

ВИЗНАЧЕННЯ ЛІНІЙНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ВУЗЛІВ ПРИМИКАНЬ ОГОРОДЖЕНЬ, ЩО КОНТАКТУЮТЬ З ҐРУНТОМ

Колесник Є.С.

ДП «Науково-дослідний інститут будівельних конструкцій»

м. Київ, Україна

Білоус О.М

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

м. Алчевськ, Україна

АНОТАЦІЯ: В статті приведено результати розрахунків лінійних коефіцієнтів теплопередачі типових вузлів сполучень огорожувальних конструкцій, що контактують з ґрунтом. Результати представлені для варіантів будівлі з підлогами по ґрунту та будівлі з опалюваним підвалом (цокольним поверхом).

АННОТАЦИЯ: В статье приведены результаты расчетов линейных коэффициентов теплопередачи типовых узлов примыкающей ограждающей конструкции, контактирующей с грунтом. Результаты представлены для вариантов зданий с полами по грунту и зданий с отапливаемым подвалом (цокольным этажом).

ABSTRACT: The paper gives the results for the calculations of linear thermal transmittance of typical wall/floor junctions. The results are shown for buildings with slab-on-ground floors and buildings with heated basement.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Лінійний коефіцієнт теплопередачі, теплопередача до ґрунту, підлога по ґрунту, опалювальний підвал.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На сьогодні в Україні для розрахунку теплопередачі через ґрунт використовується нормативна методика визначена згідно з [1] та [2], що передбачає розрахунок за чотирма зонами з використанням стандартних показників опору теплопередачі для кожної зони. В міжнародній практиці проектування для розрахунків теплопередачі до ґрунту використовують стандарт [3], що включає врахування віртуального шару нижче конструкції підлоги та температуру, яка змінюється протягом року, нижче цього віртуального шару, як граничні умови.

У роботі [4] детально описано методологію розрахунку, що визначена згідно зі стандартом [3], та проведено порівняння результатів розрахунку згідно з національною та міжнародною методиками. Результати розрахунків показують, що максимальна різниця між двома методиками знаходження опору теплопередачі через ґрунт дорівнює 20 % [4]. Водночас, як зазначено у [4], методика міжнародного стандарту [3] дозволяє алгоритмізувати процес розрахунку теплопередачі через ґрунт, що, при досить трудомістких розрахунках згідно з [5], має велику перевагу при розробленні та

застосуванні програмного комплексу для розрахунків загального енергоспоживання на опалення та охолодження та визначення показників енергоефективності будинку.

Враховуючи вищезазначене, при розробленні проекту ДСТУ-Н Б А.2.2-XXX:201X «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні», який створений у розвиток положень стандарту [5], врахована методика міжнародних норм [3] по розрахунку теплопередачі до ґрунту на основі якої у проекті запроваджено відповідний додаток. Даний додаток у проекті має назву «Порядок визначення теплопередачі до ґрунту» та статус обов'язкового.

Однією із особливостей запроваджуваної згідно з проектом ДСТУ методики є необхідність врахування додаткової теплопередачі, що відбувається через вузли сполучення конструкцій, які примикають до ґрунту, по периметру будівлі. Дана частина теплопередачі враховується через лінійні коефіцієнти теплопередачі, що повинні бути визначеними для проведення розрахунку. Зазначена проблема обумовила **мету даної роботи**, що полягає у розрахунку значень лінійних коефіцієнтів теплопередачі типових вузлів сполучень огорожувальних конструкцій, що контактують з ґрунтом.

Об'єкт досліджень - огорожувальні конструкції, що контактують з ґрунтом.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

В проекті ДСТУ-Н Б А.2.2-XXX:201X «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні» розглядаються два основні типи будівель, для яких визначена методика розрахунку теплопередачі до ґрунту:

- будівлі з підлогами по ґрунту;
- будівлі з опалюваним підвалом (цокольним поверхом).

Розрахунок узагальненого коефіцієнту теплопередачі до ґрунту H_g , Вт/К, для варіанту будівлі з підлогою по ґрунту використовують рівняння за формулою (1), а для варіанту будівлі з опалюваним підвалом (цокольним поверхом) – за формулою (2):

$$H_g = A U + P \Psi_g, \quad (1)$$

$$H_g = A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw} + P \cdot \Psi_g, \quad (2)$$

де A – площа підлоги, м²;

P – зовнішній периметр підлоги, м;

U – коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту, Вт/(м²·К);

U_{bf} – коефіцієнт теплопередачі підлоги підвалу (цокольного поверху) по ґрунту, Вт/(м²·К);

U_{bw} – коефіцієнт теплопередачі стін, що контактують з ґрунтом, Вт/(м²·К);

z – висота стін, що контактують з ґрунтом (стіни, що знаходяться нижче планувальної відмітки землі), м;

Ψ_g – лінійний коефіцієнт теплопередачі теплопровідного включення вузла сполучення конструкцій, що контактують з ґрунтом, Вт/(м·К).

Як видно з формул (1) та (2) в обох випадках для визначення величини теплопередачі до ґрунту необхідно встановити значення лінійного коефіцієнту теплопередачі теплопровідного включення вузла сполучення конструкцій, що контактують з ґрунтом.

Розрахунок лінійних коефіцієнтів теплопередачі необхідно здійснювати за допомогою комп'ютерного моделювання згідно з вимогами [6] та [7]. Відповідно, при моделюванні вузлів, для розрахунку теплового потоку при двовірному моделюванні, були враховані вимоги [7], а саме:

1. Відстань всередині будівлі від центрального фрагменту до адіабатичної лінії не менш 0,5 ширини будинку, або при невідомій ширині будівлі приймається значення 4,0 м;

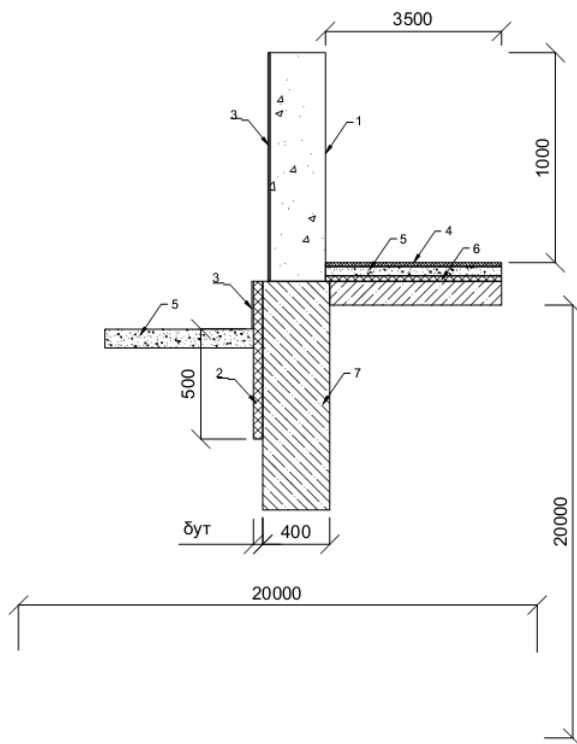
2. Відстань зовні будівлі від центрального фрагменту до адіабатичної лінії не менш 2,5 ширин будинку, або при невідомій ширині будівлі приймається значення 20,0 м;

3. Відстань від центрального фрагменту до адіабатичної лінії в масиві ґрунту не менш 2,5 ширин будинку, або при невідомій ширині будівлі приймається значення 20,0 м;

4. Відстань від теплопровідного включення однорідної огорожувальної конструкції до адіабатичної лінії не менш 1,0 м.

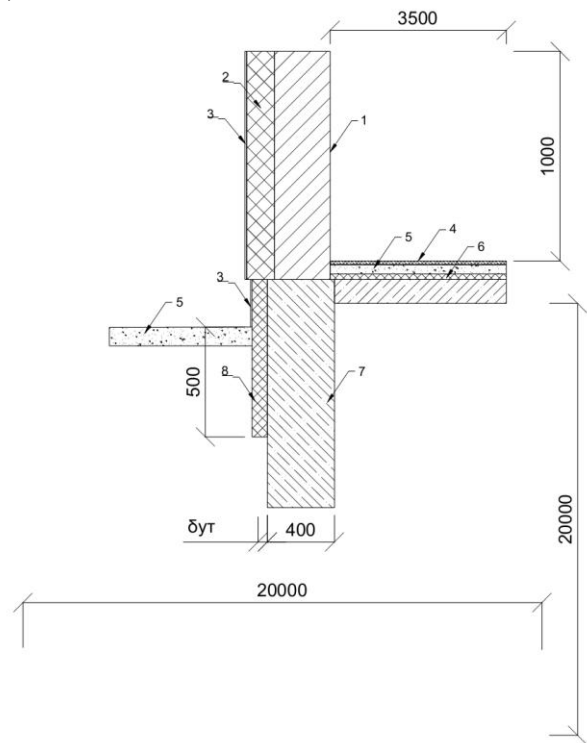
Розрахунки проведено для чотирьох типів вузлів сполучень конструкцій, що контактують з ґрунтом (по два для підлог по ґрунту та будівель з опалювальним підвалом). Схеми розглянутих вузлів наведено на рис. 1 та 2. Приклад розрахункової моделі наведено на рис. 3.

а)



- 1 – кладка з ніздрюватого бетону;
- 2 – теплоізоляційні плити, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$;
- 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$;
- 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$;
- 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$;
- 6 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$;
- 7 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$

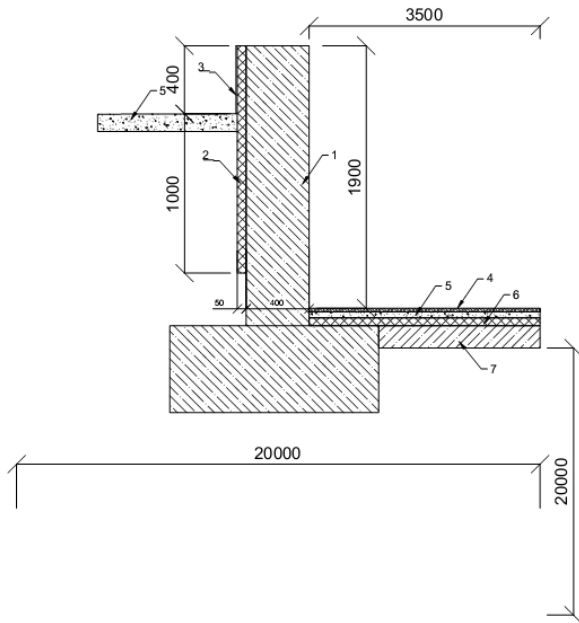
б)



- 1 – цегляна кладка, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$;
- 2 – теплоізоляційні плити;
- 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$;
- 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$;
- 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$;
- 6 – звукоізоляційний шар – мінераловатна плита, $\rho = 100 \text{ кг/м}^3$;
- 7 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$;
- 8 – теплоізоляційні плити

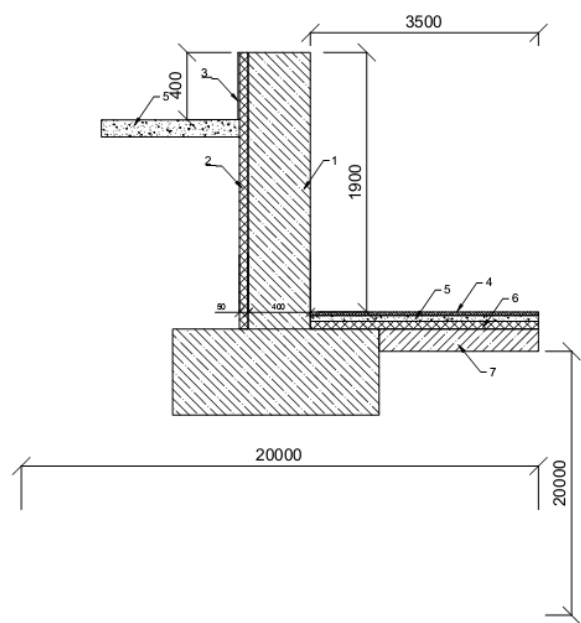
Рис.1. Схема розрахункових вузлів сполучень конструкцій, що контактують з ґрунтом: а) зовнішні стіни з блоків з ніздрюватого бетону; б) зовнішні стіни на основі конструкцій з фасадною теплоізоляцією

а)



- 1 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$;
- 2 – теплоізоляційні плити;
- 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$;
- 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$;
- 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$;
- 6 – теплоізоляційні плити;
- 7 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$

б)



- 1 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$;
- 2 – теплоізоляційні плити;
- 3 – опоряджувальна штукатурка, $\rho = 1300 \text{ кг/м}^3$;
- 4 – дерев'яне покриття підлоги, $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$;
- 5 – розчин цементно-піщаний, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$;
- 6 – теплоізоляційні плити;
- 7 – залізобетон, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$

Рис. 2. Схема розрахункових вузлів сполучень конструкцій, що контактують з ґрунтом:
а) примикання конструкції підлоги по ґрунту до стіни підвалу; б) примикання конструкції підлоги по ґрунту до стіни цоколю

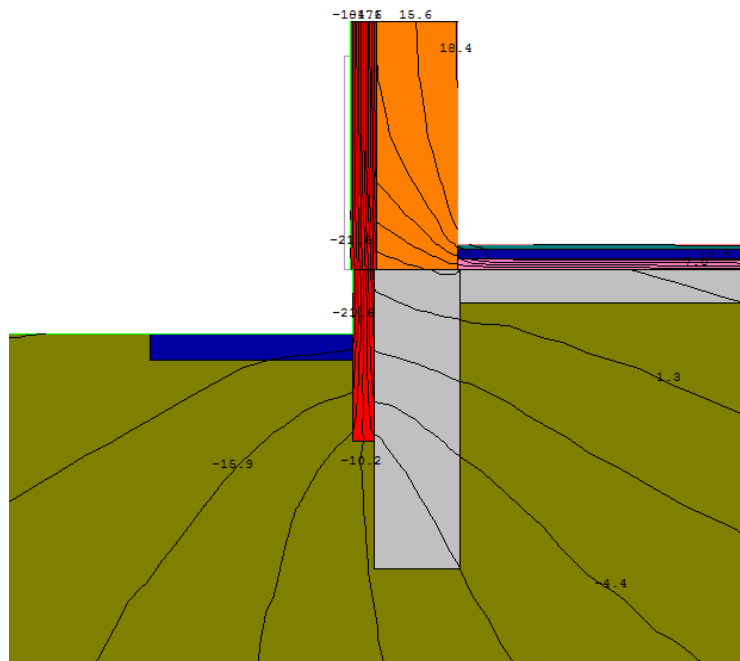


Рис. 3. Двовимірна модель для розрахунку значення лінійного коефіцієнту теплопередачі

Результати розрахунків лінійних коефіцієнтів теплопередачі для розглянутих конструктивних типів приведені у табл. 1 і 2.

Таблиця 1

Значення лінійних коефіцієнтів теплопередачі для вузла сполучення підлоги по ґрунту з зовнішньою стіною на основі кладки з ніздрюватого бетону

| Товщина кладки, мм | Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від марки ніздрюватого бетону | | |
|--------------------|--|-------|-------|
| | D300 | D400 | D500 |
| 300 | 0,930 | 0,940 | 0,950 |
| 400 | 0,868 | 0,881 | 0,893 |
| 500 | 0,841 | 0,852 | 0,862 |

Таблиця 2

Значення лінійних коефіцієнтів теплопередачі для вузла сполучення підлоги по ґрунту з зовнішньою стіною на основі конструкцій з фасадною теплоізоляцією

| Товщина утеплювача стіни, мм | Лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м·К), залежно від теплопровідності теплоізоляційного шару та товщині утеплювача фундаменту: 50 мм/100мм | | |
|------------------------------|--|-------------|-------------|
| | Розрахункова теплопровідність утеплювача, Вт/(м·К) | | |
| | 0,040 | 0,045 | 0,050 |
| 120 | 1,037/0,973 | 1,037/0,971 | 1,036/0,970 |
| 150 | 1,043/0,976 | 1,043/0,975 | 1,041/0,976 |
| 180 | 0,906/0,979 | 0,904/0,979 | 0,902/0,978 |
| 200 | 1,041/0,981 | 1,039/0,981 | 1,040/0,979 |
| 250 | 1,047/0,984 | 1,046/0,985 | 1,047/0,984 |

Для вузлів примикання конструкції підлоги по ґрунту до стіни опалювального підвалу (цокольного поверху) згідно зі схемами на рис.2, узагальнені значення лінійного коефіцієнту теплопередачі становлять:

- $\Psi_g = 1,05$ Вт/(м·К) – для вузла примикання конструкції підлоги по ґрунту до стіни підвалу;

- $\Psi_g = 0,88$ Вт/(м·К) – для вузла примикання конструкції підлоги по ґрунту до стіни цоколю.

ВИСНОВКИ

Приведені дані щодо лінійних коефіцієнтів теплопередачі дозволять проєктувальникам проводити коректні розрахунки теплопередачі стаціонарного стану через ґрунт відповідно до проєкту ДСТУ-Н Б А.2.2-XXX:201X «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні». Також, зазначені дані лягли в основу довідкових даних приведених в [2].

ЛІТЕРАТУРА

1. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорту будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. – [Чинний від 01.07.2008].- К.: Мінрегіонбуд України, 2008. - 44 с. – (Державний стандарт України).
2. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель: ДСТУ Б В.2.6-189:2013 – [Чинний від 01.01.2014]. - К.: Мінрегіон України, 2014. - 42 с. – (Державний стандарт України).
3. Thermal performance of buildings - Heat transfer via the ground - Calculation methods: EN ISO 13370:2007– CEN – 48 p.
4. Колесник Є.С. Методи розрахунку теплопередачі через ґрунт / Є.С. Колесник, О.М. Білоус // Вісник Донбаської нац. акад. будівництва і архітектури. – 2012. – Вип. 5(97). – С. 10-16.
5. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження (EN ISO 13790:2011): ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. – [Чинний від 01.07.2013]. - К.: Мінрегіон України, 2013. - 241 с. – (Державний стандарт України).
6. Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 1. Загальні методи: ДСТУ ISO 10211-1:2005. – К.: Дерспоживстандарт України, 2008. – 38 с.
7. Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплового потоку та поверхневої температури. Частина 2. Лінійні теплопровідні включення.: ДСТУ ISO 10211-2:2005. – К.: Дерспоживстандарт України, 2008. – 12 с.

REFERENCES

1. Design. Instruction for development and complication of energy passport of buildings under new construction and reconstruction: ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 – [Valid from 01.07.2008]. - Kiev.: Minregionbud of Ukraine, 2008. - 44 p. – (The State Standard of Ukraine).
2. Methods for choosing of insulation material for insulation of buildings: ДСТУ Б В.2.6-189:2013 – [Valid from 01.01.2014]. - Kiev.: Minregionbud of Ukraine, 2014. - 42 p. – (The State Standard of Ukraine).
3. Thermal performance of buildings - Heat transfer via the ground - Calculation methods: EN ISO 13370:2007. – CEN – 48 p.
4. Kolesnyk I. Methods for calculation heat transfer via the ground / Kolesnyk I. and Belous A. // Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, 5(97). –P. 10-16, 2012.
5. Energy performance of buildings. Calculation of energy use for space heating and cooling (EN ISO 13790:2011): ДСТУ Б EN ISO 13790:2011 – [Valid from 01.07.2013]. - Kiev.: Minregionbud of Ukraine, 2013. - 44 p. – (The State Standard of Ukraine).
6. Thermal bridges in building construction. Heat flows and surface temperatures. Part 1: General calculation methods: ДСТУ ISO 10211-1:2005. – Kiev.: Minregionbud of Ukraine, 2008. - 38 p. – (The State Standard of Ukraine).
7. Thermal bridges in building construction. Heat flows and surface temperatures. Part 1: Linear thermal transmittance: ДСТУ ISO 10211-2:2005. – Kiev.: Minregionbud of Ukraine, 2008. - 12 p. – (The State Standard of Ukraine).

Стаття надійшла до редакції 05.04.2014 р.