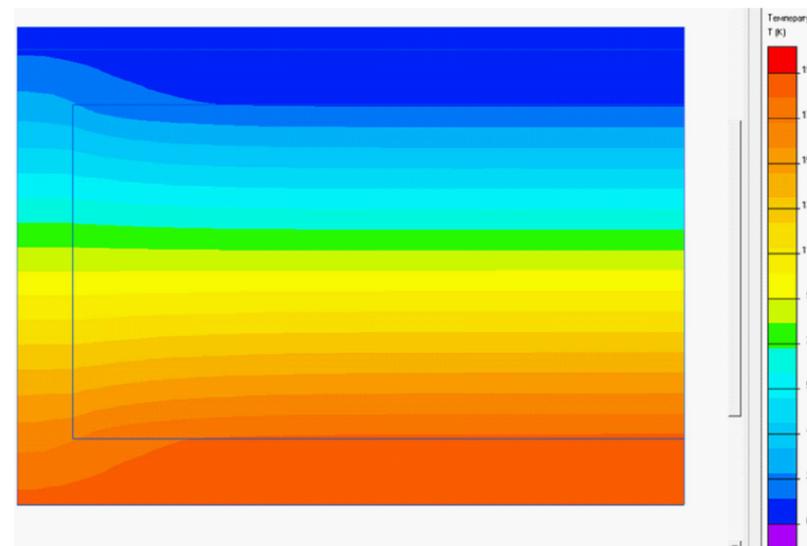
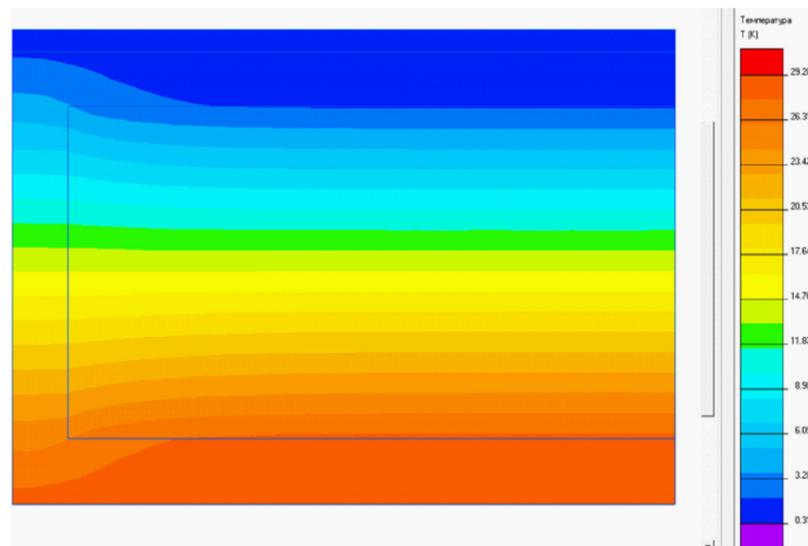
2.3. Підлога.

2.3.3. Температура зовнішнього повітря $t_3 = 0^\circ\text{C}$

2.3.3.1. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 30^\circ\text{C}$

2.3.3.2. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 20^\circ\text{C}$

2.3.3.3. Температура внутрішнього повітря $t_3 = 10^\circ\text{C}$

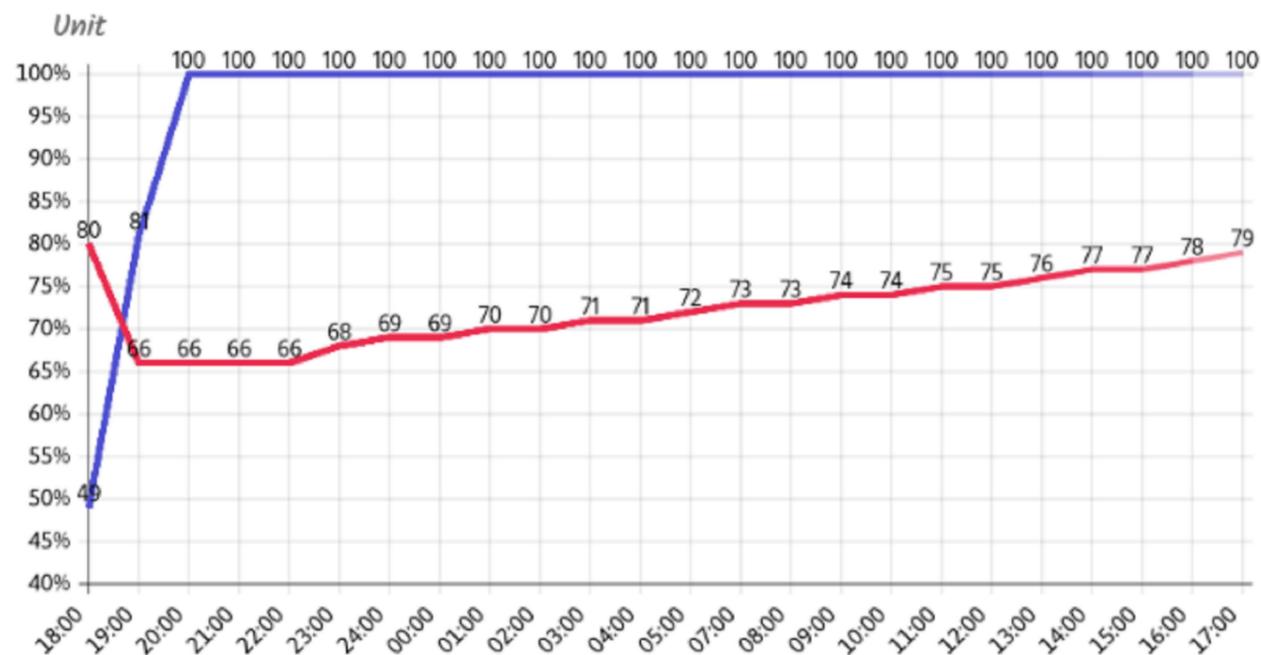


						601БП.10588931.МР			
						<small>Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців</small>			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата	РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОРСЬКОГО КОНТЕЙНЕРА	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Дума Е.В.						МР	11	13
Керівник	Юрін О.І.								
Консультант	Юрін О.І.								
Н.контроль	Юрін О.І.					Підлога. Температура зовнішнього повітря $t_3 = 0^\circ\text{C}$	НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ		
Зав.кафедри	Сенко О.В.								

РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГУ ВЕНТИЛЯЦІЇ КОНТЕЙНЕРУ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ ВІДСУТНІСТЬ КОНДЕНСАЦІЇ НА ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХНЯХ ОГОРОДЖЕНЬ

Варіант №1

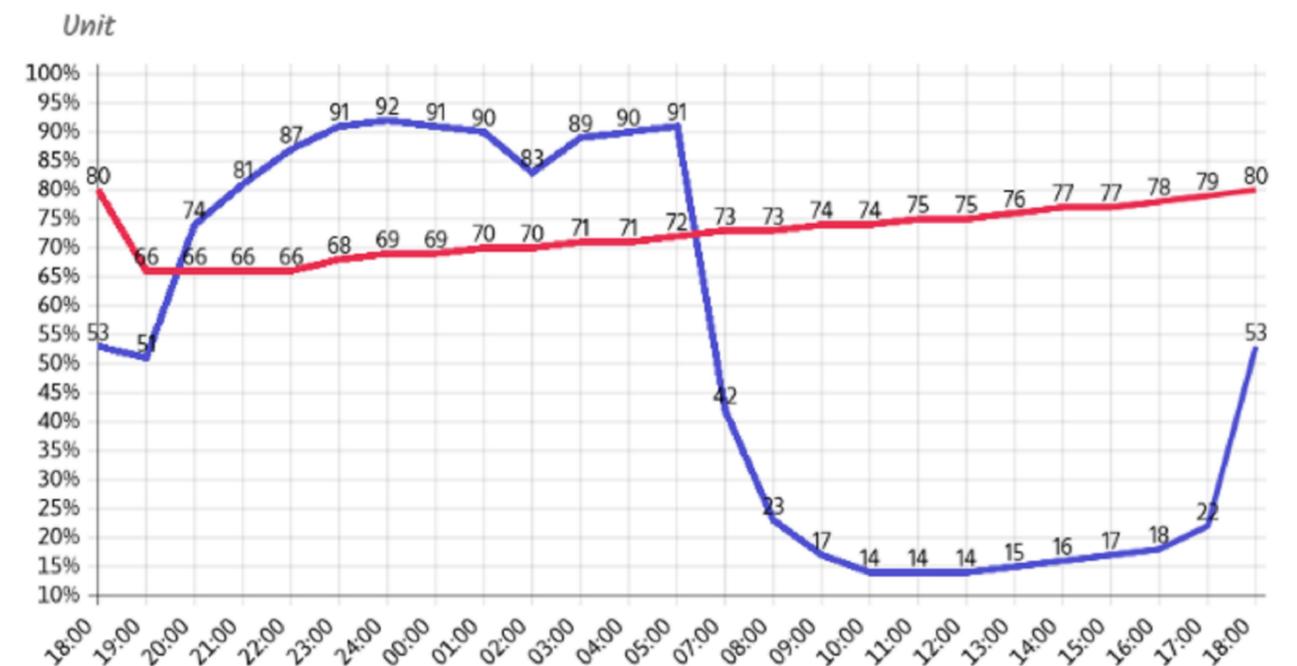
В контейнері відсутня будь-яка вентиляція.



- - відносна вологість внутрішнього повітря при поточному варіанті вентиляції
- - відносна вологість внутрішнього повітря при якій відбувається конденсація вологи

Варіант №2

В контейнері присутня вентиляція, що забезпечує відносну вологість внутрішнього повітря менше 100%.



- - відносна вологість внутрішнього повітря при поточному варіанті вентиляції
- - відносна вологість внутрішнього повітря при якій відбувається конденсація вологи

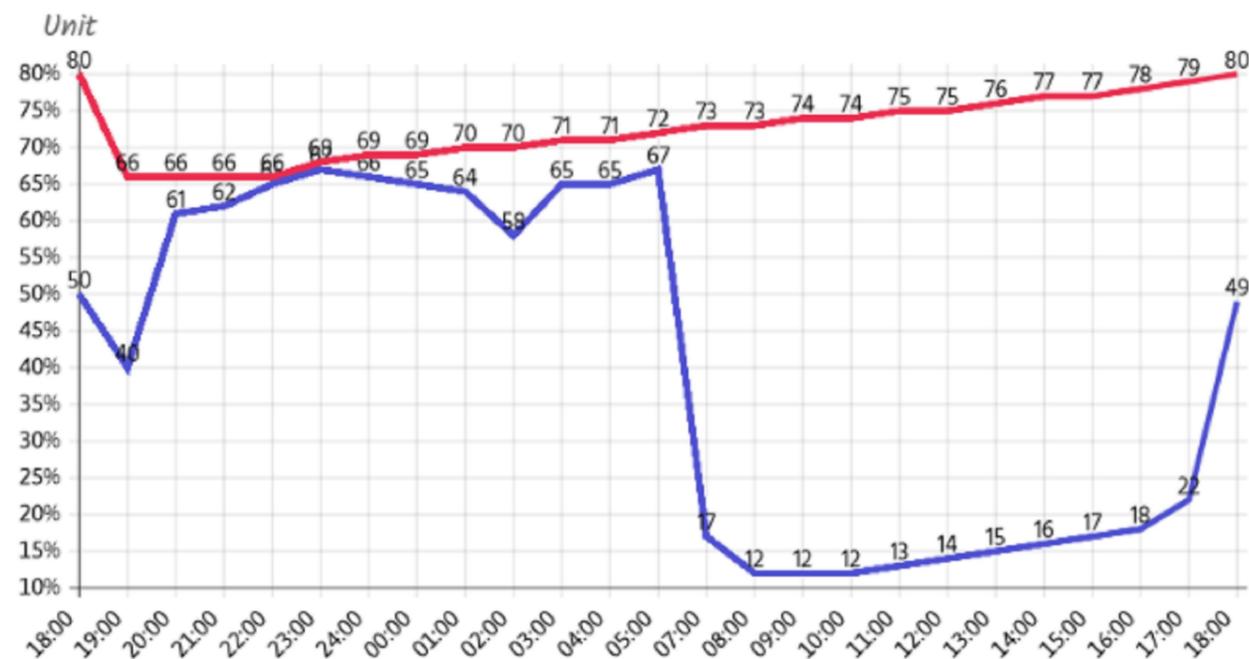
Обсяг вентиляції: 600м³

						601БП.10588931.МР			
						Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата				
Розробив	Дума Є.В.					РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГУ ВЕНТИЛЯЦІЇ КОНТЕЙНЕРУ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ ВІДСУТНІСТЬ КОНДЕНСАЦІЇ НА ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХНЯХ ОГОРОДЖЕНЬ	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Юрін О.І.						МР	12	13
Консультант	Юрін О.І.								
Н.контроль	Юрін О.І.					Варіант №1. В контейнері відсутня будь-яка вентиляція; Варіант №2. В контейнері присутня вентиляція, що забезпечує відносну вологість внутрішнього повітря менше 100%.			
Зав.кафедри	Сенко О.В.					НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра БтаЦІ			

РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГУ ВЕНТИЛЯЦІЇ КОНТЕЙНЕРУ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ ВІДСУТНІСТЬ КОНДЕНСАЦІЇ НА ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХНЯХ ОГОРОДЖЕНЬ

Варіант №3

Обсяг вентиляції, що забезпечує відсутність конденсату на внутрішніх поверхнях огорожень (вентиляція протягом всієї доби)

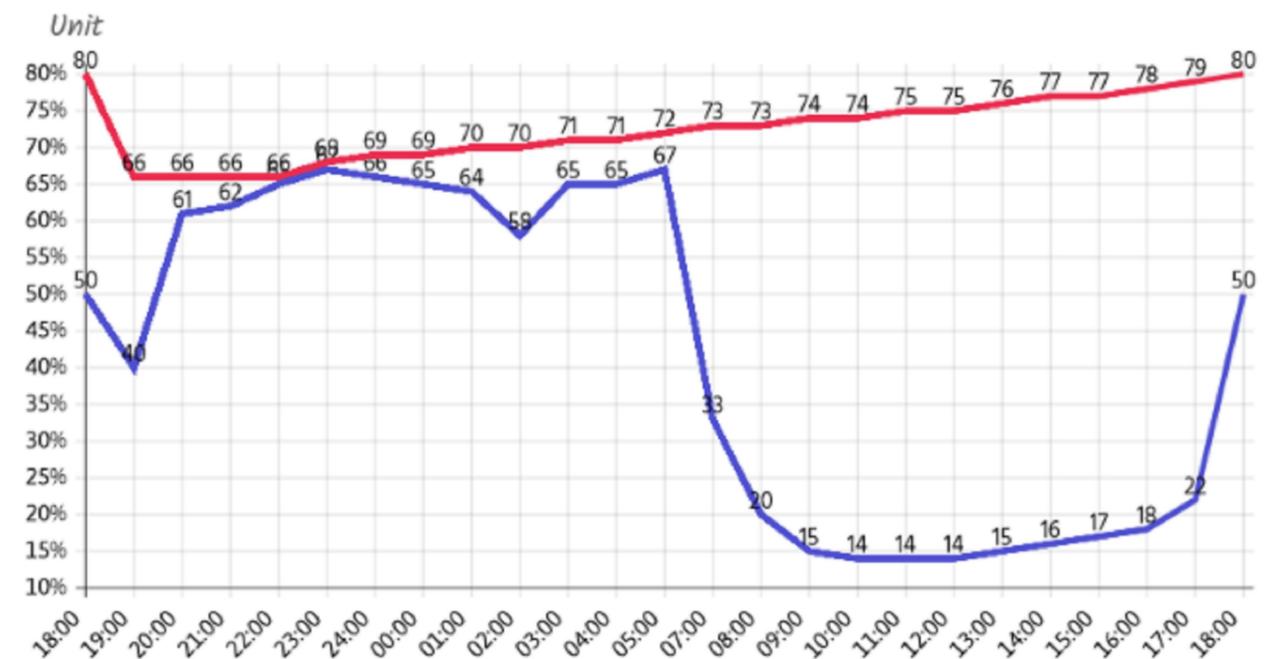


- - відносна вологість внутрішнього повітря при поточному варіанті вентиляції
- - відносна вологість внутрішнього повітря при якій відбувається конденсація вологи

Обсяг вентиляції: 840м³

Варіант №4

Обсяг вентиляції, що забезпечує відсутність конденсату на внутрішніх поверхнях огорожень (вентиляція протягом часу перебування військовослужбовців)



- - відносна вологість внутрішнього повітря при поточному варіанті вентиляції
- - відносна вологість внутрішнього повітря при якій відбувається конденсація вологи

Обсяг вентиляції: 455м³

						601БП.10588931.МР			
						Дослідження температурно-вологісного стану зовнішніх огорожувальних конструкцій морського контейнеру переобладнаного для проживання військовослужбовців			
Зм.	Кільк.	Арк.	Док.	Підпис	Дата				
Розробив	Дума Е.В.					РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГУ ВЕНТИЛЯЦІЇ КОНТЕЙНЕРУ, ЩО ЗАБЕЗПЕЧУЄ ВІДСУТНІСТЬ КОНДЕНСАЦІЇ НА ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХНЯХ ОГОРОДЖЕНЬ	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Юрін О.І.						МР	13	13
Консультант	Юрін О.І.								
Н.контроль	Юрін О.І.					НУПП ім. Юрія Кондратюка			
Зав.кафедри	Сенко О.В.					Кафедра БтаЦІ			