

## ОЦІНКА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА ДОПОМОГОЮ BIM-ТЕХНОЛОГІЙ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*У статті розглядається метод визначення теплових містків, через які виникають втрати тепла до 50% та знижується термін експлуатації будівлі. Запропоновані способи усунення «містків холоду» за допомогою ПК ArchiCAD.*

**Ключові слова:** міст холоду, тепловий міст, енергоефективність, теплопровідність, тепловтрати, утеплення.

### *Abstract*

*The article deals with the method of determining thermal bridges, which cause heat losses of up to 50% and reduces the life of the building. Ways to remove "cold bridges" were proposed ArchiCAD PC.*

**Keywords:** cold bridge, thermal bridge, energy efficiency, thermal conductivity, heat loss, insulation.

### ВСТУП

Містки холоду (теплові мости) - це елементи будівельних конструкцій, таких, як бетонні перекриття, балкони та тераси, які віддають назовні тепло значно інтенсивніше. Тому температура поверхонь в місцях теплових мостів зазвичай значно нижче; на них можливе випадання конденсату, покривання цвільлю або грибок. При проектуванні об'єктів будівництва дуже важливо включати розрахунок теплових мостів, так як подальше їх усунення в процесі експлуатації досить складне, а часом неможливе [1].

Виникнення і поширення на внутрішній поверхні стіни грибка, який є наслідком низьких температур, призводить не тільки до значних пошкоджень будівельних конструкцій, а й, що набагато гірше, до негативних наслідків для здоров'я людини.

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

За основу для розрахунку теплового моста огорожувальних конструкцій була взята BIM-модель громадської будівлі, яка побудована в програмному комплексі ArchiCAD 20.

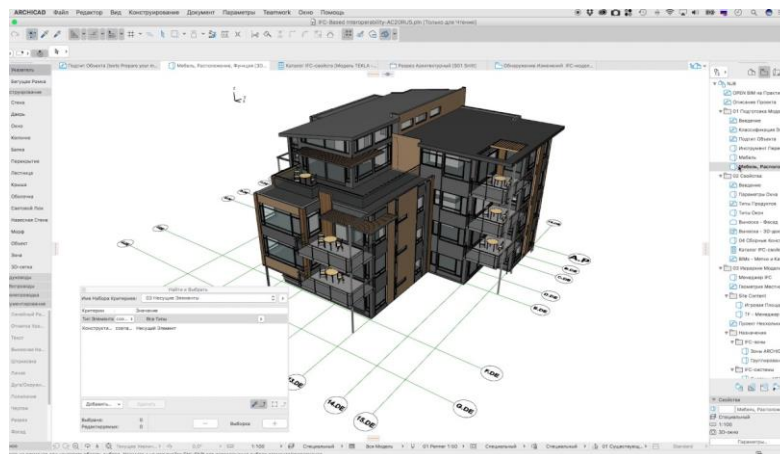


Рис. 1 – Торгово-офісний центр, запроектований у м. Вінниця

Основними несучими елементами будівлі є цегляні стіни, на які опираються пустотні плити перекриття. Прийняті архітектурно-конструктивні рішення можна побачити в таблиці 1.

Таблиця 1. – Архітектурно-будівельні рішення громадської будівлі

Склад конструкції	Матеріал	Товщина, мм	Теплопровідність, $\lambda$ , Вт/м <sup>0</sup> С
Стіна поверху 1...4	Цегла М100	510 мм	0,81
	Жорсткі мінераловатні плити	120 мм	0,052
	Штукатурка цементно-вапняним розчином	20 мм	0,814

Для задоволення нормативних вимог до термічного опору огороження повинна виконуватись умова:

$$R_o \leq R_g + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + R_3 \quad (1.1)$$

де  $R_6$ ,  $R_3$  – опори теплосприймання і тепловіддачі на контакті огороження відповідно із внутрішнім і зовнішнім [2].

$$\text{При цьому опір теплосприймання: } R_6 = 0,115 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

$$\text{Опір тепловіддачі: } R_3 = 0,043 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Потрібна товщина утеплювача з мінераловатних плит:

$$R = 0,115 + \frac{0,51}{0,814} + \frac{0,03}{0,814} + \frac{\delta_2}{0,052} + 0,043 = (0,821 + \frac{\delta_2}{0,052}) \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \langle R_0 = 3,3 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$
$$\delta_3 = (3,3 - 0,821) 0,052 = 0,103 \text{ м}.$$

Із розрахунку термічного опору зовнішньої стіни можна зробити висновок, що прийнятий утеплювач товщиною 120 мм задовольняє вимогам теплопровідності.

Задля остаточного аналізу та прийняття проектних рішень щодо утеплення огорожуючої конструкції виконаємо моделювання містків холоду у програмі ArchiCAD 20.

Для аналізу виберемо вузол обпирання плити перекриття на зовнішню стіну. Для цього використовуємо інструмент деталізації у ArchiCAD.

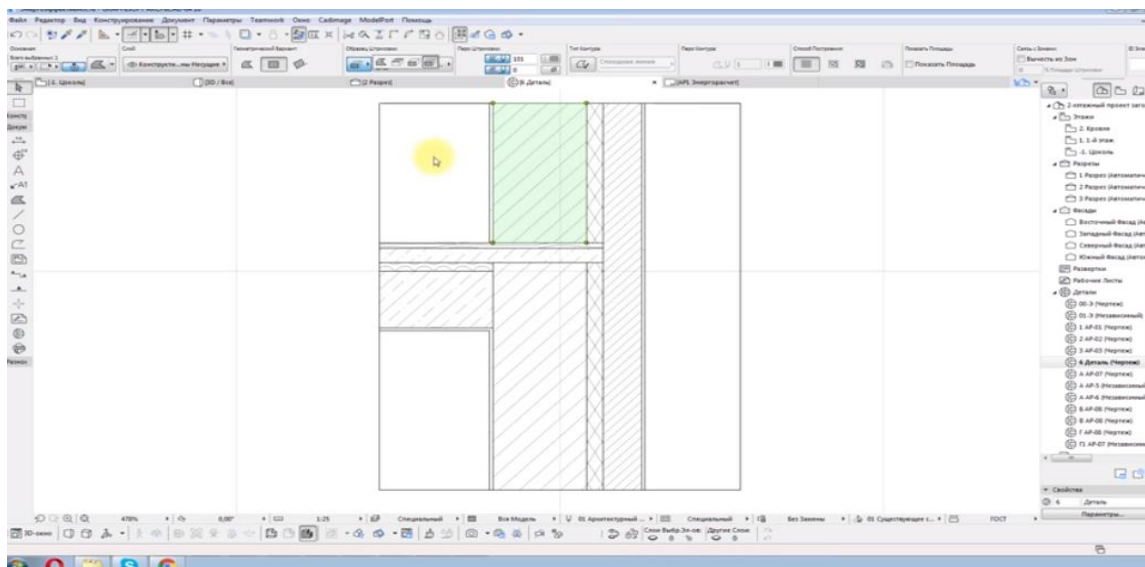


Рис. 2. – Вузол обпирання плити перекриття на цегляну стіну.

Для розрахунку містків холоду задаємо матеріал стіни, утеплювача та штукатурки відповідно у вкладці «Штриховка».

За допомогою вбудованої функції «Оцінка Енергоефективності» обираємо розрахунок теплового моста, після чого задаємо температуру повітря у приміщенні та назовні. Відповідно до ДСТУ, обираємо температуру найбільш холодної п'ятиденки  $-19,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  для м. Вінниця [3].

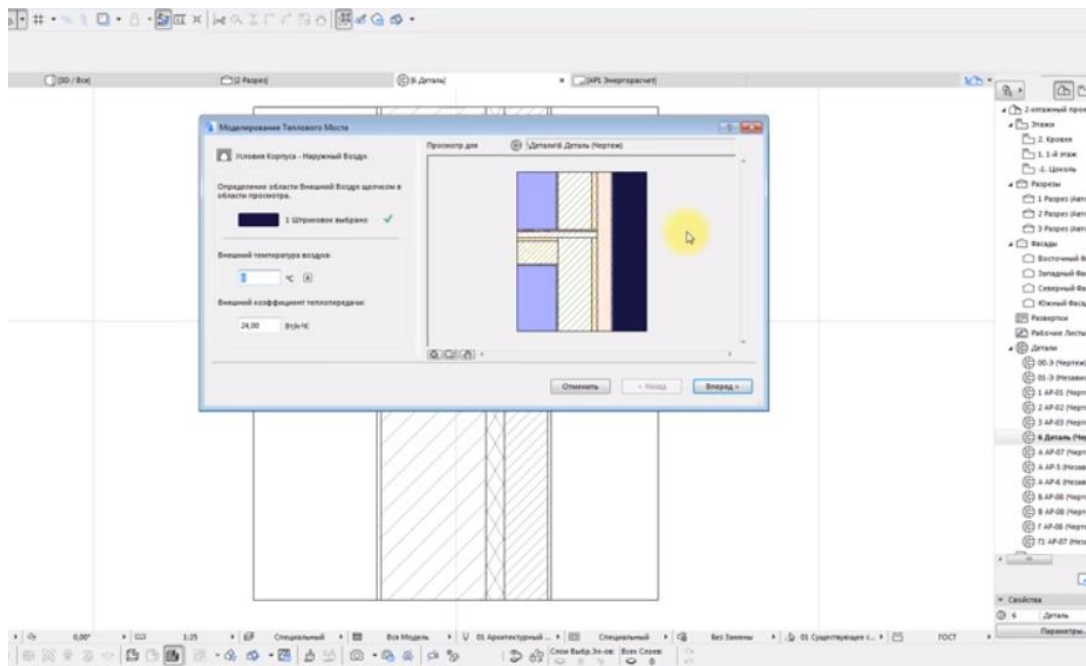


Рис. 3 – Розрахунок теплового моста огороджуючої конструкції.

Виходячи з виконаного моделювання теплового моста можна стверджувати, що втрати тепла будуть відбуватися переважно у вузлах стикування плит перекрыття та зовнішніх стін.

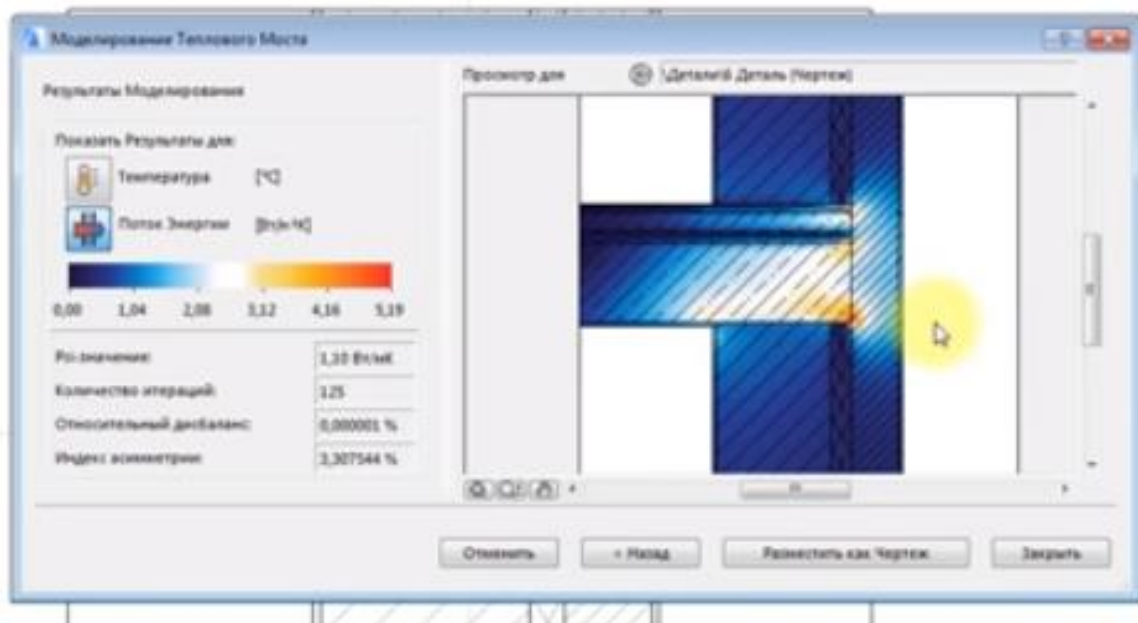


Рис. 4. – Результат моделювання містка холоду у вузлі стикування плити та зовнішньої стіни.

Для того щоб мати більш повне уявлення щодо можливих тепловтрат будівлі потрібно проаналізувати усі вузли стикування конструкцій, а особливо зони вікон, горища та зовнішніх стін. Одним із заходів щодо усунення містка холоду в районі стіни та плити перекриття є встановлення термовкладишів у саму плиту перекриття. За цією технологією у плиті просвердлюють спеціальні отвори (250 – 400 мм), розміри яких залежать від товщини зовнішньої стіни. Подібний спосіб широко застосовується у сучасному будівництві та вважається найменш затратним і трудомістким.

## **ВИСНОВКИ**

1. Прийнятий утеплювач з мінераловатних плит товщиною 120 мм задовольняє нормативним вимогам щодо термічного опору для I кліматичної зони України.

2. Аналіз моделювання вузла обпирання плити перекриття на зовнішню стіну будівлі показав, що в місці примикання плити відбуватимуться суттєві коливання температурних полів, що в довгостроковій перспективі може призвести до втрати теплотехнічних характеристик утеплювача, з подальшим випадінням конденсату, просочуванням вологи у товщу утеплювача та руйнування захисного шару теплоізоляції.

3. Місця обпирання несучих конструкцій є потенційними містками холоду, які необхідно ефективно захищати, створюючи неперервний контур теплоізоляції. Одним із заходів щодо покращення теплотехнічної неоднорідності конструкцій може бути використання термовкладишів, що влаштовуються у плиті перекриття.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Расчет несущего теплоизоляционного элемента Schöck Isokorb® : [учеб.-метод. пособие] / С. Ю. Плешков, В. Черкас ; [науч. ред. А. А. Антипин, Н. Г. Павлов] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2016. — 46 с.
2. ДБН В.2.6-31:2016.Теплова ізоляція будівель. Норми проектування, виготовлення і монтажу: [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінегінбуд України, 2017. 33 с.
3. ДСТУ-Н. Б. В. 1.1-27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2011. 127 с.

**Коровячук Марія Сергіївна** – студент групи Б-18м, факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницького національного технічного університету, Вінниця. E-mail:  
masha3456@rambler.ru

**Бікс Юрій Семенович** - к. т. н. , доцент кафедри БМГА, Вінницького національного технічного університету, Вінниця. E-mail:  
Biksyuriy@gmail.com