

УДК 624.014.7:536.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ НА ТЕПЛОПРОВІДНІСТЬ ЛЕГКИХ СТАЛЕВИХ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

*к.т.н., доцент Семко В.О., магістр Лещенко М.В., магістр Котько Н.О.
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка,
м. Полтава*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Покращення теплофізичних та міцнісних характеристик традиційних конструктивних матеріалів і застосування нових більш ефективних зумовило використання в будівництві легких сталевих тонкостінних конструкцій (ЛСТК) в поєднанні з ефективними утеплювачами. Закордонний досвід дозволяє говорити про значну економічну доцільність використання легких сталевих тонкостінних елементів в якості несучих та огорожувальних конструкцій [1, 2]. В той же час теплові властивості легких холодноформованих сталевих тонкостінних профілів в складі огорожувальних конструкцій в Україні майже не досліджені [3, 4]. Вирішенням даної проблеми може бути дослідження показників теплопровідності огорожувальних конструкцій в залежності від їх конструктивних параметрів, які варіюються на практиці.

Аналіз останніх досліджень. Питання вивчення експлуатаційних характеристик конструкцій зовнішніх огорожень на основі легких сталевих каркасів є недостатньо вивченим, особливо в нашій країні. Теплофізичні якості зовнішніх стінових огорожень з ЛСТК вивчалися такими науковцями, як Ватін Н. І., Попова С. Н. [5], Журина Н., Кузьмичев Р [6], Фаренюк Г.Г [7], Чернявський В.В [8].

Метою та основними задачами даної роботи є дослідження впливу конструктивних параметрів на теплопровідність легких сталевих огорожувальних конструкцій та визначення шляхів мінімізації цього впливу.

Методика досліджень. Дослідження виконувалось за допомогою математичного моделювання температурного режиму вузлів огорожувальних конструкцій із легких сталевих тонкостінних профілів методом скінчених елементів

Виклад основного матеріалу та результати досліджень. Конструкції розраховувались на відповідність вимогам ДБН «Теплова ізоляція будівель» [3]. Розрахункові умови досліджень приймалися як для зовнішньої стіни цивільного будинку в першій температурній зоні України.

За основу приймалася конструкція без теплопровідних включень – без використання в ній сталевих профілів – це з точки зору теплоізоляції будівель є найбільш ефективно. Звісно, в дійсності для реального будівництва такі конструкції використовуватися не можуть, так як в них відсутній несучий елемент, але з метою наукового дослідження ми змодельовано та розраховано таку схему, щоб визначити наскільки поява в такому вузлі сталевого профілю збільшить теплопередачу конструкції. А також визначимо наскільки енергоефективними в даній конструкції є термопрофілі та визначимо, чи

дійсно влаштування звичайного суцільного профілю разом з термопрокладкою запобігає виникненню в даній конструкції «містку холоду», проаналізуємо як на це впливають геометричні розміри профілю, прокладки та крок профілів у конструкції.

На рис. 1 зображені вузли конструкції стіни малоповерхового будинку з несучими вертикальними легкими профілями. Різниця між цими двома вузлами полягає в тому, що:

- в першому випадку в конструкції використаний звичайний суцільний С-подібний профіль, але для запобігання виникнення «містку холоду» профіль із зовнішньої сторони «закритий» термопрокладкою;
- в другому випадку в конструкції використаний С-подібний термопрофіль.

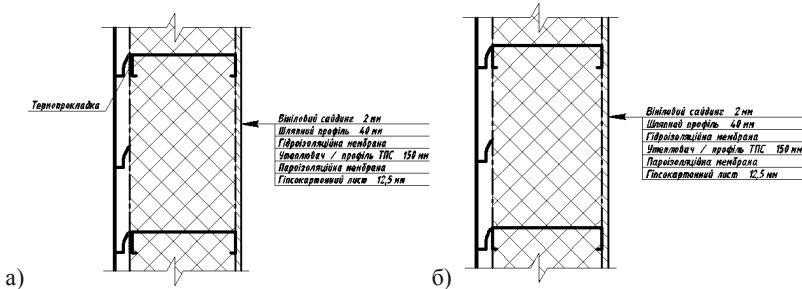


Рис. 1. Конструкція стіни: а) із суцільними профілями; б) із термопрофілями

Розмір профілів: висота – 150 мм, ширина полочки ззовні огорожувальної конструкції – 45 мм, з внутрішньої сторони – 41 мм, товщина 1 мм.

Зовнішнім облицюванням конструкції стіни приймемо вініловий сайдинг товщиною 1,1-1,2 мм на вирівнюючій основі. По профілям влаштовані шляпні профілі, в просторі між якими вентиляований повітряний прошарок, товщиною 40 мм, що відповідає висоті шляпного профілю. З внутрішньої сторони конструкція стіни облицювана гіпсокартонним листом товщиною 12,5 мм.

Спершу виконувались розрахунки зовнішньої огорожувальної конструкції без профілів. Аналізуючи отримані результати, маємо однорідну конструкцію, без теплопровідних включень, тому отримуємо температури на внутрішній і на зовнішній поверхнях конструкції незмінними по всій довжині: $\tau_{\text{вн}} = 18,589 \text{ } ^\circ\text{C}$; $\tau_{\text{зовн}} = -21,278 \text{ } ^\circ\text{C}$; аналогічно, величина теплового потоку на внутрішній поверхні теж незмінна $q = 12,272 \text{ Вт/м}^2$.

Далі проводився розрахунок аналогічної схеми, тільки з однією зміною – в ній ми моделювали додатково ще й тонкостінний суцільний сталевий профіль товщиною 1 мм. Результати показали, що наявність сталевого профілю в конструкції значно зменшує опір теплопередачі, температура розподіляється нерівномірно, а в області профілю набагато менша. Разом з температурою тепловий потік через конструкцію також нерівномірний і має

значно більші значення в ділянці поруч з профілем (пунктиром показано значення теплового потоку без профілю) (рис. 2).

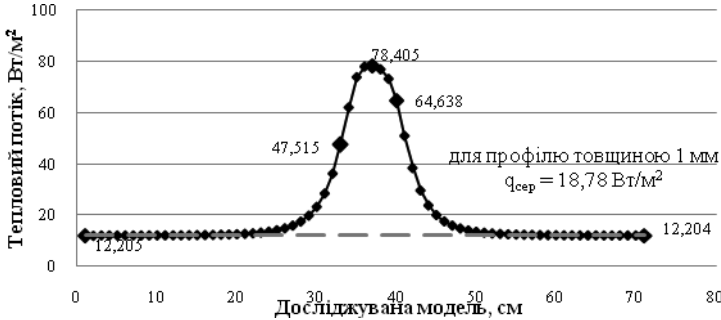


Рис. 2. Графік розподілу теплового потоку по довжині моделі з одним профілем

При розрахунку профілю товщиною 2 та 3 мм значення $q_{сер}$ дорівнює $20,95 \text{ Вт/м}^2$ та $22,04 \text{ Вт/м}^2$ відповідно.

Для дослідження впливу кроку профілів у стіновій конструкції на зміну її теплопровідності було змодельовано 5 схем з різними варіантами розташування профілів один відносно одного. Найменшу відстань приймали 20 см (відстань між стінками профілів), а потім з кроком 20 см ще 4 моделі, тобто відстанню між профілями складала – 40 см, 60 см, 80 см та 100 см. Розрахунки показали, що зі збільшенням кроку стінового профілю значення теплового потоку суттєво зменшується до величини кроку 60 см, після чого зменшення теплового потоку є несуттєвим (рис. 3). На рисунку 3 пунктирною лінією показане значення середнього теплового потоку для моделі з одним профілем.

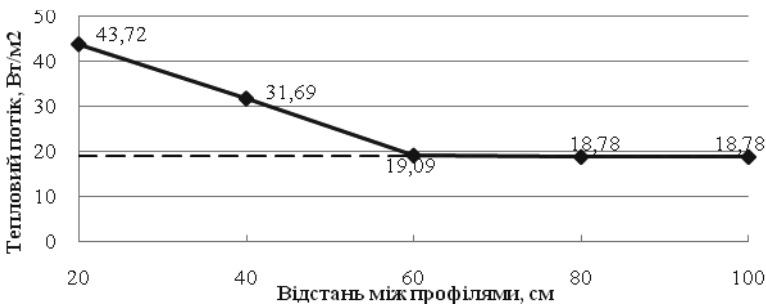


Рис. 3. Графік середніх значень теплового потоку через 1 м^2 стіни з ЛСТК при кроці профілів 20, 40, 60, 80 та 100 см

Дослідивши вплив влаштування в аналогічних конструкціях термопрокладок та варіюючи їх товщиною, отримали результати, за якими

добре видно як зменшується середнє значення теплового потоку із збільшенням товщини прокладки (рис. 4).



Рис. 4. Графік середніх значень теплового потоку через 1м² стіни з ЛСТК в залежності від товщини прокладки

Наступним етапом дослідження було визначити вплив перфорації стінки профілю на теплопровідність огорожувальної конструкції. Схему перфорації взято з реального термопрофілю – маємо 6-тирядну перфорацію, довжина канавок 75 мм, ширина відповідно 4 мм. Результати показали, що значення теплового потоку моделі з термопрофілем набагато ближчі до значень моделі без профілю, модель з термопрофілем збільшує середнє значення теплового потоку через конструкцію на 14,7%. Порівняно з моделлю із суцільним профілем, модель з термопрофілем зменшує середнє значення теплового потоку через конструкцію на 25%.

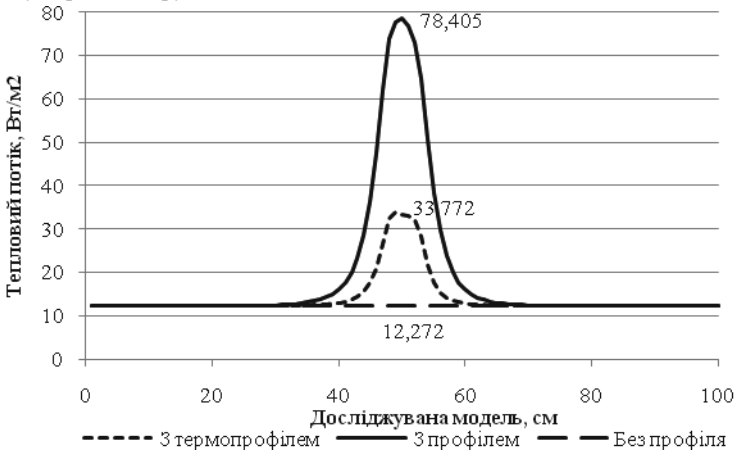


Рис. 5. Порівняльний графік середніх теплових потоків моделі з термопрофілем, із суцільним профілем та без профілю

Висновки. Досліджено вплив зміни конструктивних параметрів на теплотехнічні властивості стінового огородження з ЛСТК. Влаштування огороджувальних конструкцій з використанням суцільних тонкостінних профілів збільшує значення середнього теплового потоку на 54 % по відношенню з ідеальною конструкцією без профілів. Влаштування термопрокладки на зовнішній поверхні стінового профілю зменшує значення середнього теплового потоку на 3,19-11,67 % в залежності від її розмірів. Використання профілів товщиною 2 мм та 3 мм збільшують величину середнього теплового потоку на 70,73 % та 79,73 % відповідно. Мінімальна відстань між профілями товщиною 1 мм, при якій значення середнього теплового потоку суттєво не збільшується – 60 см. Використання в аналогічних конструкціях термопрофілей зменшує значення середнього теплового потоку на 25 % порівняно з конструкціями із суцільними профілями.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. AISI-S100. North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members – Washington: American Iron and Steel Institute, 2001. – 149 p.
2. EN 1993-1-3:2006. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-3: General rules. Supplementary rules for cold-formed members and sheeting. – Brussels: CEN, 2006. – 134 p.
3. ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель. – К. : Мінбуд. України, 2006. – 70с.
4. ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009. Конструкції будинків і споруд. Настанова з проектування конструкцій будинків із застосуванням сталевих тонкостінних профілів.
5. Ватин Н. И. Термопрофиль в легких стальных строительных конструкциях / Н. И. Ватин, Е. Н. Попова. – СПб.: СПбГПУ, 2006. – 63 с.
6. Журина, Н. Энергоэффективные легкие ограждающие конструкции / Н. Журина, Р. Кузьмичев // Архитектура и строительство. – 2008. - №2. – С. 93-97.
7. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огороджувальних конструкцій / Г.Г. Фаренюк. – К.: Гама-Принт. – 2009. – 216 с.: Бібліог.: с. 194-203.
8. Чернявський В.В. Вплив перфорації легких сталевих тонкостінних профілів на теплофізичні характеристики огороджувальних конструкцій [Текст] / В. В. Чернявський, В. О. Семко, О. І. Юрін, Д. А. Прохоренко // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). – Випуск 1(29). – Полтава: ПолтНТУ. –2011. –С.194-199.