

**Б.І. Басок, Б.В. Давиденко, С.М. Гончарук**

Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ

## **РІЗНОВАРІАНТНА ТЕРМОРЕНОВАЦІЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЧАСТИНИ ПОВЕРХУ ІСНУЮЧОЇ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ ТА МОНІТОРИНГ ТЕПЛОТРАТ ПРИ ЇЇ ТРИВАЛІЙ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**



*Обґрунтовано варіанти застосування енергозберігаючих вікон та енергоефективної теплоізоляції. Для визначення впливу матеріалу відповідного типу на підвищення теплоізоляційної спроможності огороджувальних конструкцій встановлено термометри опору та датчики теплових потоків на їх поверхнях.*

*Ключові слова: термореновація, огороджувальні конструкції, металопластикові вікна, теплоізоляційні покриття.*

Одним з найбільш значних споживачів енергетичних ресурсів в економіці України є комунальне господарство. Однак ефективність використання енергоносіїв для теплопостачання житлових будівель, громадських споруд та промислових об'єктів дуже низька. Аналіз втрат теплової енергії і природного газу, що використовується на виробництво втраченої теплової енергії в комунальній теплоенергетиці у схемах централізованого теплопостачання, свідчить про те, що найбільші втрати теплоти відбуваються у її кінцевих споживачів (до 30–45 %), тобто в опалювальних будинках. Одна з причин цих втрат полягає в тому, що теплоізоляційна спроможність стін, огорож та вікон більшості будинків, що експлуатуються понад 30 років, не відповідає сучасним вимогам енергозбереження та створення належних повітряно-температурних умов у приміщеннях. У зв'язку з цим актуальною стає проблема організації енергозберігаючих режимів експлуатації іс-

нуючих споруд, які б забезпечували належні санітарно-гігієнічні умови в приміщеннях при мінімальних обсягах теплопостачання. Одним з ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є термореновація (або термомодернізація) огороджувальних конструкцій будинків, мета якої полягає в підвищенні термічних опорів зовнішніх стін, дахів та світлопрозорих елементів споруд. Основними заходами по термореновації є встановлення додаткового теплоізоляційного шару на зовнішній поверхні огорожі та заміна старих віконних конструкцій на сучасні склопакети з високим термічним опором.

Зважаючи на те, що заходи з термореновації вимагають значних капіталовкладень, виникає необхідність у порівняльному аналізі тепло-технічної та економічної ефективності використання того чи іншого теплоізоляційного матеріалу або тієї чи іншої світлопрозорої конструкції. При цьому важливо також враховувати довговічність покриттів за різних умов їх експлуатації. У зв'язку з цим виникає необхідність у різноваріантній термореновації окремих приміщень та експериментальних дослі-

дженнях їх повітряно-температурних режимів і відповідних обсягів тепловтрат через огорожі кожного приміщення.

На вирішення цієї проблеми було спрямовано інноваційний проект, мета якого полягала в обґрунтуванні шляхів зменшення теплоспоживання існуючих адміністративних будівель шляхом зменшення тепловтрат за рахунок впровадження оптимальних варіантів термореновації огорожувальних будівельних конструкцій та дослідження ефективності заходів з термореновації при довгостроковій експлуатації споруди. Об'єктом дослідження та місцем застосування результатів проекту була споруда першого (адміністративного) корпусу Інституту технічної теплофізики НАН України (вул. Булаховського, 2). Дана споруда являє собою триповерхову громадську будівлю, що побудована за типовим проектом 1966 р. та здана в експлуатацію у 1973 р. Споруда має довжину 60 м, висоту 10,6 м та ширину 18 м. Віконні конструкції складають 4/9 бічної поверхні споруди. Площа одного вікна – 2 м<sup>2</sup>.

Споруда опалюється за допомогою 142-х конвекторів. Зовнішні стіни шириною 0,24 м мають тришарову структуру. Внутрішній та зовнішній шари стіни (завтовшки по 0,08 м) виконанні із залізобетону. Прошарок між ними (0,08 м) заповнений шлаковатою.

Перед виконанням проекту було проаналізовано теплотехнічний стан огорожувальних конструкцій першого корпусу. За результатами тепловізійного обстеження огорож було визначено ділянки з найбільшими рівнями тепловтрат. Такі ділянки характеризуються найвищими значеннями температури зовнішньої поверхні, що свідчить про найменші локальні значення температурних опорів огорож. Тепловтрати з поверхонь огорож досліджувалися також за допомогою встановлених датчиків теплових потоків. Було визначено, що густини теплових потоків розподіляються по поверхнях огорож нерівномірно. Максимальні тепловтрати відповідають ділянкам, де знаходяться стики бетонних панелей, а також металеві вклучення в панелі (тобто арматура).

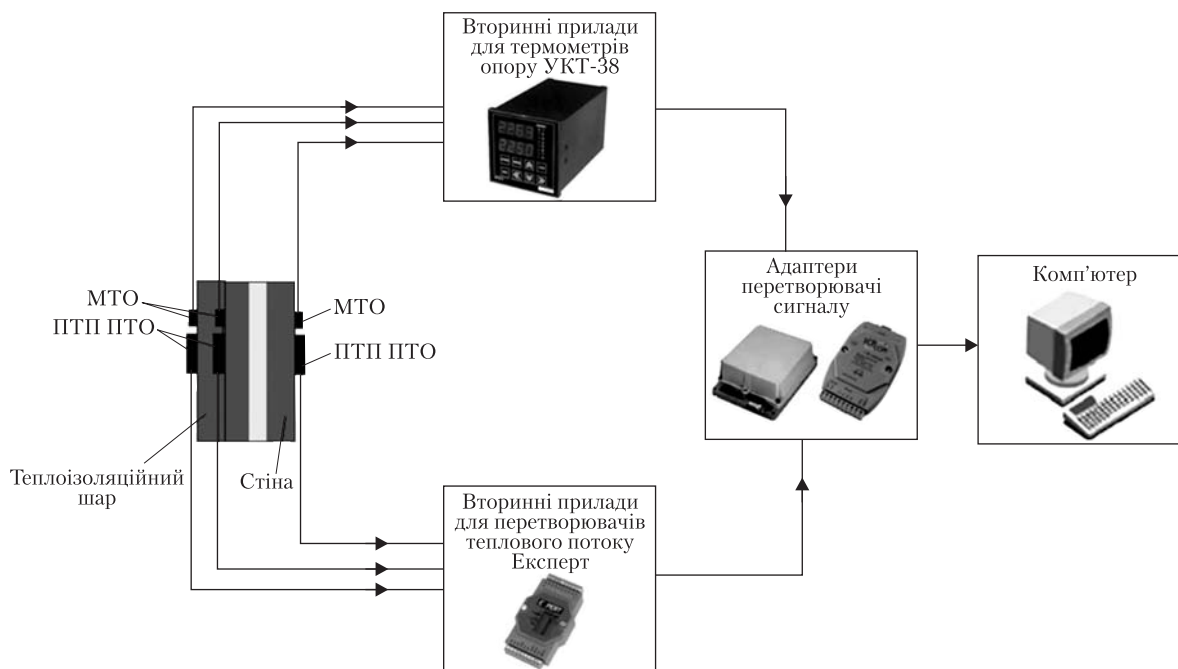


Схема збору та обробки інформації з перетворювачів теплових потоків (ПТП), мідних (МТО) та платинових (ПТО) термометрів опору

Теоретичний аналіз тепловіддачі зовнішніх поверхонь огорож досліджуваного корпусу виконувався за допомогою чисельного моделювання вітрової течії коло споруди, яка супроводжується теплопереносом. За результатами чисельного моделювання було визначено поля швидкості, тиску та температури вітрової течії навколо корпусу, а також розподіл коефіцієнтів тепловіддачі на його зовнішніх поверхнях. Методом чисельних досліджень визначалися також закономірності радіаційно-конвективного теплопереносу через віконні конструкції.

За результатами експериментального та розрахункового визначення рівнів тепловтрат з поверхонь огорож було зроблено висновок про незадовільний теплотехнічний стан огорож корпусу та невідповідність їх теплоізоляційної спроможності сучасним вимогам. Отже, огорожувальні конструкції корпусу підлягали термореновації.

Термореновацію було виконано шляхом заміни в ряді приміщень другого поверху першого корпусу старих вікон на сучасні однокамерні та двокамерні склопакети з різними значеннями термічних опорів, а також шляхом встановлення теплоізоляційних покриттів з матеріалів різних типів на частині ділянки зовнішньої поверхні огорож з боку північного фасаду корпусу. Для перевірки ефективності застосування енергозберігаючих вікон в проекті застосовувалися склопакети:

- ✦ однокамерні та двокамерні;
- ✦ як з енергоефективними низькоемісійними стеклами, так і зі звичайними стеклами без низькоемісійних покриттів;

**Вплив заходів з термореновації на тепловтрати будівлі**

Назва показника	В приміщеннях до проведення термореновації	В приміщеннях після проведення термореновації
Тепловтрати через вікна, кВт	6,522	2,742
Тепловтрати через зовнішні стіни, кВт	1,259	0,612
Загальні тепловтрати, кВт	7,781	3,354

- ✦ склопакети, заповнені як повітрям, так і аргоном;
- ✦ склопакети з різними за товщиною стеклами – 4 і 6 мм;
- ✦ алюмінієві та пластикові дистанційні рамки;
- ✦ склопакети з різною відстанню між стеклами;
- ✦ склопакети з трьох-, п'яти та шестикамерними профілями рам.

Технологічні операції по заміні старих віконних конструкцій на сучасні склопакети включали етапи:

- ✦ видалення старих віконних конструкцій та очищення віконного прорізу від будівельного бруду;
- ✦ установка датчиків теплового потоку на поверхню віконних прорізів;
- ✦ встановлення та закріплення металопластикових профілів рам у віконні прорізи;
- ✦ установка склопакетів в металопластикові віконні рами;
- ✦ заповнення повітряних прошарків між рамами та віконними прорізами теплоізолюючою піною;
- ✦ облаштування відкосів.

Теплоізоляційні матеріали, що застосовувалися для утеплення фасаду будівлі, відрізняються за коефіцієнтами теплопровідності та іншими теплофізичними властивостями. Найкращими вважаються вироби з мінеральної вати (скловати та базальтової вати різної густини). Зазначені матеріали характеризуються найбільш високими показниками з екологічної та пожежної безпеки, хоча за теплоізоляційною здатністю дещо поступаються органічним матеріалам, таким, як пінополістирол та пінополіуретан.

Для визначення теплотехнічних характеристик кожного з варіантів термореноваційних заходів застосовується система вимірювання температури та густини теплового потоку на різних ділянках поверхонь огорожувальних конструкцій (див. рисунок).

Система працює в режимі постійної фіксації вказаних величин, значення яких з певною

періодичністю записуються на комп'ютер. Аналіз одержаної таким чином інформації за весь опалювальний період дасть можливість визначити ефективність різних теплоізоляційних матеріалів та різних типів віконних конструкцій в плані зменшення тепловтрат через огорожі будинку та поліпшення температурних режимів кожного з приміщень.

Розрахункові значення тепловтрат через частину бічної поверхні огорож північного фасаду корпусу до термореновації та після неї наведено в таблиці.

З таблиці видно, що зазначені заходи з термореновації частини поверхні огорож корпусу мають скоротити обсяги загальних тепловтрат майже вдвічі. При цьому основна частка економії теплової енергії припадає на віконні конструкції. Експериментальна перевірка наведених показників буде здійснюватися за допомогою системи вимірювання протягом наступних років. Отримані результати виміру тепловтрат через огорожувальні конструкції впродовж тривалого часу експлуатації споруди після її термореновації дозволять запропонувати найбільш оптимальні з теплотехнічної та економічної точок зору варіанти термореновації огорожувальних конструкцій.

*Б.И. Басок, Б.В. Давыденко, С.М. Гончарук*

РАЗНОВАРИАНТНАЯ ТЕРМОРЕНОВАЦИЯ  
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЧАСТИ  
ЭТАЖА СУЩЕСТВУЮЩЕГО  
АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ  
И МОНИТОРИНГ ТЕПЛОПOTЕРЬ  
ПРИ ЕГО ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Обоснованы варианты применения энергосберегающих окон и энергоэффективной теплоизоляции. Для определения влияния материала соответствующего типа на повышение теплоизоляционной способности ограждающих конструкций установлены термометры сопротивления и датчики тепловых потоков на их поверхностях.

*Ключевые слова:* термореновация, ограждающие конструкции, металлопластиковые окна, теплоизоляционные покрытия.

*B.I. Basok, B.V. Davydenko, S.M. Goncharuk*

DIFFERENT VARIANTS OF THERMORENOVATION  
OF ENCLOSING CONSTRUCTIONS OF FLOOR PART  
IN THE EXISTING OFFICE BUILDING AND  
MONITORING OF HEAT LOSSES DURING ITS  
PROTRACTED EXPLOITATION

The options of energy-efficient windows and energy-efficient insulation were substantiated. To determine the effect of the material appropriate type on the increase of thermal insulation capability of building enclosing constructions, the resistance thermometers and heat flux sensors were established on their surfaces.

*Key words:* thermorenovation, enclosing constructions, metal-plastic windows, insulation coating materials.

Стаття надійшла до редакції 23.04.12