

## **ТЕМПЕРАТУРНО-ВОЛОГІСНА ОЦІНКА ФАСАДНОЇ СИСТЕМИ ІЗ ЦЕГЛЯНИМ ОБЛИЦЮВАЛЬНО-ЗАХИСНИМ ШАРОМ**

*У статті наведені результати оцінювання температурно-вологісного режиму одного з конструктивних вирішень фасадних систем цегляних будівель та пропозиції щодо його використання.*

**Ключові слова:** *температурно-вологісний режим, фасадні системи, цегляний личкувальний шар, вентильований повітряний прошарок.*

*В статтє приведенє результати оцєнки температурно-влажностного режима одного из конструктивных решений фасадных систем кирпичных зданий и предложения по его использованию.*

**Ключевые слова:** *температурно-влажностный режим, фасадные системы, кирпичный облицовочный слой, вентилируемая воздушная прослойка.*

*The article presents the results of evaluation of temperature and moisture regime a constructive solutions to the systems of the brick facade buildings and proposals for its use.*

**Key words:** *temperature and moisture regime, facade systems, brick facing layer, ventilated air layer.*

**Постановка проблеми.** Уведені з 1 квітня 2007 р. нові державні норми з термозахисту будівель [1] дозволяють наблизити вимоги з енергозбереження до загальноєвропейських стандартів. Значно підвищені вимоги до опору теплопередачі конструкцій теплоізоляційної оболонки будівель можливо реалізувати лише проектуванням таких конструкцій багатошаровими з використанням у шарах матеріалів, характеристики теплопровідності та паропроникності яких можуть відрізнятися навіть на порядок. Багатошаровість конструкцій вимагає зваженого підходу до їх складу, місця розташування та типу ефективних теплоізоляційних шарів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Результати досліджень [2 – 4] дозволяють стверджувати, що найбільш раціональним є використання теплоізоляції із зовнішнього боку стінової огорожі, тобто при застосуванні фасадних систем. У цьому випадку межа промерзання й точка роси розташовані, як правило, назовні кладки і масивна стіна може служити в якості акумулятора тепла, а це підвищує теплостійкість огорожувальної конструкції та поліпшує її теплозахисні властивості; температурні коливання зовнішнього повітря не так суттєво впливають на мікроклімат приміщення (особливо в літній період); створюється захисна термооболонка, яка частково чи повністю виключає «містки холоду» в структурі огорожувальних конструкцій. Класифікацію основних конструктивних типів фасадних систем, основні вимоги до їх проектування, влаштування та експлуатації наведено в державних нормах [5], в розробленні яких брали участь і автори роботи.

**Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** В нормах [5] як приклад конструктивної схеми збірної системи з несучими зовнішніми стінами та опорядженням цеглою (клас Б) наведено конструкцію (див. рис. 1), де тепла ізоляція є самонесучою в межах ярусу і встановлена з повітряним прошарком між її зовнішньою поверхнею та захисним шаром із цегли. Наявність у конструкції залізобетонного консольного пояса як можливого «містка холоду» вимагає додаткового температурно-вологісного оцінювання вузла, що і стало метою досліджень.

**Формулювання завдань досліджень:**

1. Дослідити доцільність застосування вкладиша з ефективного утеплювача в конструкції перекриття житлового будинку для різних температурних зон.

2. Визначити мінімально необхідну товщину вкладиша.

3. Дослідити вплив місця розташування вкладиша на температуру в точці перетину стелі й внутрішньої поверхні зовнішньої стіни.

4. Визначити, при яких величинах коефіцієнта теплопровідності матеріалу вкладиша буде виконуватися нормований за санітарно-гігієнічними умовами перепад між температурою внутрішнього повітря та внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції.

5. Дослідити вологісне поле у місці спирання залізобетонного консольного пояса на зовнішню стіну стосовно наявності зон конденсації водяних парів в огорожувальній конструкції.

**Виклад основного матеріалу.** Для дослідження була прийнята конструктивна схема збірної фасадної системи з опорядженням цеглою, наведена на рис. 1.

При дослідженнях використовувались програми розрахунку температурних та вологісних полів ELCUT.

На початку дослідження була розрахована товщина шару утеплювача з екструдованого пінополістеролу щільністю  $50 \text{ кг/м}^2$  для всіх температурних зон України. При розрахунку використовувалась програма T1 кафедри архітектури та міського будівництва. У результаті розрахунку виявлено, що товщина утеплювача в I зоні склала  $0,09 \text{ м}$ , для II зони –  $0,08 \text{ м}$ , III –  $0,07 \text{ м}$ , IV –  $0,06 \text{ м}$ .

На рис. 2 наведено схему розміщення ізоляції температурного режиму в товщі конструкції за умови I температурної зони України.

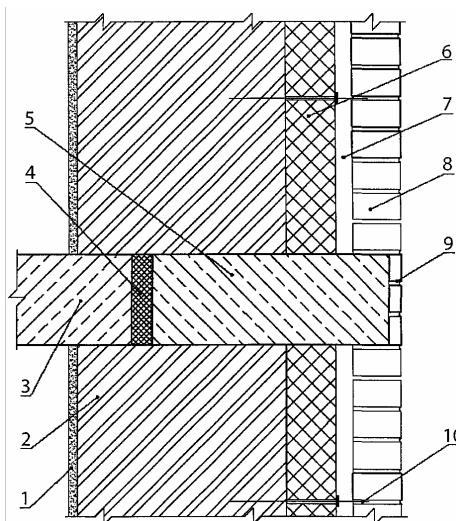


Рисунок 1 – Розрахункова схема конструкції: 1 – внутрішня штукатурка; 2 – несуча стіна; 3 – плита перекриття; 4 – додатковий теплоізоляційний вкладиш; 5 – залізобетонний консольний пояс через 3 – 4 поверхи; 6 – шар теплової ізоляції; 7 – повітряний вентиляований прошарок; 8 – опоряджувальний шар із цегли або стінових дрібноштучних каменів із вентиляційними отворами у вертикальних швах; 9 – клінкерна фасадна цегла; 10 – металевий зв'язок із фіксатором теплоізоляційного шару

Аналіз температурних полів конструкції, що вивчається, без додаткового теплоізоляційного вкладиша у різних температурних зонах показав, що нормований температурний перепад між температурою внутрішнього повітря і температурою в місці перетину стелі та внутрішньої поверхні стіни виконується для III і IV температурних зон, для яких температура в куті відповідно склала  $16,1^\circ\text{C}$  та  $16,6^\circ\text{C}$ . У I і II температурних зонах нормований перепад не виконується. При використанні таких

конструкцій у цих зонах необхідно застосовувати додатковий теплоізоляційний вкладиш (див. рис. 1).

Був виконаний аналіз впливу товщини додаткового вкладиша на температуру в куті між стелею та внутрішньою поверхнею стіни. Як видно з графіка (рис. 3), мінімально необхідна товщина вкладиша в I температурній зоні складає 0,003 м. Із конструктивних міркувань у подальших дослідженнях мінімальна товщина вкладиша була прийнята 0,03 м.

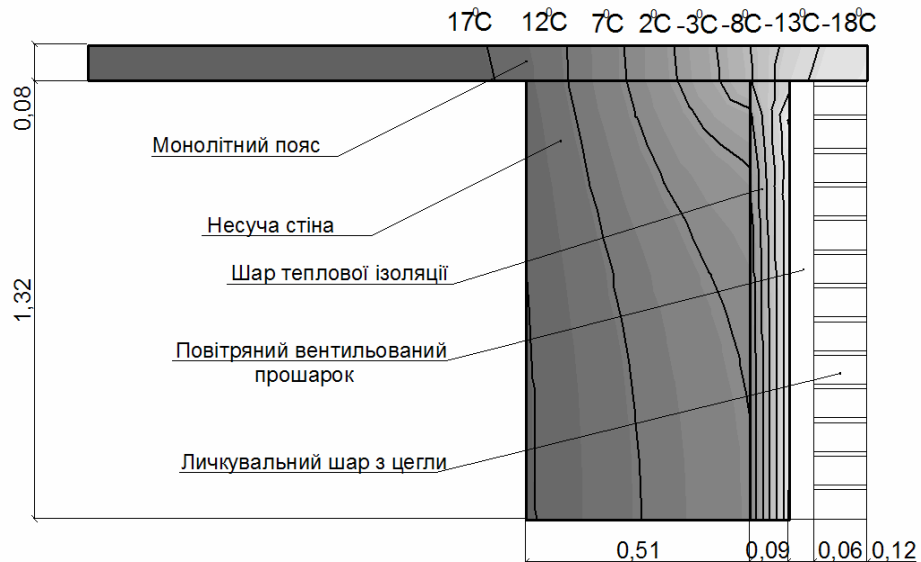


Рисунок 2 – Примикання внутрішньої поверхні утеплювача до нижньої поверхні консольного пояса з нанесеними ізотермами



Рисунок 3 – Графік залежності між товщиною додаткового теплоізоляційного вкладиша і температурою в куті

Був виконаний аналіз впливу розташування додаткового вкладиша на температуру в куті. Мінімальна відстань розміщення вкладиша від внутрішньої поверхні стіни була прийнята 0,12 м, тобто на величину спирання конструкції перекриття на стіну. Максимальна відстань приймалась 0,2 м, що забезпечує надійність затиснення консольної частини перекриття у стіні. На рис. 4 наведено залежність зміни температури у куті від місця розташування вкладиша. Як видно з графіка, розташування утеплювача суттєво не впливає на температуру в куті. Нормований перепад дотримується.



Рисунок 4 – Графік залежності між розташуванням теплоізоляційного вкладиша від внутрішньої поверхні стіни і температурою в куті

Було визначено максимальний коефіцієнт теплопровідності матеріалу додаткового вкладиша, при якому в куті виконується нормований санітарно-гігієнічними нормами перепад температур. Товщина додаткового вкладиша приймалася 0,03 м, а відстань його від внутрішньої поверхні стіни становить 0,12 м. Як видно з рис. 5, максимальне значення коефіцієнта теплопровідності складає  $1 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$ . Тобто в якості утеплювача можуть використовуватися всі відомі утеплювачі, які занесено в додаток Л ДБН.

При виконанні дослідження характеру розподілу парціального тиску водяної пари і насиченої водяної пари у порах матеріалу шарів огорожувальної конструкції за розрахункові параметри зовнішнього повітря приймалися середньомісячна (за січень) пружність водяної пари зовнішнього повітря у м. Полтаві, яка складає 380 Па. Температура за цей же період склала  $-6,9^{\circ}\text{C}$ .

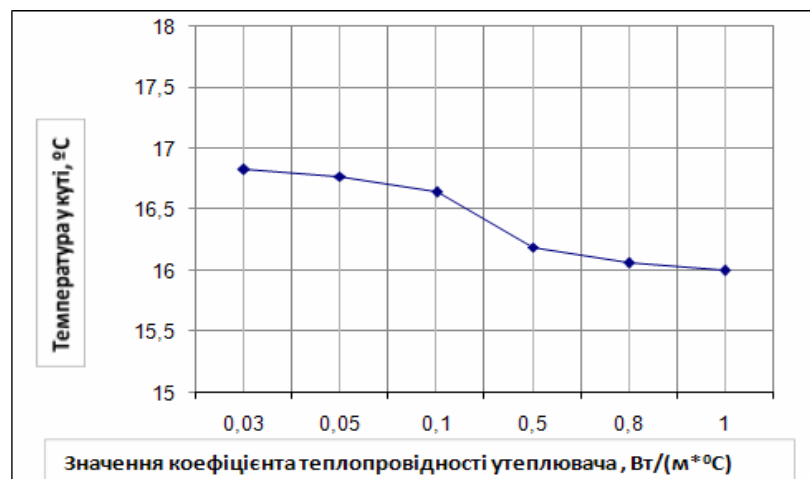


Рисунок 5 – Графік залежності між значенням коефіцієнта теплопровідності утеплювача і температурою в куті

Найбільш проблемним із точки зору накопичення вологи в утеплювачі є примикання внутрішньої поверхні утеплювача до нижньої поверхні монолітного пояса. Для цієї зони виконувалися дослідження (див. розрахункову схему рис. 6).

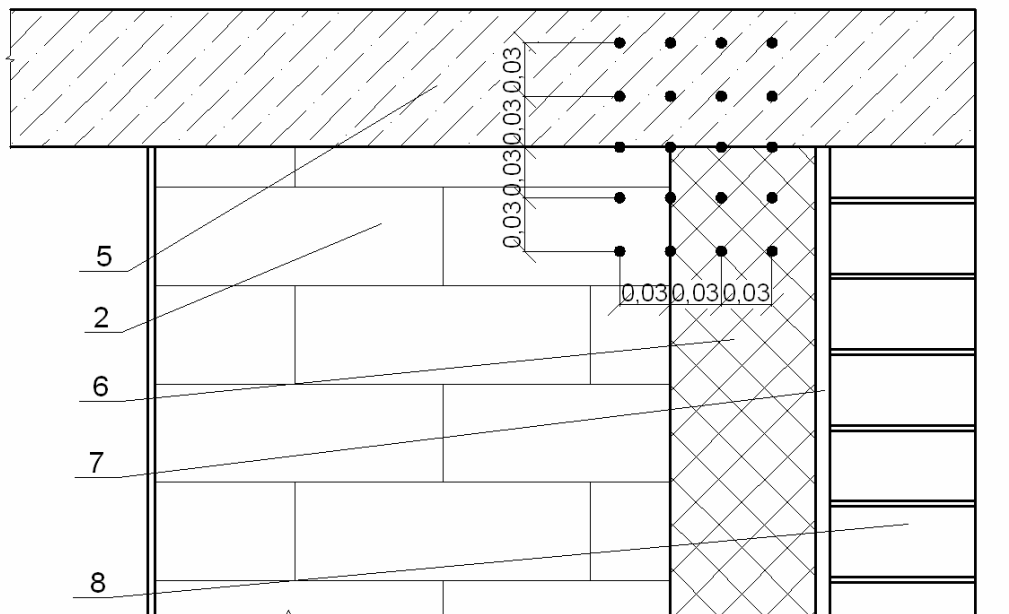


Рисунок 6 – Розрахункова схема примикання внутрішньої поверхні утеплювача до нижньої поверхні монолітного пояса з нанесеними розрахунковими точками (позначення 5, 2, 6, 7, 8 такі, як для рис.1)

З використанням побудованого температурного поля та поля значень парціального тиску водяної пари в характерних розрахункових точках вузла (див. рис. 6) було виконане порівняння значень останнього зі значеннями максимального парціального тиску водяної пари в точках проблемної зони. Значення відносної вологості коливалися в межах від 75 до 82%. Оскільки в жодній із розрахункових точок відносна вологість не досягала 100%, то конденсації водяної пари не відбувалося.

Була визначена відносна вологість у точці примикання внутрішньої поверхні утеплювача до нижньої поверхні монолітного пояса, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря  $-22^{\circ}\text{C}$  вона склала 90%.

**Висновок.** Додатковий теплоізоляційний вкладиш у конструкції перекриття для вузла (див. рис. 1) є обов'язковим елементом при будівництві в кліматичних умовах I та II температурних зон України. При цьому достатньою є його мінімальна товщина 0,03 м. Зміщення вкладиша в бік зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції та підвищення коефіцієнта теплопровідності його матеріалу знижує ефективність його використання. Розглянуте конструктивне рішення фасадної системи не допускає утворення зон конденсації водяної пари.

#### Література

1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбудархітектури України, 2006. – 71 с.
2. Дамаскін Б.С. Шляхи підвищення теплотехнічних властивостей огорожувальних конструкцій житлових будинків / Б.С. Дамаскін // Енергозбереження в будівництві: тепло- та звукоізоляційні матеріали, фасади, фасадні системи. – К., 2006. – С. 36 – 38.
3. Чернявський В.В. Теплоізоляційно-опоряджувальні фасадні системи як засіб термомодернізації житлового фонду України / В.В. Чернявський, О.І. Юрін, Г.Г. Фаренюк // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. Вип. 17. – Рівне, 2008. – С. 365 – 372.
4. Чернявський В.В. Аналіз стану та проблеми термомодернізації житла фасадними системами / В.В. Чернявський, Р.В. Лопаткін, Г.Г. Фаренюк // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. Вип. 18. – Рівне, 2009. – С. 424 – 430.

5. ДБН В.2.6.-33:2009. Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування та експлуатації. – К.: Мінбудархітектури України, 2009. – 24 с.

Надійшла до редакції 08.02. 2010

© В.В. Чернявський, О.І. Юрін,  
А.О. Пойда, Ж.Ю. Бескровна