

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ ВІКОННИХ БЛОКІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено оцінку розміщення віконного блоку в конструкції стіни для покращення ефективності його роботи за допомогою моделювання на програмному комплексі «ELCUT» V.5.10, який надав можливість здійснити аналітичні дослідження та виявити особливості формування температурного режиму вузлів примикання елементів світлопрозорих огорожувальних конструкцій (СОК) до непрозорих конструкцій фасаду будівель.

Ключові слова: віконні блоки, віконні системи, віконні укосу, моделювання, світлопрозорі огорожувальні конструкції, тепловий режим.

Abstract

The assessment of the placement of the window block in the wall structure was carried out to improve its efficiency by means of modeling on the "ELCUT" V.5.10, software package, which made it possible to carry out analytical studies and identify the features of the formation of the temperature regime of the junction points of the elements of translucent enclosing structures (SOC) to opaque structures building facades.

Keywords: window blocks, window systems, window slopes, modeling, translucent fencing structures, thermal regime.

Вступ

Рішення проблеми енергозбереження багато в чому визначає строки виходу України із тривалої економічної кризи [1]. Проектування сучасної будівлі вимагає опрацювання на стадії проекту всіх вузлів огорожувальних конструкцій, а оцінка теплотехнічних характеристик світлопрозорих елементів зовнішніх стін (віконних блоків) і примикань цих елементів до непрозорих ділянок багато в чому визначає загальну енергоефективність будівлі. Відповідно, важливим є подальший розвиток методів розрахунку теплотехнічних показників світлопрозорих конструкцій та їх експериментального визначення.

Всі ми знаємо, як взимку замерзають вікна в громадському транспорті - спочатку малюнок з'являється по краях вікна, потім затягується до центру. Розподіл температури влаштовано так, що по периметру скло охолоджується сильніше, ніж у центрі. Така проблема природно існує і у вікнах. Це суттєво збільшує втрати тепла. Ширина «крайової зони» знаходиться в межах від 60 до 100 мм. За різними випробуваннями було виявлено, що падіння температури в зоні сполучення склопакета з імпостами порівняно з центральною зоною вікна може бути від 6 до 12 градусів. При використанні однокамерного склопакету з невисокою посадкою в профіль температура внутрішньої поверхні скління може опускатися нижче 0 градусів.

Для сучасних будівель площа світлопрозорих конструкцій (СК) має набагато велику питому вагу, що зумовлює необхідність спеціального аналізу впливу світлопрозорих огорожувальних конструкцій (СОК) на формування енергетичних показників будівель у цілому. Тому пріоритетними є проблеми розробки раціональних інженерних методів оцінювання та проектування стінових огорожувальних конструкцій з великими коефіцієнтами скління фасадів багатопверхових будівель.

Метою роботи є аналіз конструкцій віконних систем, вузла віконного укосу, та оцінка теплотехнічних характеристик при різних схемах виконання монтажу світлопрозорих конструкцій.

Результати дослідження

До важливих функцій, які виконують СОК, належать освітлення приміщень і забезпечення

прямого зорового контакту між інтер'єром і зовнішнім середовищем. Велике значення для формування нормального середовища за вимогами гігієнічних показників має провітрювання приміщень, зниження можливості конденсації вологи на огорожувальних конструкціях. Це зумовлює потребу в розгляді комплексу показників, що визначають характеристики теплоізоляції та повітропроникнення СОК. Особливість СК полягає в тому, що вони є не тільки елементом тепловтрат, а й джерелом теплонадходжень у приміщення в зимовий період року [2]. Тому ці питання є актуальними та потребують аналізу при виборі конструктивних рішень світлопрозорих елементів теплоізоляційної оболонки будинків для забезпечення їх енергоефективності.

На рис. 1 наведені результати візуального дослідження, що є типовими прикладами негативного тепловологісного режиму стінових огорожувальних конструкцій після заміни традиційних вікон з дерев'яними рамами на сучасні ПВХ вікна зі склопакетами, що зафіксовані під час проведення натурних експериментальних досліджень житлових будівель. Незважаючи на те, що нові вікна мають опір теплопередачі майже вдвічі більший ніж старі, тепловологісний режим є незадовільним і економічні витрати на їх заміну не тільки не привели до поліпшення умов експлуатації, а суттєво їх погіршили.



Рис. 1 Негативний вплив заміни віконних конструкцій на тепловологісний режим приміщень і зовнішніх огорожень

Для моделювання температурного поля огорожуючих конструкцій ми використали розрахунки в ПК «ELCUT» [4].

Температурний модуль програми ELCUT виробляє стаціонарний і нестационарний тепловий аналіз 2D і 3D моделей за методом кінцевих елементів. Для будівельної теплотехніки найбільший інтерес становить розрахунок температурного поля і, зокрема, мінімальної температури внутрішньої поверхні для виключення конденсації, а також розрахунок щільності теплового потоку.

При розрахунку температурного поля огорожувальних будівельних конструкцій допускається використовувати геометричну модель 2D, 3D і осесиметричну. Області конструкції, що складаються з різних матеріалів моделюються окремо, щоб потім присвоїти кожній області свій коефіцієнт теплопровідності. (див. Рис 2).

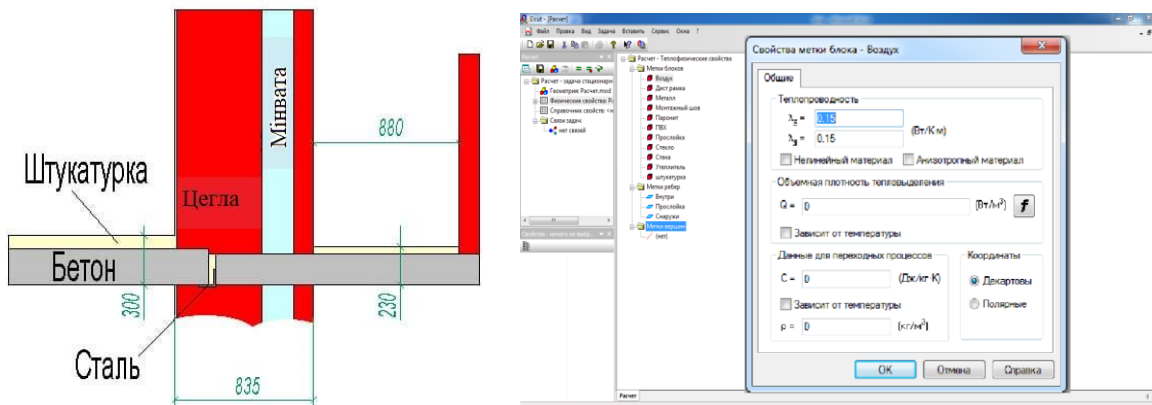


Рис. 2 Приклад присвоєння кожній області коефіцієнт теплопровідності

Елементом конструкції з штукатурки, цегли, мінеральної вати розрахунок щільності теплового потоку бетону в процесі підготовки геометричної моделі присвоюється свій коефіцієнт теплопровідності. Можливий також нелінійний розрахунок, що враховує залежність фізичних властивостей матеріалу від температури.

Є кілька варіантів створення геометрії. По-перше, побудова моделі 2D або 3D (витягування) засобами самої програми ELCUT. По-друге, отримання моделі 2D шляхом імпорту файлу формату DXF або складної криволінійної 3D моделі за допомогою імпорту файлу формату STEP.

В ході дослідження було запропоновано 4 варіанти розміщення віконного блоку (Рис.3):

$\Psi_{\text{експ}}$, - питомі втрати теплоти через вузол віконного укосу.

Схема кінцевих елементів і температурне поле досліджуваного фрагмента наведені на рисунку 4.

на

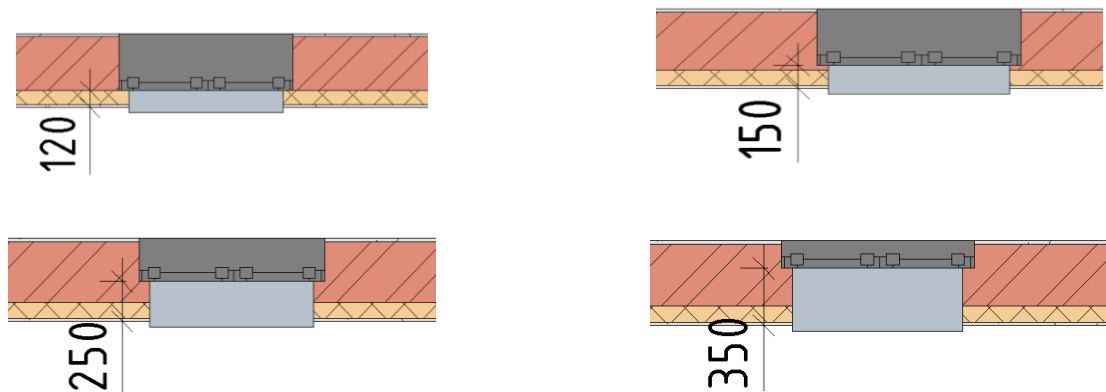


Рис.3 Варіанти розміщення віконного блоку в конструкції стіни

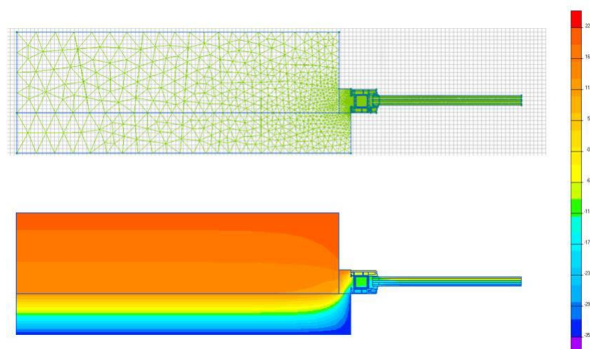


Рис. 4. Схема кінцевих елементів і температурне поле досліджуваного фрагмента в ПК «Elcut»

Результати комп'ютерного імітаційного моделювання зведені в таблицю 1 для подальшого порівняння з результатами лабораторного дослідження.

Таблиця 1.

№ варіанту	$q_{1\text{експ}}$, Вт	$q_{2\text{експ}}$, Вт	$q_{3\text{експ}}$, Вт	$q_{4\text{експ}}$, Вт	t_+ , °C	t_- , °C	$\Psi_{\text{експ}}$, В/(м °C)
1	18,776	17,853	11,395	12,455	23,4	-34,99	0,0807
2	27,923	25,628	14,820	14,609	22,3	-30,58	0,0927
3	45,892	76,681	183,72	-	28,48	-38,87	0,1280
4	39,702	50,106	69,532	-	28,2	-40,55	0,0804

Примітки:

1. $q_{1\text{експ}}$, $q_{2\text{експ}}$, $q_{3\text{експ}}$, $q_{4\text{експ}}$ - значення теплових потоків, визначені в ПК «ELCUT»;
2. t_+ , t_- - температура повітря відповідно теплого і холодного відсіків, певна експериментально;
3. $\Psi_{\text{експ}}$ - питомі втрати теплоти через вузол віконного укосу.

Висновки

В ході роботи були виконані завдання з дослідження впливу факторів і дефектів влаштування світлопрозорих конструкцій на параметри енергоефективності цивільних будівель з визначенням взаємного впливу цих факторів за допомогою математичного моделювання та запропоновані варіанти розміщення віконного блоку в конструкції стіни. Дослідження конструкцій віконних систем, вузла віконного укосу, а також особливостей виконання монтажу світлопрозорих конструкцій дозволило визначити перелік основних факторів, що впливають на додаткову потужність теплового потоку через вузол віконного укосу. До цих факторів відносяться:

- товщина стіни та коефіцієнт теплопровідності матеріалу стіни
- товщина утеплення і коефіцієнт теплопровідності матеріалу утеплювача
- товщина утеплення укосів і коефіцієнт теплопровідності матеріалу утеплення укосів;
- положення віконної коробки за шириною прорізу;
- ширина монтажного шва і коефіцієнт теплопровідності заповнення монтажного шва;
- товщина віконного профілю, його матеріал і коефіцієнт теплопровідності;

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковалко М.П., Денисюк С.П. Енергозбереження пріоритетний напрямок державної політики України. : Українські енциклопедичні знання : 1998. 512 с.
2. Басок Б.И., Накорчевский А.И. Теплофизика влияния солнечного излучения на здания : Монографія : Київ: НАН України. 2016. 224с.
3. Вентиляційна накладка на підвіконник: пат. 148839 Україна: МПК F24F 13/08 (2006.1); № u202102316; заявл. 30.04.2021; опубл. 22.09.2021, Бюл. №38. 4с.
4. Elcut новий підхід к моделюванню полей: наукова програма. URL: <https://elcut.ru> (дата звернення: 13.10.2021)

Любичанківська Ірина Олександрівна – магістрантка групи Б-20м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця,
e-mail : iyna.stam@gmail.com

Науковий керівник: *Микола Миколайович Попович* — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;
email: popovychnick@gmail.com.

Liubysnankivska Iryna Oleksandrivna – Master of the B-20m group, Faculty of Construction, Heat and Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,
e-mail: iryna.stam@gmail.com

Supervisor: Mykola Popovych — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Construction, Urban and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya;