

Температурний режим приміщення в зимово-весняний період року при наявності опалення та його вимкненні

Микола Кольчик, аспірант¹ (ORCID: 0009-0008-9272-2399),
Борис Давиденко, с.н.с., д-р техн. наук, головний науковий співробітник² (ORCID: 0000-0001-8738-7612)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

² Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна

АНОТАЦІЯ

В зимовий період року температурні умови в приміщенні підтримуються завдяки роботі системи опалення. При її відключенні внаслідок аварійної ситуації або після закінчення опалювального періоду температурні характеристики приміщення починають змінюватися. Але їх зміна не повинна призводити до суттєвого погіршення температурних умов перебування людей в приміщенні.

Ключові слова: тепломасообмінні процеси, динаміка температурного режиму приміщення, відключення систем опалення, математичні моделі, теплофізичні характеристики огорожувальних конструкцій

1. ВСТУП

В умовах нестабільного енергопостачання питання динаміки температурного режиму при відключеннях систем опалення набуває критичного значення для забезпечення комфортних умов у приміщеннях. Розуміння процесів теплопереносу в огорожувальних конструкціях неможливе без достовірних експериментальних даних, які є основою для побудови та верифікації математичних моделей теплового стану будівель [1-3]. Наявність якісних експериментальних даних дозволяє отримати інформацію про реальну динаміку температурних змін у приміщенні при різних режимах роботи системи опалення, що є основою для розробки точних математичних моделей та практичних рекомендацій щодо забезпечення теплового комфорту.

2. МЕТА

Метою дослідження є проведення експерименту та збір даних динаміки температурного режиму приміщення при відключенні системи опалення. Ці дані надалі будуть використані для верифікації математичних моделей температурного стану приміщення а також для розробки заходів з підтримання належної температури приміщення при відключенні системи опалення.

3. ОПИС ЕКСПЕРИМЕНТУ

Експериментальні дослідження проводилися на базі кафедри теплотехніки, що є частиною факультету інженерних систем і екології КНУБА. В якості основного експериментального майданчика було обрано лабораторію будівельної теплофізики та енергоефективних будівель і споруд.

Лабораторний випробувальний стенд призначений для проведення теплотехнічних вимірювань тепловолігісних параметрів приміщення.

Вимірювальний комплекс складається з датчиків для вимірювання температури, з'єднаними з 8-ми каналними вимірювачами температури REGMIK I8 8YB/1P-8I:

- 7 термопар, що розміщені як на поверхнях стіни, так і рівномірно по товщині стіни;
- 3 пари термопар (всередині та зовні) на однокамерному та двокамерному склопакеті;
- 2 термометри опору, за допомогою яких визначені температури зовнішнього повітря та поверхні радіатора.

Температурні дані реєструються кожну годину та зберігаються в електронному вигляді для подальшої обробки та аналізу.

Експеримент проводився в 2 фази:

- з 15 лютого по 23 лютого 2025 року. В цей час температура зовнішнього повітря була найнижчою за опалювальний період 2024-2025 р.р. та навантаження на систему опалення було максимальним
- з 13 березня по 31 березня 2025 року. Протягом цього часу опалення працювало з 17 по 26 березня, що дозволило зафіксувати зміни температури в приміщенні при підключенні та відключенні опалення.

4. ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

З результатів вимірювання теплового стану приміщення в лютому отримано наступні експериментальні дані.

Впродовж доби температура зовнішнього повітря змінювалась від -8°C вночі до +2°C вдень. За рахунок дії сонячної радіації в денний період доби температура зовнішньої поверхні стіни підвищувалась від -7°C до 19°C, склопакета – від -5°C до 18°C. Температура нагрівального пристрою змінювалась впродовж доби несуттєво і складала 47°C.

Внаслідок підвищення температури зовнішнього повітря, а також температури стіни і вікон, підвищувалась також температура внутрішньої поверхні склопакетів від 8°C до 28°C. Температура внутрішньої поверхні стіни коливалась в межах від 16°C до 18°C.

З розподілу температури по товщині стіни можна зробити висновок, що найбільш інтенсивно змінюється температура зовнішньої поверхні стіни. Всередині стіни і на внутрішній поверхні температура змінюється значно

повільніше, що свідчить про високі акумуляційні властивості та теплову стійкість даної стінової конструкції.

Що стосується вікон, то температура їх внутрішньої і зовнішньої поверхонь змінювалась одночасно в діапазонах від -4°C до 19°C та від 8°C до 28°C .

Крім того, температура в нижній частині вікна має менші значення, ніж в середній і верхній частинах вікна. Це є наслідком зростання товщини теплового пограничного шару при вільно-конвекційному русі повітря знизу догори.

З порівняння температури внутрішньої поверхні однокамерного та двокамерного склопакетів випливає, що температура на поверхні двокамерного склопакета на 7°C вище, ніж температура на поверхні однокамерного. Це є наслідком більш високого опору теплопередачі.

Що стосується розподілу температур по внутрішній поверхні вікон, то зміна цієї температури відбувається майже одночасно зі зміною зовнішньої температури.

Розглянуті результати показують, що застосована система опалення даного приміщення, а також опори теплопередачі стін і віконних конструкцій, забезпечують нормальний температурний режим приміщення ($18-20^{\circ}\text{C}$).

Дослідження зміни температурного режиму в приміщенні при відключенні системи централізованого опалення проводилось в березні. В цей період року температура зовнішнього повітря вже підвищилась до значень -3.5°C вночі до 18°C вдень.

Після відключення опалення температура радіатора за добу зменшилась від 40°C до 20°C . Далі вона продовжила зменшуватись менш інтенсивно і за наступні 3 доби досягла 16°C . Температура зовнішнього повітря при цьому змінювалась від 5°C вночі до 17°C вдень за рахунок добової амплітуди коливань температури. Після відключення радіатора температура повітря всередині приміщення протягом 4 діб поступово зменшувалася з 20°C до 16°C , тобто протягом цього часу тепловий режим приміщення набув рівноважного стану.

На наведених рисунках зображені температури на внутрішніх та зовнішніх поверхнях стіни та склопакета, а також температура опалювального приладу та температура повітря всередині приміщення та назовні протягом 3 діб після відключення опалення.

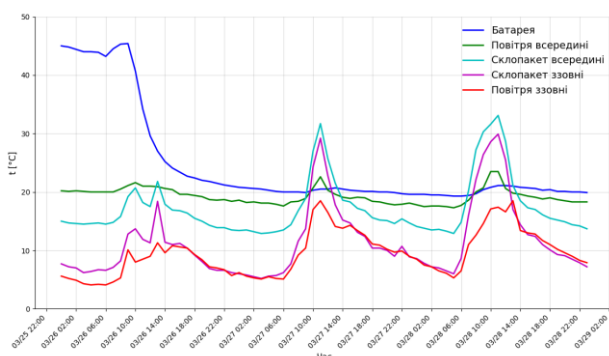


Рисунок 1. Температура склопакета, повітря та опалювального приладу при відключенні опалення

Температура зовнішньої поверхні однокамерного склопакета приблизно відповідає температурі зовнішнього середовища і перевищує її на 1°C - 2°C . А температура внутрішньої поверхні склопакета змінюється майже синхронно з температурою внутрішнього повітря і відрізняється на 2°C - 4°C в залежності від періоду доби.

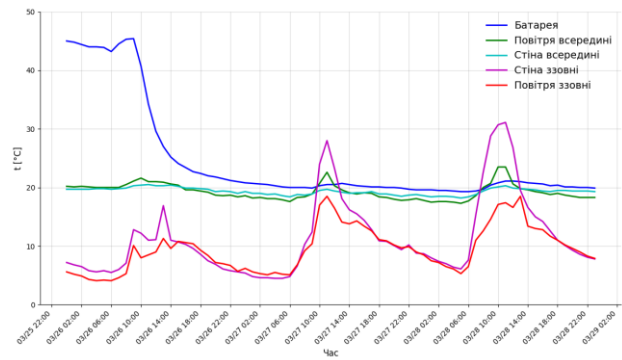


Рисунок 2. Температура стіни, повітря та опалювального приладу при відключенні опалення

Внаслідок того, що стіна має значну теплову інерційність, зміна температури зовнішньої поверхні стіни аналогічна зміні температури на зовнішній поверхні склопакета з відхиленням до 4°C . Але при цьому температура внутрішньої поверхні стіни майже не змінюється, що свідчить про теплостійкість конструкції. Її температура відрізняється від температури повітря всередині приміщення на 1°C - 2°C .

5. ВИСНОВКИ

За результатами експериментальних досліджень визначено зміну у часі температур повітря в приміщенні при наявності та відключенні систем опалення, температури зовнішньої та внутрішньої поверхонь стінової конструкції, а також одно- та двокамерних склопакетів.

Отримані дані дають достатнє уявлення про перебіг процесів теплопереносу та можуть використовуватись при розробці та верифікації математичних моделей динаміки температурного режиму в приміщенні.

Список літератури

- [1] Montazeri M., Remlinger C., Haro B.B., Heer P. Fully data-driven and modular building thermal control with physically consistent modeling / M. Montazeri et al. *Applied Energy*. 2025. Vol. 390. 125770. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2025.125770>
- [2] Li H., Pinto G., Piscitelli M.S., Capozzoli A., Hong T. Building thermal dynamics modeling with deep transfer learning using a large residential smart thermostat dataset / H. Li et al. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2024. Vol. 130. 107701. URL: <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107701>
- [3] Басок Б.І., Давиденко Б.В., Тимошенко А.В., Гончарук С.М. Температурний режим приміщення, що обігрівається двома двохпанельними радіаторами. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2018. No 4. С 20-26. URL: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.4.2018.175617>