За результатами експериментальних досліджень можна констатувати, що на величину прогинів значно вплинула схема завантаження та тип конструктивних елементів, із яких виконано ферми. Прогини сталевих зразків значно більші за відповідні прогини зразків, котрі виконано із сталевих профілів, заповнених бетоном.

Запропонована технологія виготовлення конструкцій із сталевих профілів, які заповнено бетоном, дозволяє утворювати надійні решітчасті елементи із застосуванням електрозварювання. Такі конструкції мають удвічі-втричі більшу несучу здатність, ніж аналогічні сталеві.

Несуча здатність дослідних зразків суттєво залежить від схеми завантаження. При завантаженні на стійки центральної секції конструкції із трубобетонними елементами (марка ТБС-3) виявилися міцнішими за металеві (марка ТПС-3) у 2,05–2,35 разу. При передачі навантаження за схемою 4 ця різниця склала 2,62 разу (серії ТПС-4 і ТБС-4). Значно міцнішими виявилися конструкції наскрізних безрозкісних ферм при завантаженні за схемою 4. Для ферм серій ТПС-3 та ТПС-4 ця різниця склала 45 %, а для серій ТБС-3 і ТБС-4 – 86–62 %.

Заповнення сталевих профілів бетоном дозволяє уникнути руйнування місць спирання конструкції.

Література

1. Стороженко, Л.І. Трубобетонні конструкції промислових будівель: монографія/ Л.І. Стороженко, В.Ф. Пенц, С.Г. Коршун. – Полтава: ПолтНТУ, 2008. – 202 с.

2. Стороженко, Л.І. Трубобетон: монографія/ Л.І. Стороженко, Д.А. Єрмоленко, О.І. Лапенко. – Полтава: ПолтНТУ, 2009. –306 с.

3. Опанасенко, О.В. Напружено-деформований стан сталебетонних рам каркасів промислових будівель: автореф. дис. ... канд. техн. наук/ О.В. Опанасенко. – Х., 2006. – 22 с.

4. Методика експериментального дослідження наскрізних конструкцій із квадратних сталевих профілів, заповнених бетоном / Пенц В.Ф., Богоста В.І. // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Вип. №38. – Одеса: ОДАБА, 2010. – С.491–496.

Надійшла до редакції 21.04. 2011

© В.Ф. Пенц, В.І. Богоста

НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ И ДЕФОРМАЦИИ ИЗГИБАЕМЫХ СКВОЗНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КВАДРАТНЫХ СТАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ, ЗАПОЛНЕННЫХ БЕТОНОМ

Приведены результаты экспериментальных исследований несущей способности и деформаций изгибаемых сквозных конструкций из квадратных стальных профилей, заполненных бетоном. Выявлен характер потери несущей способности исследуемых конструкций.

***Ключевые слова**: сквозные конструкции, несущая способность, деформация.*

CARRYING CAPACITY AND DEFORMATION OF BENT THROUGH STRUCTURES MADE OF QUADRATIC STEEL SECTIONS FILLED WITH CONCRETE

It is given the results of experimental research in carrying capacity and deformation of bent through structures made of quadratic steel sections filled with concrete. As a result it was defined the character of loss of carrying capacity in tested structures.

***Keywords**: through structures, carrying capacity, deformation.*

УДК 697.133:692.53

О.І. Філоненко, к.т.н., доцент

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

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

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

Ключові слова: *фундамент, підлога, тепловтрати, теплоізоляція.*

Постановка проблеми. Актуальність проблеми зниження тепловтрат через підлогу обумовлена необхідністю жорсткої економії енергоресурсів. 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 напрямом економії паливно-енергетичних ресурсів.

Аналіз останніх досліджень. Із появою на українському ринку будівельних матеріалів нових ефективних утеплювачів іноземного виробництва й указівок щодо їх улаштування, з'явилася тенденція утеплення цокольної та фундаментної зони будівель [1–4]. Розміщення теплоізоляції й визначення її геометричних параметрів носять рекомендаційний характер та не пов'язані з конструктивними особливостями фундаментної зони і кліматичними характеристиками. Проведений аналіз температурних полів фундаментної зони цивільних малоповерхових будинків із різними варіантами утеплення підлоги по ґрунту визначив, що найбільш перспективним є утеплення вертикальними поясами по периметру будівлі – внутрішньому [5] або зовнішньому [6]. Але проведені дослідження обмежувалися глибиною закладання вертикального утеплювача на 20 см нижче за рівень промерзання ґрунту відповідної місцевості, тобто до мінімального рівня закладання підошви стрічкового малозаглибленого фундаменту.

Постановка завдання. Продовження вивчення процесу тепловтрат підлогою на ґрунті в цивільних будівлях зі стрічковим фундаментом та визначення впливу величини заглиблення вертикального утеплювача, розташованого по зовнішньому периметру фундаментної зони, на геометричні параметри теплоізоляції є завданням, яке розв'язується в роботі.

Виклад основного матеріалу. Аналіз температурних полів навколофундаментної зони цивільних будинків проводився для кліматичних умов м. Херсон, які відповідають ІІІ 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, λ = 0,037 Вт/(м·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.

У процесі дослідження встановлювався 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 ($\Delta t^{н}$ = 2°С). Для цього при визначених кліматичних умовах проведено розрахунок температурних полів за методом скінченних елементів при поступовому збільшенні заглиблення утеплювача до 3 м із кроком 20 см. Глибина закладання підошви фундаменту відповідає глибині закладання утеплювача і

збільшується разом із ним. З урахуванням значного впливу коефіцієнта теплопровідності несучої частини фундаменту на тепловтрати підлогою [6] вибрані для дослідження фундамент і цоколь із коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_ф$ = 1 – 3,5 Вт/(м·К) та кроком 0,5 Вт/(м·К).

Попередній розрахунок і 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 коефіцієнта теплопровідності 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.

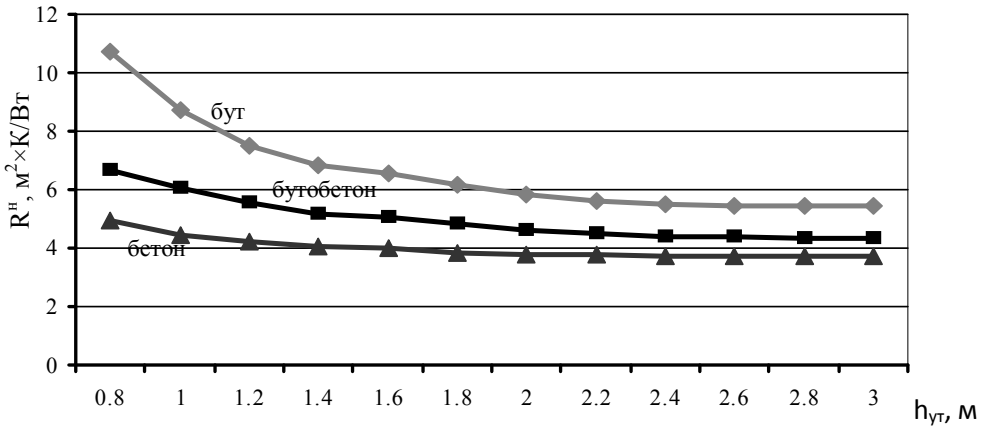

Рисунок 1 – Графік залежності потрібного опору теплопередачі фундаментної зони від глибини закладання утеплювача при різних вирішеннях конструктивної частини фундаменту

Залежності необхідного значення опору теплопередачі фундаментної зони для дотримання температурного перепаду $\Delta t^н$ = 2°С між поверхнею підлоги та внутрішнім повітрям від коефіцієнта теплопровідності матеріалу несучої частини фундаменту, глибини закладання утеплювача і різниці температур внутрішнього та зовнішнього повітря, тобто

$R^н = f((t_{вн} – t_{зн}), \lambda_ф, h_{ут})$, описуються рівнянням із чотирма невідомими. У роботі [6] глибина закладання утеплювача була сталою величиною – на

20 см нижче за рівень промерзання ґрунту відповідної місцевості, і дана залежність описувалася рівнянням площини. Щоб використовувати рівняння площини в межах даного дослідження прийнято сталою 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 +20ºС.

Для розв’язання поставленого вище завдання розрахунок проведено для варіантів фундаменту з коефіцієнтом теплопровідності конструктивної частини від 1 до 3,5 Вт/(м·К) із кроком 0,5 Вт/(м·К) при поступовому збільшенні глибини закладання утеплювача з 0,8 до 2,0 м із кроком 20 см.

Побудований графік за розрахованими значеннями виявив, що залежність $R^н = f(\lambda_ф, h_{ут})$ 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 OZ – необхідному значенню опору теплопередачі фундаментної зони.

Площина, яка найбільше відповідає розрахованій поверхні, проходить через такі три точки: M_0 (0,8; 1,5; 6,44), M_1 (1,2; 3,5; 7,44), M_2 (1,8; 2,5; 5,22) (рис. 2, а) та визначається рівнянням.

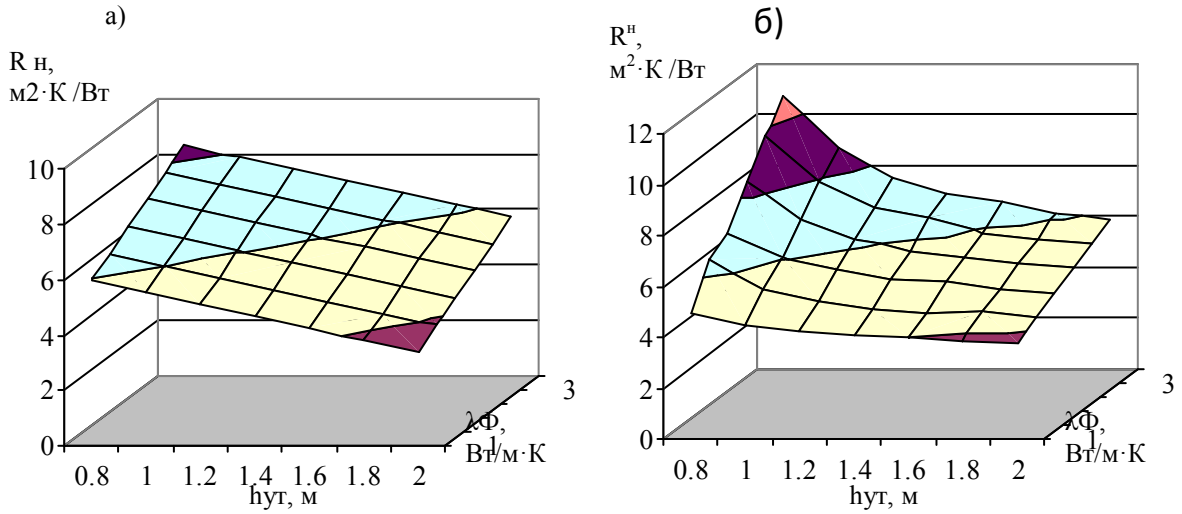

Рисунок 2 – Графік залежності необхідного опору теплопередачі фундаментної зони від коефіцієнта теплопровідності конструктивної частини фундаменту та глибини закладання утеплювача:
а) за даними, розрахованими за формулою (1);
б) за даними, отриманими шляхом моделювання темп. полів

$$2{,}15x - 0{,}93y + z - 6{,}765 = 0. \qquad (1)$$

Даний розрахунок проведено за формулою визначника третього порядку. Після заміни *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 ($\Delta t^н = 2°C$), при зовнішньому утепленні. За аналогією до даних, викладених у роботі [7], таку величину можна прийняти за мінімально допустиме значення опору теплопередачі фундаментної зони при зовнішньому утепленні

$$R^{III}_{q\min} \approx 0{,}93\lambda_ф - 2{,}15h_{ут} + 6{,}76, \qquad (2)$$

де $R^{III}_{q\min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі, (м^2·К)/Вт; $\lambda_ф$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу конструктивної частини фундаменту, Вт/м·К; 0,93, 2,15 і 6,76 – коефіцієнти, одержані емпіричним шляхом, із розмірністю (за їх розрахунком) відповідно (м^3·К^2)/Вт^2, К·м/Вт, м^2·К/Вт.

Середня похибка при розрахунку необхідного опору теплопередачі за формулою (2) відносно значень, отриманих при дослідженні, склала ±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 встановлюється за мінімально допустимим значенням опору теплопередачі фундаментної зони. При заглибленні утеплювача на 0,2 м нижче за рівень промерзання ґрунту [6] мінімально допустиме значення опору теплопередачі визначається формулою

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

де $R_{q\min}$ – мінімально допустиме значення опору теплопередачі, (м^2·К)/Вт; $t_{вн}$ і $t_{зн}$ – температура відповідно внутрішнього і зовнішнього повітря, °С; $\lambda_ф$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу конструктивної частини фундаменту, Вт/м·К; 25,588,

23,736 і 5,494 – коефіцієнти, отримані емпіричним шляхом, із розмірністю (за їх розрахунком) відповідно (м·К^2)/Вт, К, Вт/м^2.

При заглибленні утеплювача на 1,0 – 2,0 м нижче за денну поверхню мінімально допустиме значення опору теплопередачі для ІІІ температурної зони при $t_{вн}$ = 20ºС 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

1. Бек-Булатов, А. И. Фундаменты мелкого заложения с применением плит «Пеноплэкс®» / А. И. Бек-Булатов // Строит. материалы. – 2007. – №3. – С. 16 – 17.

2. Умнякова, Н. Утепление подвалов и фундаментов [Електронний ресурс] / Н. Умнякова, А.Матвиевский; ОАО «МАКСМИР». – Режим доступу: http://www.hnou-hause.ru/avtor/tech12.html

3. Термоизоляция цокольной и подвальной части здания. Указания по утеплению цоколя и подвала здания плитами URSA XPS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ursa.com.ua/services_411.htm

4. Применение экструдированного пенополистирола TEPLEX для утепления цоколя [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.everest-ao.ru/teplex_foundation_02.html

5. 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.

6. Філоненко, О.І. Аналіз зовнішніх засобів зменшення тепловтрат підлогою на ґрунті // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. трудов. – Д.: ПГАСА, 2008. – Вып. 47. – С. 677 – 684.

7. ДБН В. 2.6-31-2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляції будівель. – К.: Держбуд України, 2006. – 71 с.

Надійшла до редакції 21.04. 2011

© О.І. Філоненко

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВНЕШНЕЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ФУНДАМЕНТНОЙ ЗОНЫ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ІІІ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗОНЫ

Продолжено исследование проблемы снижения теплопотерь через полы, основанные на грунте. Приведены результаты изучения геометрических параметров вертикального внешнего утепления фундаментной зоны гражданских зданий для климатических условий ІІІ температурной зоны Украины.

Ключевые слова: *фундамент, пол, потери тепла, теплоизоляция.*

GEOMETRICAL PARAMETERS OF AN EXTERNAL THERMAL PROTECTION OF A BASE ZONE FOR ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF A III TEMPERATURE ZONE

A problem of decrease in losses of heat through a floor on a ground is continued in researche. The results of geometrical parameters research of vertical base zone external warming of civil buildings for environmental conditions of a III temperature zone of Ukraine.

Keywords: *the base, floor, heat losses, a thermal protection.*