

УДК 624.04 531/534

*М.В. Лещенко, здобувач
Т.А. Галінська, к.т.н.
А.А. Резніков, магістрант*

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОСТІЙКОСТІ СТІНОВИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ ПРИ ЇХ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ

Наведено результати теплотехнічних показників стінових огороджувальних конструкцій громадської будівлі. Отримано залежності теплотехнічних показників цих конструкцій залежно від конструктивних параметрів при їх термомодернізації.

Ключові слова: *стінова огороджувальна конструкція, термомодернізація, теплотехнічні показники.*

УДК 624.04 531/534

*М.В. Лещенко, соискатель
Т.А. Галинская, к.т.н.
А.А. Резников, магистрант*

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОСТОЙКОСТИ СТЕНОВЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ИХ ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦИИ

Приведены результаты теплотехнических показателей стеновых ограждающих конструкций общественного здания. Получены зависимости теплотехнических показателей данных конструкций в зависимости от конструктивных параметров при их термомодернизации.

Ключевые слова: *стенная ограждающая конструкция, термомодернизация, теплотехнические показатели.*

UDC 624.04 531/534

*M. Leshchenko, applicant
T.A. Galinska, PhD
A. Reznikov, master student*

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

RESEARCHING OF WALL CLADDING STRUCTURE HEAT ENDURANCE IN CIVIL BUILDINGS DURING THEIR THERMO MODERNIZATION

In this work are results of thermotechnic significatives of wall cladding structure in civil building. Dependence of thermotechnic significatives, what was got depending on the structural options during their thermo modernization.

Keywords: *wall cladding structure, thermo modernization, thermotechnics significatives*

Вступ. Ціни на світовому ринку енергетичних ресурсів стрімко підвищуються, а запаси останніх вичерпуються. У країнах Західної Європи вже понад 30 років одним із стратегічних напрямів підвищення енергоефективності економіки є енергозбереження у житловому фонді. Цей напрям піднесено до рангу державної політики. У цих країнах сформовано спеціальні підгалузі будівельної індустрії, що займаються тепловою модернізацією будівель. Тільки за минулі 15 – 20 років у цілому по країнах Західної Європи витрати різних видів палива на опалення будинків скоротилися на 40 – 50% і значно поліпшилася комфортність житла.

Україна, як відомо, належить до країн з малими енергетичними запасами. Тому стратегічним завданням національної економіки є забезпечення економного використання енергетичних ресурсів. Для будівельної галузі це завдання повинне розв'язуватися в першу чергу за рахунок суттєвого зниження витрат теплоти на опалення існуючого фонду цивільних будинків. Уведені з 1 квітня 2007 р. нові державні норми з теплозахисту будівель, а також зміни до них, які вийшли в липні 2013 р. [1], дозволяють наблизити вимоги з енергозбереження до загальноєвропейських стандартів.

Проблема термомодернізації житлового фонду України на сьогоднішній день постає гостро не тільки в м. Полтава, але й на державному рівні. Це стосується насамперед громадських будівель. Українські проєктувальники вважають, що в поліпшенні існуючих будинків – резерв економії.

Окремим фактором недосконалості будівель є тотальне ігнорування теплозахисних якостей зовнішніх огорожувальних конструкцій. Заради максимального зниження вартості конструкції відмовлялися від використання ефективних утеплювачів. Але оскільки при значній товщині зовнішньої стіни за старих норм значення опору теплопередачі забезпечувалося, то при введенні змін [1] потрібно будівлю обов'язково термомодернізувати, щоб виконувались усі вимоги цих норм.

На сьогодні одним з основних критеріїв вибору системи утеплення є створення комфортних умов проживання або роботи. Комфортним вважається таке поєднання параметрів мікроклімату, яке при тривалій дії на людину забезпечує збереження нормального функціонального і теплового стану організму без напруги реакцій терморегуляції. Ці параметри перш за все визначаються різницею між температурою повітря всередині приміщення, яка залежить від схеми й потужності опалювальної системи, і середньою температурою внутрішньої поверхні зовнішньої огорожувальної конструкції, тобто це стосується параметрів теплостійкості. Температура внутрішніх поверхонь стін прямо залежить від термічного опору зовнішніх огорожувальних конструкцій. Тому раціональна система утеплення стає невід'ємною складовою комфортності житла.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Проблеми дослідження теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій різних типів будівель науковці як Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка [2, 3], так і інші [4, 5], приділяли значну увагу ще задовго до офіційної появи самого терміна «термомодернізація» та виходу державних норм, що стосуються енергоефективності [6, 7].

Термомодернізація – комплекс ремонтно-будівельних робіт, спрямованих на підвищення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій і забезпечення їх відповідності чинним нормам [1]. Мінімально допустимий опір теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків при новому будівництві становив для I температурної зони $2,8 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, а при термомодернізації – приймався з коефіцієнтом 0,8. На сьогодні територію України поділено на дві температурні зони, і для першої мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будинків становить $3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$.

Теплостійкість характеризує ступінь затухання температурних коливань у товщині огорожувальної конструкції при проходженні через неї теплового потоку, й у результаті від теплостійкості залежить постійність температури в приміщенні. Теплостійкість конструкції зовнішньої стіни характеризується температурами на зовнішній (τ_3) та внутрішній ($\tau_в$) поверхнях.

Метою статті було, по-перше, дослідження теплостійкості зовнішніх огорожувальних конструкцій при термомодернізації громадської будівлі, тобто при різному влаштуванні шару утеплювача з різних матеріалів, по-друге, визначення оптимального варіанта теплоізоляційної оболонки.

Основний матеріал і результати. Дослідження виконувалися для кліматичних умов Полтавської області. Розрахункова температура внутрішнього повітря приймалася $+20^\circ\text{C}$, а його відносна вологість – 55%. Розрахункова температура зовнішнього повітря – -22°C . На початку дослідження була прийнята конструкція зовнішнього огороження з товщиною цегляної кладки 0,51 м, з внутрішнім та зовнішнім оздоблювальними шарами. Утеплювач приймався різного типу при різному його розташуванні, товщину було підібрано згідно з нормами [1] за формулою

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (1)$$

Товщини утеплювачів показано на конструктивних схемах стінових огорожувальних конструкцій, які зведені в таблицю 1.

Таблиця 1. Варіанти схем утеплення огорожувальної конструкції

№ з/П	Внутрішнє утеплення	Зовнішнє утеплення
1		
2		
3		

Наступним етапом дослідження було проведення розрахунку стіни на теплостійкість за нормами [1]. Згідно з п. 4.1 [1] для громадських будинків обов'язкове виконання умови про те, що теплостійкість зовнішніх огорожувальних конструкцій у літній період року становить

$$A_{\tau_B} \leq 2,5, \quad (2)$$

де A_{τ_B} – амплітуда коливань температури внутрішньої поверхні непрозорих огорожувальних конструкцій, °С (рис. 1).

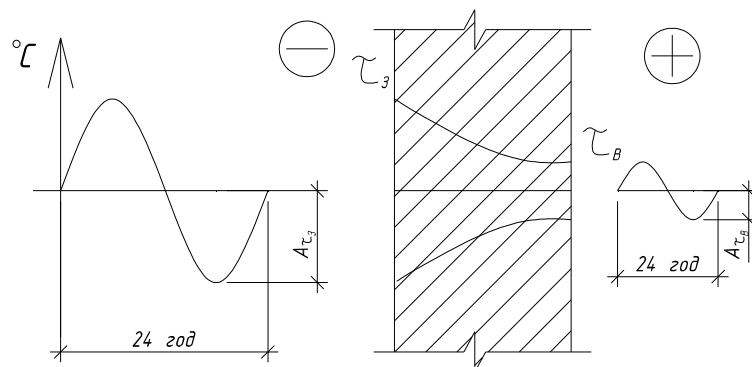


Рис. 1. Схема затухання амплітуди коливання температур на внутрішній та зовнішній поверхнях огорожувальної конструкції

Розрахунки виконували за додатком П [1], у результаті отримали $A_{\tau_B} = 0,32 < 2,5$, отже, умова (2) виконується. Але при термомодернізації необхідно влаштувати додатковий шар теплоізоляції, тому за допомогою комп'ютерного комплексу ELCUT 5.1 методом скінченних елементів досліджували амплітуду коливань температури внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції залежно від розташування утеплювача.

Для розрахунку використовуємо цегляну стіну з утепленням пінополістиролом, мінеральною ватою та скловолокном згідно з розміщенням на зовнішній і внутрішній поверхнях.

Пінополістирол $\rho_0=50 \text{ кг/м}^3$.

Утеплювач ззовні. Стіну складено з таких шарів:

- 1) цементно-піщаний розчин ($\delta=1 \text{ см}$; $\lambda_0=0,81 \text{ Вт/К}\cdot\text{м}$; $c_0=0,84 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$; $\rho_0=1800 \text{ кг/м}^3$);
- 2) пінополістирол ($\delta=7 \text{ см}$; $\lambda_0=0,045 \text{ Вт/К}\cdot\text{м}$; $c_0=1,34 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$; $\rho_0=50 \text{ кг/м}^3$);
- 3) цегляна кладка ($\delta=51 \text{ см}$; $\lambda_0=0,81 \text{ Вт/К}\cdot\text{м}$; $c_0=0,88 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$; $\rho_0=1800 \text{ кг/м}^3$);
- 4) вапняно-піщаний розчин ($\delta=2 \text{ см}$; $\lambda_0=0,93 \text{ Вт/К}\cdot\text{м}$; $c_0=0,84 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$; $\rho_0=1600 \text{ кг/м}^3$).

Розбиваємо конструкцію на скінченні елементи (рисунок 2).

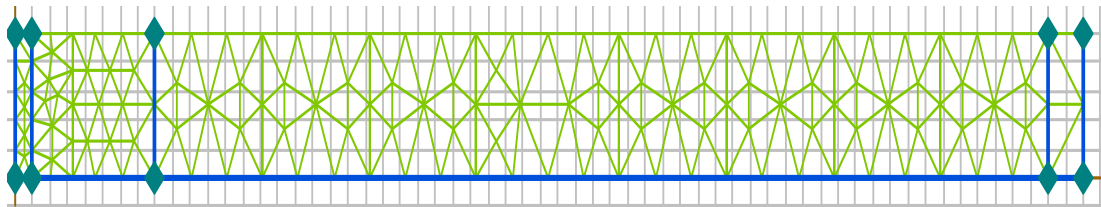


Рис. 2. Схема конструкції

Будуємо температурне поле (рисунок 3).

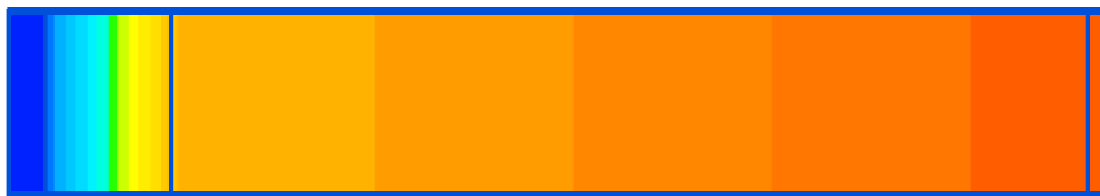


Рис. 3. Температурне поле огорожувальної конструкції

Далі будуємо графік зміни температури в часі на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції (рисунок 4).

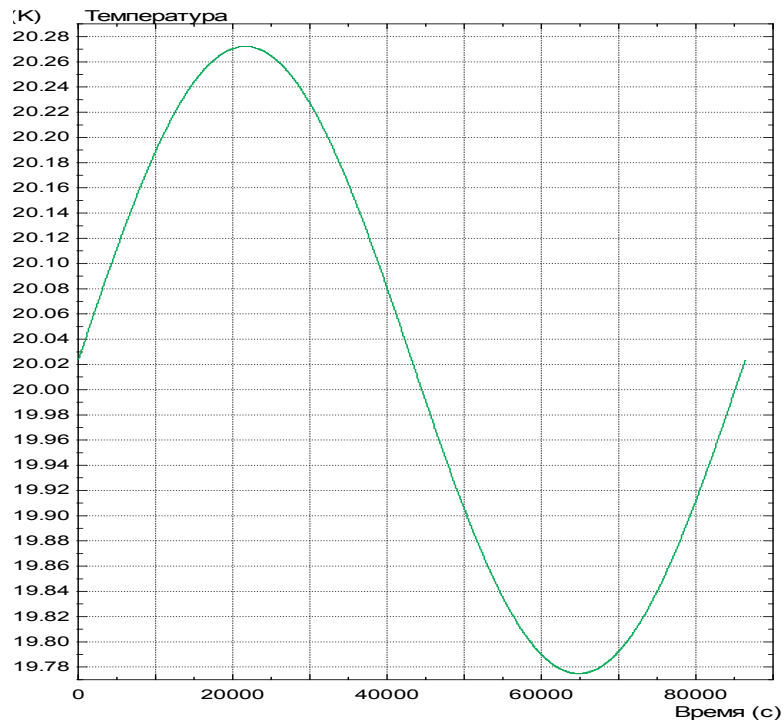


Рис. 4. Графік зміни температури в часі на внутрішній поверхні

За графіком визначаємо амплітуду коливання температури на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції $\Delta=t_{\max}-t_{\min}=20,27-19,78=0,49\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Утеплювач зсередини. Склад шарів стінової огорожувальної конструкції залишається той самий, але послідовність їх змінюється.

Розбиваємо конструкцію на скінченні елементи (рисунок 5).

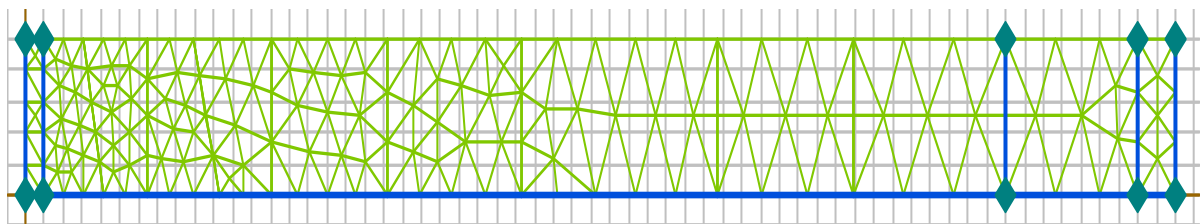


Рис. 5. Схема конструкції

Будуємо температурне поле (рисунок 6).



Рис. 6. Температурне поле огорожувальної конструкції

За графіком визначаємо амплітуду коливання температури на внутрішній поверхні огорожувальної конструкції $\Delta=t_{\max}-t_{\min}=20,27-19,75=0,52$ °С.

Аналогічний розрахунок виконували для мінеральної вати та скловолокна з відповідними теплотехнічними характеристиками матеріалів.

Висновки. При розрахунку зовнішньої огорожувальної конструкції стіни громадської будівлі на теплостійкість було отримано такі результати:

– при теоретичному розрахунку за нормами [1] амплітуда коливань температури внутрішньої поверхні до термомодернізації дорівнює $A_{\tau_B} = 0,32$ °С, що відповідає нормативному, але при додатковому утепленні буде спостерігатися відмінність цього значення залежно від місця розташування утеплювача;

– при розрахунку методом скінченних елементів за допомогою програмного комплексу амплітуда коливань температури внутрішньої поверхні після термомодернізації дорівнює:

при внутрішньому утепленні для:

– пінополістиролу $A_{\tau_B} = 0,52$ °С, що відповідає нормативному;

– мінеральної вати $A_{\tau_B} = 0,02$ °С, що відповідає нормативному;

– скловолокна $A_{\tau_B} = 0,02$ °С, що відповідає нормативному;

при зовнішньому утепленні для:

– пінополістиролу $A_{\tau_B} = 0,49$ °С, що відповідає нормативному;

– мінеральної вати $A_{\tau_B} = 0,015$ °С, що відповідає нормативному;

– скловолокна $A_{\tau_B} = 0,015$ °С, що відповідає нормативному.

Оскільки всі значення відповідають нормативним, то потрібно проаналізувати температурні поля всередині огорожувальної конструкції при різних її варіантах утеплення.

Результати показали, що найефективнішим варіантом є утеплення мінеральною ватою або скловолокном. Але оскільки при монтажі мінвата є менш травмонебезпечною, ніж скловолокно, то матеріалом для додаткового утеплення є саме мінеральна вата товщиною $\delta=12$ см з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_0=0,081$ Вт/К·м і щільністю $\rho_0=200$ кг/м³.

Література

1. ДБН В.2.6. – 31: 2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2006-09-09]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 71 с. Зі зміною №1.

2. Фаренюк, Г.Г. Особливості термомодернізації багатопверхових будівель з навісними залізобетонними панелями / Г.Г. Фаренюк, О.В. Семко, О.Б. Борисенко // Енергозбереження у будівництві та архітектурі: наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2012. – Вип. 3. – С. 91 – 96.

3. Чернявський, В.В. *Енергозбереження при термомодернізації житлового фонду України* / В.В. Чернявський, О.Б. Борисенко // *Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник*. – К.: КНУБА, 2011. – Вип.40. – С.521 – 532.
4. Santos, P. *Energy Efficiency of Light-weight Steel-framed Buildings* / P. Santos, L. Simões da Silva, V. Ungureanu. – *Sustainability & Eco-Efficiency of Steel Construction*. – 2012. – 175 p.
5. Lis, P. *Potencjalny efekt ekonomichzny racjonalizacia ciepla do ogrewania lokalnej grupy budinkow edukacyjnych* // P. Lis, W. Novak / *International seminar ENERGOPDOM*. – *Kracow, 2006, part 2*. – P. 433 – 441.
6. ДСТУ Б EN ISO 13790:2012 (EN ISO 13790:2008, IDT) *Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні*. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 238 с.
7. *Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорту будівель при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б.А.2.2-5:2007. [Чинний від 2008-07-01]*. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 43 с.

Надійшла до редакції 25.09.2013

© М.В. Лещенко, Т.А. Галінська, А.А. Резніков