

УДК 697.133:692.53

к.т.н., доцент О.І. Філоненко,
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка

ГЕОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ЗОВНІШНЬОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ФУНДАМЕНТНОЇ ЗОНИ ДЛЯ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ II ТЕМПЕРАТУРНОЇ ЗОНИ

Продовжено дослідження проблеми зниження тепловтрат через підлогу, яка має за основу ґрунт. Наведені результати дослідження геометричних параметрів вертикального зовнішнього утеплення фундаментної зони цивільних будівель для кліматичних умов II температурної зони України.

Ключові слова: *Фундамент, підлога, тепловтрати, теплоізоляція, температурне поле.*

Вступ. Актуальність проблеми зниження тепловтрат через підлогу обумовлена необхідністю жорсткої економії енергоресурсів. Зросли вимоги щодо точності прогнозування теплового і вологісного стану огорожувальних конструкцій на стадії їх проектування, тому підвищення теплозахисту будівель та споруд є найбільш ефективним шляхом економії паливно-енергетичних ресурсів.

У малоповерховому цивільному будинку втрати тепла через підлогу першого поверху можуть досягати 20% від загального об'єму тепловтрат. Для їх зменшення використовують різні види утеплювача. Отримана таким чином економія енергії сприяє зниженню як вартості опалення, так і рівня забруднення навколишнього середовища.

Зниження енергомісткості експлуатації будівель і споруд є найбільш раціональним напрямком економії паливно-енергетичних ресурсів.

Аналіз останніх досліджень. Проведений аналіз температурних полів фундаментної зони цивільних малоповерхових будинків з різними варіантами утеплення підлоги по ґрунту визначив, що найбільш перспективним є утеплення вертикальними поясами по периметру будівлі – внутрішньому [1] або зовнішньому [2]. Але проведені дослідження обмежувались глибиною закладання вертикального утеплювача на 20 см нижче за рівень промерзання ґрунту відповідної місцевості, тобто до мінімального рівня закладання підошви стрічкового малозаглибленого фундаменту.

Постановка мети і задач дослідження. Продовження вивчення процесу тепловтрат підлогою на ґрунті в цивільних будівлях з стрічковим фундаментом

та визначення впливу величини заглиблення вертикального утеплювача, розташованого по зовнішньому периметру фундаментної зони, на геометричні параметри теплоізоляції.

Методика досліджень. Аналіз температурних полів навколо фундаментної зони цивільних будинків проводився для кліматичних умов м. Івано-Франковська, які відповідають II температурній зоні України. Вибрано характерну за теплозахисними властивостями підлогу – цементну на бетонній підготовці. Глибина закладання фундаменту на 20 см нижча за рівень промерзання ґрунту. Зовнішній утеплювач – PREFROCK, $\lambda = 0,037 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$. Ураховуючи нерівномірний розподіл температури на поверхні підлоги, за визначальну прийнято температуру підлоги у куті її з'єднання із зовнішньою стіною як ділянки, де температура підлоги найнижча.

При дослідженні визначався вплив заглиблення утеплювача відносно рівня промерзання ґрунту на величину опору теплопередачі фундаментної зони будівлі, яка забезпечує нормативну різницю між температурою внутрішнього повітря та поверхнею підлоги ($\Delta t^H = 2^\circ\text{C}$). Для цього при кліматичних умовах м. Івано-Франковська, котре має характерні кліматичні параметри для II температурної зони України, проведено розрахунок температурних полів за методом скінчених елементів при поступовому збільшенні заглиблення утеплювача до 3 м з кроком 20 см. Глибина закладання підошви фундаменту відповідає глибині закладання утеплювача і збільшується разом із ним. Враховуючи значний вплив коефіцієнту тепlopровідності несучої частини фундаменту на тепловтрати підлогою [2] вибрані для дослідження фундамент і цоколь з коефіцієнтом тепlopровідності $\lambda_\phi = 1 - 3,5 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ з кроком 0,5 $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Результат досліджень. Попередній розрахунок та побудований за його результатами графік залежності величини опору теплопередачі фундаментної зони будівлі (рис. 1), яка забезпечує нормативну різницю між температурою внутрішнього повітря та поверхнею підлоги, від заглиблення утеплювача визначили зменшення величини опору теплопередачі. При зростанні заглиблення утеплювача залежність необхідного значення опору теплопередачі фундаментної зони від величини коефіцієнту тепlopровідності несучої частини фундаменту зменшується, але не настільки, щоб ним знехтувати. При глибині закладання утеплювача більше ніж 2,0 м значення необхідного опору теплопередачі практично не змінюється, тому утеплення фундаменту глибше зазначеної величини економічно не доцільно.

Залежності необхідного значення опору теплопередачі фундаментної зони для дотримання температурного перепаду $\Delta t^H = 2^\circ\text{C}$ між поверхнею підлоги та внутрішнім повітрям, від коефіцієнту тепlopровідності матеріалу несучої

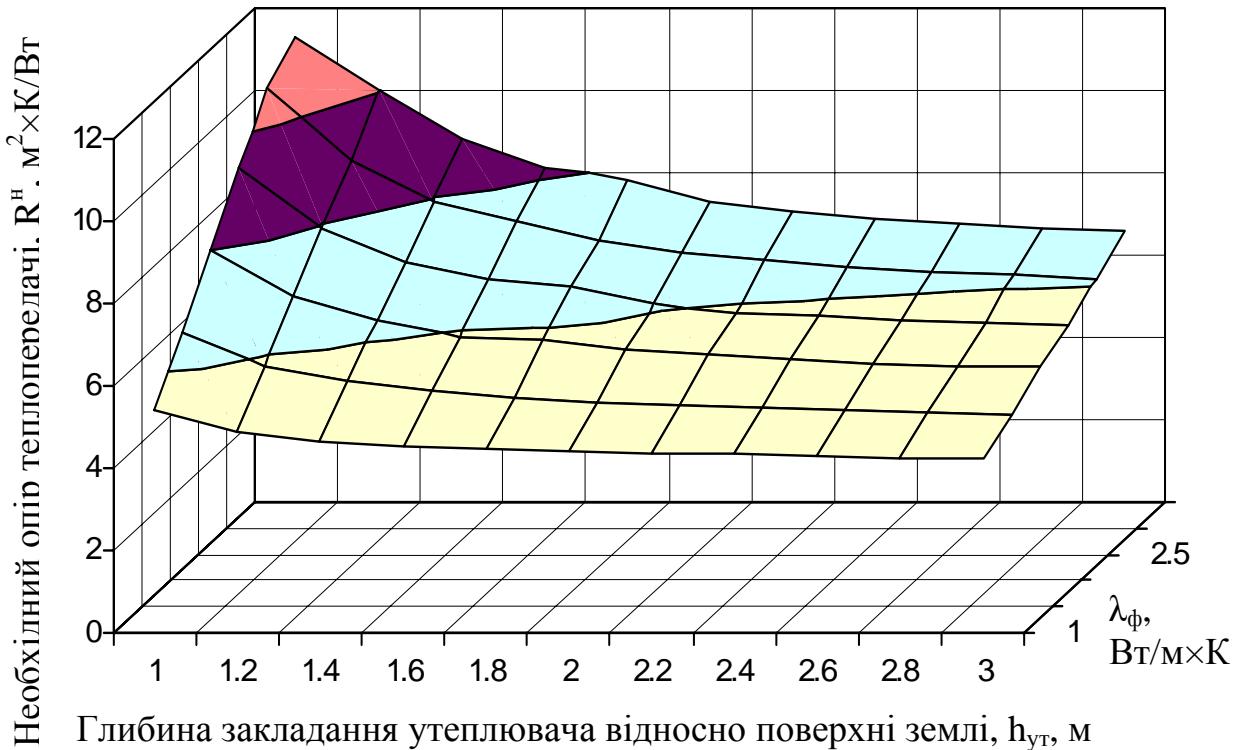


Рис.1. Графік залежності необхідного опору теплопередачі фундаментної зони від коефіцієнту теплопровідності конструктивної частини фундаменту та глибини закладання утеплювача, отриманий за моделюванням температурних полів.

частини фундаменту, глибини закладання утеплювача і різниці температур внутрішнього та зовнішнього повітря, тобто $R^h = f(t_{vn} - t_{zn}, \lambda_\phi, h_{yt})$, описується рівнянням з чотирма невідомими. В роботі [2] глибина закладання утеплювача була сталою величиною – на 20 см нижче за рівень промерзання ґрунту відповідної місцевості, і дана залежність описувалась рівнянням площини. Щоб використовувати рівняння площини в межах даного дослідження прийнято сталим різницю температур внутрішнього та зовнішнього повітря, тобто вплив глибини закладання утеплювача на величину необхідного опору теплопередачі можна описати окремо для кожної з температурних зон України при температурі внутрішнього повітря +20°C.

Для вирішення поставленого вище завдання розрахунок проведено для варіантів фундаменту з коефіцієнтом теплопровідності конструктивної частини від 1 до 3,5 Вт/(м·К) з кроком 0,5 Вт/(м·К) при поступовому збільшенні глибини закладання утеплювача з 1,0 м до 2,0 м з кроком 20 см.

Побудований графік по розрахованим значенням виявив, що залежність $R^h = f(\lambda_\phi, h_{yt})$ наближена до площини (рис. 2, б). На графіку (рис. 2) вісь ОХ відповідає заглибленню утеплювача відносно поверхні землі, вісь ОУ – коефіцієнту теплопровідності конструктивної частини фундаменту, вісь ОZ – необхідному значенню опора теплопередачі фундаментної зони.

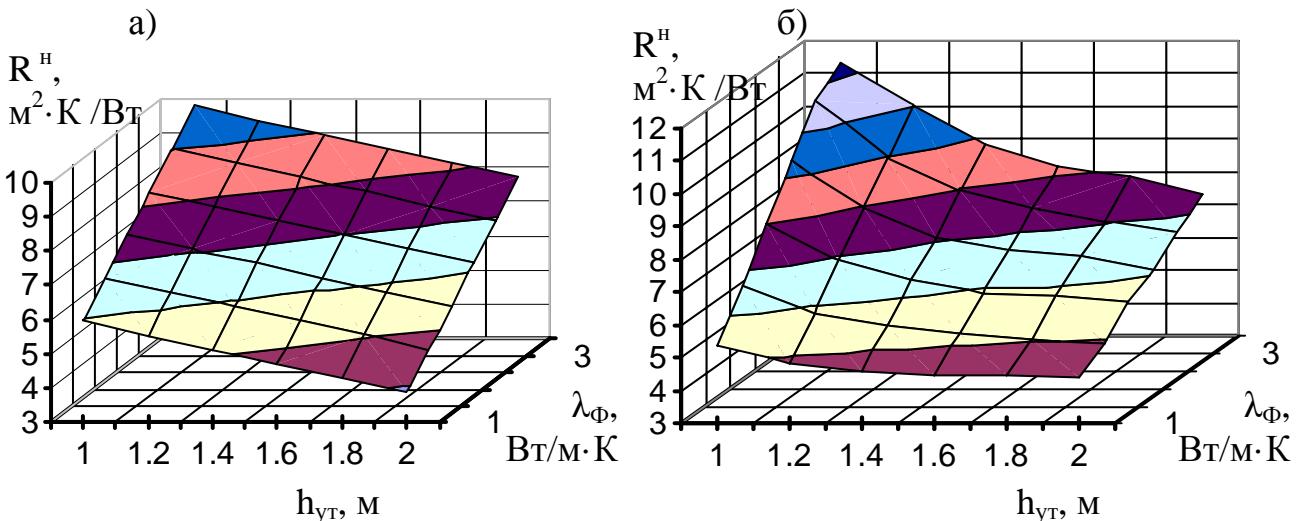


Рис. 2. Графік залежності необхідного опору теплопередачі фундаментної зони від коефіцієнту тепlopровідності конструктивної частини фундаменту та глибини закладання утеплювача:

- а) за даними, розрахованими за формулою (1);
- б) за даними, отриманими шляхом моделювання темп. полів.

Площина, яка найбільше відповідає розрахованій поверхні проходить через три наступні точки: $M_0 (1,0; 1,5; 6,64)$, $M_1 (1,4; 3,5; 8,86)$, $M_2 (2,0; 2,5; 6,08)$ (рис. 2, а) та визначається рівнянням

$$2,08x - 1,53y + z - 6,77 = 0. \quad (1)$$

Даний розрахунок проведено за формулою визначника третього порядку

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{vmatrix} = a_1 \begin{vmatrix} b_2 & c_2 \\ b_3 & c_3 \end{vmatrix} - b_1 \begin{vmatrix} a_2 & c_2 \\ a_3 & c_3 \end{vmatrix} + c_1 \begin{vmatrix} a_2 & b_2 \\ a_3 & b_3 \end{vmatrix} = a_1(b_2c_3 - b_3c_2) - b_1(a_2c_3 - a_3c_2) + c_1(a_2b_3 - a_3b_2).$$

Замінюючи x , y , z у формулі (1) відповідними фізичними величинами отримано формулу розрахунку наближеного значення необхідного опору теплопередачі фундаментної зони будинку, яке забезпечує нормативну різницю між температурою внутрішнього повітря та поверхнею підлоги ($\Delta t^H = 2^\circ\text{C}$), при зовнішньому утепленні. По аналогії [3] дану величину можна прийняти за мінімально допустиме значення опору теплопередачі фундаментної зони при зовнішньому утепленні:

$$R_{q\min}^H \approx 1,53\lambda_\phi - 2,08h_{ym} + 6,77, \quad (2)$$

де $R_{q\min}^H$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі, $(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{Bt}$; λ_ϕ – коефіцієнт тепlopровідності матеріалу конструктивної частини фундаменту, $\text{Bt}/\text{m} \cdot \text{K}$; 1,53, 2,08 і 6,77 – коефіцієнти, отримані емпіричним шляхом, з розмірністю (за їх розрахунком) відповідно $(\text{m}^3 \cdot \text{K}^2)/\text{Bt}^2$, $\text{K} \cdot \text{m}/\text{Bt}$, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{Bt}$.

Середня похибка при розрахунку необхідного опору теплопередачі за формулою (2) відносно значень отриманих при дослідженні склала $\pm 10\%$. Але

зважаючи на значну кривизну вихідної поверхні формула (2) дає наближений результат.

Висновок. Для зменшення тепловтрат підлогою на ґрунті рекомендуються утеплення фундаментної зони вертикальним утеплювачем по зовнішньому периметру товщиною шару, яка визначається за мінімально допустимим значенням опору тепlop передачі фундаментної зони. При заглибленні утеплювача на 0,2 м нижче за рівень промерзання ґрунту [2] мінімально допустиме значення опору тепlop передачі визначається формулою

$$R_{q \min} = \frac{(t_{\text{вн}} - t_{\text{зн}}) + 25,588\lambda_{\phi} - 23,736}{5,494}, \quad (3)$$

де $R_{q \min}$ – мінімально допустиме значення опору тепlop передачі, $(\text{м}^2 \cdot \text{К})/\text{Вт}$; $t_{\text{вн}}$ – температура відповідно внутрішнього і зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$; λ_{ϕ} – коефіцієнт тепlop провідності матеріалу конструктивної частини фундаменту, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; 25,588, 23,736 і 5,494 – коефіцієнти, отримані емпіричним шляхом, з розмірністю (за їх розрахунком) відповідно $(\text{м} \cdot \text{К}^2)/\text{Вт}, \text{К}, \text{Вт}/\text{м}^2$.

При заглибленні утеплювача на 1,0 – 2,0 м нижче за денну поверхню мінімально допустиме значення опору тепlop передачі для II температурної зони при $t_{\text{вн}} = 20^{\circ}\text{C}$ наближено можна визначити за формулою (2). Зменшення заглиблення утеплювача веде до зниження його ефективності, і, як наслідок, до збільшення його товщини. Закладання зовнішнього утеплювача глибше ніж 2 м суттєво не впливає на тепловтрати підлогою на ґрунті.

Література

- Семко О.В. Аналіз внутрішніх засобів зменшення тепловтрат підлогою на ґрунті / О. В. Семко, О. І. Філоненко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ.– 2008. – Вип.21. – С. 100–105.
- Філоненко О.І. Аналіз зовнішніх засобів зменшення тепловтрат підлогою на ґрунті // Строительство, материаловедение, машиностроение // Сб. науч. трудов. – Дн-вск, ПГАСА, 2008. – Вып. 47. – С. 677–684.
- ДБН В. 2.6-31-2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляції будівель – К.: Держбуд України; 2006, – 71 с.

Аннотация

Продолжено исследование проблемы снижения теплопотерь через полы, основанные на грунте. Приведены результаты исследования геометрических параметров вертикального внешнего утепления фундаментной зоны

гражданских зданий для климатических условий II температурной зоны Украины.

Ключевые слова: фундамент, пол, теплопотери, теплоизоляция, температурное поле.

Annotation

Research of a problem of decrease in losses of heat through floors is continued. Calculation of geometrical parameters of vertical external warming of a zone of the base is carried out. Recommendations about warming of floors are developed for environmental conditions II a temperature zone of Ukraine.

Keywords: foundation, half, heat-insulation, temperature field.