

## МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ СОНЯЧНИХ ТЕПЛОВИХ НАДХОДЖЕНЬ

Білоус О.М.

Донбаська національна академія будівництва та архітектури  
м. Макіївка, Україна

**АННОТАЦІЯ:** У статті наведено аналіз існуючих методик розрахунку сонячних теплонадходжень, за методологією національного стандарту ДСТУ-Н Б А.2.2-5: 2007 і міжнародним стандартом EN ISO 13790:2007. На прикладі показано, що максимальна різниця у визначенні сонячних теплонадходжень становить 2,66%.

**АННОТАЦИЯ:** В статье приведен анализ существующих методик расчета солнечных тепловых поступлений, по методологии национального стандарта ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 и международным стандарта EN ISO 13790:2007. На примере показано, что максимальная разница в определении солнечных тепловых поступлений составляет 2,66%.

**ABSTRACT:** The paper presents an analysis of existing methods for calculating the solar heat gain, according to the methodology of the national standard DSTU-NB A.2.2-5: 2007 and the international standard EN ISO 13790:2007. The example shows that the maximum difference in the definition of the solar heat gain of 2,66%.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** Сонячні теплонадходження, методи розрахунку, нормативні документи.

### АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

У ЄС серед різноманітних існуючих стандартів розрахунку енергоефективності будівель Європейського Комітету по стандартизації центральне місце займає один стандарт, який пов'язує більшість стандартів в логічну послідовність етапів розрахунку – EN ISO 13790 [1]. Україна не пішла окремим шляхом і не стала розробляти самостійну методику, а прийняла національний стандарт ДСТУ Б EN ISO 13790 [2], що має ступінь відповідності ідентичний (IDT) до міжнародного стандарту [1].

Однак стандарт EN ISO 13790 [1] для національних органів відповідальних за нормування надає багато варіантів методик розрахунку показників енергоефективності будівель з метою визначення методології (-ій) національного розрахунку, яких може бути декілька в залежності від цілі застосування, що має вирішуватися національними органами влади. Вищевказана інформація говорить про те, що національні органи влади повинні розробити набір норм або стандартів з метою створення та забезпечення необхідної методологічної бази для проведення розрахункової оцінки.

Таким чином, прийняття стандарту [2] визначило основну мету даної роботи, що полягає в оцінці приведених у [2] методів розрахунку енергоефективності будівель на придатність до застосування в умовах національної нормативної бази та

загальновідомих принципів розрахунку та наданні відповідних рекомендацій щодо застосування вказаних методів.

## РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ

Розглянемо дві методології розрахунку теплових надходжень від сонця – загальні сонячні теплові надходження за сезонним методом розрахунку [2] та загальні сонячні теплові надходження згідно ДБН В.2.6-31:2006[3].

В якості тестового об'єкта обираємо приклад 6 з EN 15265:2007[4] з наступними характеристиками:

- зовнішній фасад орієнтований на захід, що немає ніяких перешкод;
- площа непрозорого фасаду  $3,08 \text{ м}^2$  із значенням  $g=0,012$  (коефіцієнт поглинання сонячної радіації становить 0,6, поверхневий тепловий опір зовнішньої поверхні становить  $0,04 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$  і коефіцієнт теплопередачі непрозорого фасаду  $0,493 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{К}$ );
- фасад має  $7 \text{ м}^2$  вікон, без сонячного затінення. Значення  $g$  для скління становить 0,20; віконне обрамлення ігноруються;
- корисна сприймаюча площа фасаду  $A_{S,k}$  становить  $1,40 \text{ м}^2$ ;
- сонячна радіація,  $I_{sol,k}$  середньочасова енергія сонячного випромінювання за розрахунковий період, на квадратний метр площі сприймаючої площі фасаду з заданою орієнтацією, наведена в J.1.8 [2];
- додатковий потік теплоти внаслідок теплової радіації від будівлі до атмосфери не враховується в цих тестових випадках.

Розрахуймо теплові надходження для сезонного методу за методикою ДСТУ Б EN ISO 13790 [2].

Сума теплових надходжень від сонця до зони будівлі, що розглядається, для сезону  $Q_{sol}$ , МДж, розраховується згідно виразу:

$$Q_{int} = \left( \sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right) t + \left[ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{sol,mn,u,l} \right] t, \quad (1)$$

де  $b_{tr,l}$  – поправковий коефіцієнт для суміжного некондиціонованого об'єму з  $l$ -м джерелом сонячного випромінювання, визначається згідно ISO 13789;

$\Phi_{sol,mn,k}$  – усереднений за часом тепловий потік від  $k$ -го джерела сонячного випромінювання, Вт;

$\Phi_{sol,mn,u,l}$  – усереднений за часом тепловий потік від  $l$ -го джерела сонячного випромінювання в суміжному некондиціонованому об'ємі, Вт;

$t$  – тривалість визначеного місяця або сезону,  $M_c$ , згідно Додатку F[2].

Тепловий потік від  $k$ -го джерела сонячного випромінювання розраховується як:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} A_{sol,k} I_{sol,k} - F_{r,k} \Phi_{r,k}, \quad (2)$$

де -  $F_{sh,ob,k}$  – понижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для корисної світло сприймаючої площі  $k$ -ої поверхні;

$A_{sol,k}$  – корисна сприймаюча площа  $k$ -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу, у визначеній зоні чи об'ємі,  $\text{м}^2$ ;

$I_{sol,k}$  – сонячна радіація, середня енергія сонячної радіації за часовий інтервал розрахунку, на квадратний метр сприймаючої площі  $k$ -ої поверхні з даною орієнтацією та кутом нахилу,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ;

$F_{r,k}$  – коефіцієнт форми між елементом будівлі та небосхилом;

$\Phi_{r,k}$  – додатковий тепловий потік внаслідок теплової радіації до атмосфери від  $k$ -го елемента будівлі, Вт.

Результати розрахунків наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Місяць	Жовтень	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Усього
$I_{sol}$ , Вт/м <sup>2</sup>	44	21	17	20	37	85	82	
$Q_{sol}$ , кВт·год	47	22	18	21	36	91	85	320

Згідно ДБН В.2.6-31:2006 [3] теплові надходження через вікна від сонячної радіації протягом опалювального періоду  $Q_s$ , кВт·год, для чотирьох фасадів будинків, орієнтованих за чотирма напрямками сторін світу – північ (Пн), схід (С), південь (Пд) і захід (З), визначаються за формулою:

$$Q_s = \zeta_B \cdot \varepsilon_B \cdot (F_{Пн} I_{Пн} + F_C I_C + F_{Пд} I_{Пд} + F_З I_З) + \zeta_{зл} \cdot \varepsilon_{зл} \cdot F_{сп.л} \cdot I_\Gamma, \quad (3)$$

де  $\zeta_B$ ,  $\zeta_{зл}$  – коефіцієнти, що враховують затінення світлового прорізу відповідно вікон і zenітних ліхтарів непрозорими елементами заповнення, приймаються згідно табл. 1 ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007 [6];

$\varepsilon_B$ ,  $\varepsilon_{зл}$  – коефіцієнти відносного проникання сонячної радіації відповідно для світлопрозорих заповнень вікон і zenітних ліхтарів, що приймаються за паспортними даними відповідних світлопрозорих конструкцій або згідно табл. 1 [6]; мансардні вікна з кутом нахилу заповнень до горизонту 45° і більше варто вважати як вертикальні вікна, з кутом нахилу менш 45° – як zenітні ліхтарі;

$F_{Пн}$ ,  $F_C$ ,  $F_{Пд}$ ,  $F_З$  – площа світлових прорізів фасадів будинку, відповідно орієнтованих за чотирма напрямками світу, м<sup>2</sup>;

$F_{сп.л}$  – площа світлових прорізів zenітних ліхтарів будинку, м<sup>2</sup>;

$I_{Пн}$ ,  $I_C$ ,  $I_{Пд}$ ,  $I_З$  – середня величина сонячної радіації за опалювальний період, спрямована на вертикальну поверхню за умов хмарності, відповідно орієнтовану за чотирма фасадами будинку, кВт·год/м<sup>2</sup>, приймаються згідно таблиці 2 [6].

$I_\Gamma$  – середня величина сонячної радіації за опалювальний період, яка спрямована на горизонтальну поверхню за умов хмарності, кВт·год/м<sup>2</sup>, приймається згідно табл. 2 [6].

Для нашого випадку формула (3) буде мати вигляд:

$$Q_s = \zeta_B \cdot \varepsilon_B \cdot F_З I_З. \quad (4)$$

Згідно з умовами тестового об'єкту твір коефіцієнтів відносного проникання сонячної радіації відповідно для світлопрозорих заповнень буде дорівнюватиме 0,2. Теплові надходження наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Місяць	Жовтень	Листопад	Грудень	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Усього
$I_{sol}$ , Вт/м <sup>2</sup>	44	21	17	20	37	85	82	
$t$ , год	743,89	720,00	743,89	743,89	671,94	743,89	720	
$Q_{sol}$ , кВт·год	45,8	21,17	17,7	20,83	34,8	88,53	82,66	311,49

Максимальна різниця між двома методиками знаходження теплових надходжень дорівнює:

$$((320-311,49)/320)*100 = 2,66 \%$$

## ВИСНОВОК

Проведена оцінка показала, що існуюча в Україні методика сонячних теплонадходжень дає відносно невелику похибку у порівнянні з методами, визначеними у міжнародних стандартах. Даний факт показує, що при розрахунках сонячних теплонадходжень згідно з [6] в частині визначення теплонадходження через зовнішню оболонку будівлі, в опльований період, можливо використовувати національну методологію, а не міжнародну методику згідно з [1]. Водночас, поряд з тим, що національна методологія є «простішою», з точки зору розуміння, та консервативною, однак має один суттєвий недолік – відсутність врахування теплонадходжень від сонця через непрозорі зовнішні конструкції та додаткової теплопередачі від теплової радіації до атмосфери.

Таким чином, на національному рівні повинно бути вирішено чи застосовувати визначену європейськими документами методику для опалюваного періоду та корегування національної методики з визначення сонячних теплонадходжень для літнього періоду для розрахунку системи кондиціонування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Energyperformance of buildings – Calculation of energy use for spaceheating and cooling: EN ISO 13790:2008. – CEN. – 162p.
2. Енергоефективність будівель. Розрахунок енергоспоживання при опаленні та охолодженні: ДСТУ Б EN ISO 13790:2011. – [Чинний з 01.01.2013] .– (Державний стандарт України).
3. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний з 01.04.2007].- К.: Мінбуд України, 2006. - 64 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Енергоефективність будівель – Розрахунок енергопотребы для опалення та охолодження з використанням динамічних методів – Загальні критерії і процедури валідації: EN 15265:2007– (Державний стандарт України).
5. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. – [Чинний з 01.11.2011].- К.: Мінрегіонбуд України, 2011. - 124 с. – (Державний стандарт України).
6. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. – [Чинний з 01.07.2008].- К.: Мінрегіонбуд України, 2008. - 44 с. – (Державний стандарт України).

Стаття надійшла до редакції 18.03.2013 р.