

ОСОБЛИВОСТІ ВРАХУВАННЯ РЕГУЛЬОВАНОГО СОНЦЕЗАХИСТУ У РОЗРАХУНКАХ СОНЯЧНИХ ТЕПЛОАДХОДЖЕНЬ

Сергейчук О.В.

Київський національний університет будівництва і архітектури
м. Київ, Україна

АНОТАЦІЯ: Теплові надходження від сонця залежать від кліматичних умов. Розглядаються особливості врахування клімату різних регіонів України при їх розрахунках. Методика орієнтована на використання кліматичних даних, що наводяться у ДСТУ з будівельної кліматології. Вона дозволяє визначити вплив регульованих сонцезахисних пристроїв на загальні сонячні теплонадходження.

АННОТАЦИЯ: Тепловые поступления от солнца зависят от климатических условий. Рассматриваются особенности учета климата различных регионов Украины при их расчетах. Методика ориентирована на использование климатических данных, которые приводятся в ГОСТ Украины по строительной климатологии. Она позволяет определить влияние регулируемых солнцезащитных устройств на общие солнечные теплопоступления.

ABSTRACT: The amount of solar energy depends on climate conditions. Climate differences in Ukrainian regions have been taken into account. The method is based on using climate dates from Ukrainian State Standards in construction climatology. It allows defining the influence of regulated solar shading system device on the total income of solar energy.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: Теплонадходження, сонячна радіація, сонячна карта, сонцезахисні пристрої.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

При розрахунках теплових надходжень від сонця через світлопрозорі огороження екранування сонячних променів сонцезахисними пристроями (СЗП) враховується понижувальним коефіцієнтом затінення. Для регульованих СЗП понижувальний коефіцієнт $F_{sh,gl}$, згідно [1], розраховується за формулою

$$F_{sh,gl} = \frac{1 - f_{sh,with} g_{gl} + f_{sh,with} g_{gl+sh}}{g_{gl}}, \quad (1)$$

де g_{gl} – загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за відсутності СЗП;
 g_{gl+sh} – загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за наявності СЗП, що знаходиться множенням g_{gl} на коефіцієнт екранування сонцезахистом;
 $f_{sh,with}$ – зважені інтервали часу, коли СЗП використовується.

Зважені інтервали часу, коли СЗП використовуються, визначаються на основі проектних даних та погодинних моделей або за фактичним станом. У разі відсутності

таких даних $f_{sh,with}$ може бути прийнятий за таблицями, в яких він попередньо розрахований в залежності від кліматичних умов. У [1] наведено приклад такої таблиці, де $f_{sh,with}$ розрахований для трьох міст Європи (Париж, Рим та Стокгольм) для кожного місяця року в залежності від орієнтації вікон. Цією таблицею не можна користуватися в Україні, оскільки:

- клімат усіх цих міст відрізняється від клімату міст України;
- значення $f_{sh,with}$ отримані за формулою

$$f_{sh,with} = I_{sol,>300W}/I_{sol}, \quad (2)$$

де $I_{sol,>300W}$ – сума погодинних значень енергетичної освітленості відповідної площини від сонячного випромінювання за всі години місяця з інтенсивністю, більшою за 300 Вт/м^2 ;

I_{sol} – сума погодинних значень енергетичної освітленості відповідної площини від сонячного випромінювання за всі години місяця, Вт/м^2 .

Використання формули (2) для розрахунку $f_{sh,with}$ не є раціональним, оскільки для певних фасадів енергетична освітленість від сонця 300 Вт/м^2 спостерігається на всій території України навіть у зимові місяці [2], коли сонячне опромінення приміщень є вкрай бажаним, як джерело пасивного сонячного опалення, у зв'язку з чим навряд чи зимою користувачі будуть застосовувати затінення.

Тому актуальним є розроблення іншого критерію використання регульованих СЗП та розрахунок на його основі значень $f_{sh,with}$ для українських норм.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Проблемі проектування раціональних сонцезахисних пристроїв присвячено багато публікацій. Підвищенню енергоефективності світлопрозорих конструкцій висвячені роботи [3, 4], в яких запропонований алгоритм комплексного рішення питань природного освітлення, інсоляції, сонцезахисту, шумоізоляції та теплозахисту при проектуванні світлопрозорих огорожень. Роботи [5, 6] присвячені підвищенню ефективності малоповерхових будинків за рахунок використання сонячної енергії.

У роботі [7] запропонований метод аналізу кліматичної інформації району будівництва шляхом нанесення її на сонячні карти, для чого на траєкторіях сонця на небесній сфері відмічаються значення відповідних температур повітря. По цим точкам будуються ізотерми, що утворюють на сонячній карті зони бажаної і небажаної інсоляції. У [8] запропонований спосіб побудови енергетичних сонячних карт, на яких нанесені ізолінії сонячної радіації, що надходить на фасад відповідної орієнтації.

Ці роботи безпосередньо не розглядають питання часу використання регульованих СЗП, однак деякі їх положення можуть бути використані при розв'язанні цього питання. Найбільш придатним є метод, запропонований у [7].

Метою даної статті є розроблення критерію використання регульованих СЗП та розрахунок на його основі значень $f_{sh,with}$ для українських норм.

КРИТЕРІЙ ВИКОРИСТАННЯ СОНЦЕЗАХИСНИХ ПРИСТРОЇВ

У якості критерію використання регульованих СЗП пропонується застосувати критичну температуру зовнішнього повітря, вище якої температура у приміщенні, що інсолюється, стає дискомфортною. Згідно [7] та інших досліджень, такою температурою є 21°C .

За цим критерієм зважений місячний інтервал часу, коли СЗП використовується $f_{sh,with}$, буде розраховуватися за формулою

$$f_{sh,with} = I_{sol,>21^\circ}/I_{sol}, \quad (3)$$

де $I_{sol,>21^\circ}$ – сума погодинних значень енергетичної освітленості відповідної площини від сонячного випромінювання за всі години місяця, коли температура зовнішнього повітря дорівнює чи перевищує 21°C ;

I_{sol} – теж саме, що у формулі (2).

Крім того, необхідно мати на увазі, що, згідно [1], розрахунок понижувальних коефіцієнтів затінення повинен ґрунтуватися на таких спрощеннях: пряма сонячна радіація екранується перешкодою; розсіяна радіація від неба та радіація, відбита від землі, залишається незмінною. Це ідентично перешкодам, що відбивають таку саму кількість сонячної радіації, як і поглинають.

ПРИКЛАД ВИЗНАЧЕННЯ $f_{sh,with}$

Методика розрахунку $f_{sh,with}$ розглянута на прикладі східного фасаду у м. Києві для липня місяця.

1. За даними табл. 2 та формули (2) [2] визначаються місяці, що мають періоди денного перегріву і часи початку та кінця перегріву (табл. 1). При цьому час настання мінімальної добової температури можна отримати по сонячній карті для географічній широті 50° пн. ш. [2].

Таблиця 1

Періоди перегріву у м. Києві

Місяць	Початок періоду, год.	Кінець періоду, год.
Червень	11,5	19,5
Липень	10,5	20,5
Серпень	11,5	20,0

Таким чином лише для цих місяців коефіцієнт $f_{sh,with}$ буде відрізнятися від нуля при певних орієнтаціях фасадів.

2. Для розрахунків за формулою (3) необхідно знати значення енергетичної освітленості відповідної площини від прямої S та від розсіяної D сонячної радіації при реальних умовах хмарності. Ці значення отримані за допомогою ППП “Atmospheric Radiation” [9]. Розрахунок $f_{sh,with}$ зведено у табл. 2

Таблиця 2

Розрахунок $f_{sh,with}$ для східної орієнтації фасаду у м. Києві у липні

Вид радіації	Значення радіації, Вт/м ² у години дня									
	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	
S	0	39,5	141,2	213,39	243,75	240,73	199,59	130,44	45,23	
D	2,58	8,77	39,12	68	97,31	124,56	133,23	136,07	131,33	
$I=S+D$	2,58	48,27	180,34	282,38	341,06	365,28	332,82	266,51	176,55	
	Значення радіації, Вт/м ² у години дня									
	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
D	123,61	113,66	99,43	83,46	57,83	36,98	18,63	6,21	1,56	
$I=S+D$	123,61	113,66	99,43	83,46	57,83	36,98	18,63	6,21	1,56	
Сумарна радіація за день $I_{sol} = 2537$ Вт/м ²										
Пряма радіація за період використання СЗП $I_{sol,>21^\circ} = 175,67$ Вт/м ²										
Значення коефіцієнту $f_{sh,with} = 0,069$										

ВИЗНАЧЕННЯ $f_{sh,with}$ ДЛЯ КЛІМАТИЧНИХ РАЙОНІВ УКРАЇНИ

Для розрахунку енергоефективності будинків на території України необхідно запропонувати коефіцієнти $f_{sh,with}$ для інших населених міст і поселень країни. Для цього було застосовано архітектурно-будівельне кліматичне районування України згідно [2]. У кожному районі були визначені репрезентативні міста (I район – Київ, II район – Запоріжжя, IIIA район – Івано-Франківськ, IIIB район – Ужгород, IV та V райони - Ялта), в яких були розраховані $f_{sh,with}$. Результати розрахунку наведено у табл.3.

Таблиця 3

Кліматичний район України	Місяць	Коефіцієнт використання регульованих СЗП							
		Коефіцієнт затінення $f_{sh,with}$ для відповідного напрямку							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
I	Червень	0,09	0	0,02	0,09	0,27	0,46	0,48	0,36
	Липень	0,08	0	0,07	0,18	0,37	0,50	0,49	0,37
	Серпень	0,04	0	0,08	0,23	0,36	0,55	0,52	0,35
II	Травень	0,06	0	0,00	0,01	0,15	0,37	0,42	0,28
	Червень	0,09	0	0,02	0,09	0,27	0,48	0,50	0,38
	Липень	0,08	0,04	0,16	0,27	0,42	0,51	0,51	0,39
	Серпень	0,04	0	0,09	0,23	0,45	0,58	0,54	0,37
	Вересень	0	0	0	0	0,15	0,35	0,45	0,30
IIIA	Червень	0,02	00	0	0,03	0,21	0,44	0,44	0,31
	Липень	0,05	0,03	0,02	0,08	0,23	0,40	0,40	0,29
	Серпень	0,03	0	0	0,05	0,24	0,44	0,45	0,29
IIIB	Травень	0	0	0	0,01	0,14	0,29	0,30	0,16
	Червень	0,07	0	0,02	0,08	0,24	0,42	0,44	0,33
	Липень	0,06	0,03	0,13	0,23	0,35	0,44	0,44	0,32
	Серпень	0,03	0	0,08	0,21	0,40	0,52	0,48	0,31
IV, V	Травень	0	0	0	0	0,07	0,23	0,27	0,19
	Червень	0,10	0	0,07	0,16	0,33	0,49	0,52	0,42
	Липень	0,09	0,17	0,21	0,28	0,32	0,40	0,42	0,31
	Серпень	0,03	0,03	0,14	0,25	0,38	0,44	0,41	0,20
	Вересень	0	0	0,02	0,15	0,37	0,52	0,47	0,24

Примітка. Для інших місяців, що не увійшли до таблиці $f_{sh,with} = 0$

ВИСНОВКИ

Розраховані коефіцієнти використання регульованих СЗП $f_{sh,with}$ дають змогу оцінити вплив на енергоефективність сонцезахисних пристроїв у різних кліматичних районах України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Розрахунок енергоспоживання на опалення та охолодження : ДСТУ Б EN ISO 13790 : 2011 (EN ISO 13790 : 2008, IDT). – [Чинний з 2013-07-01]. – К. : Мінрегіон України, 2013. – 241 с. – (Державний стандарт України).
2. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1–27:2010.– [Чинний з 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Державний стандарт України).

3. Сергейчук О.В. Перспективные направления геометрических исследований по повышению энергоэффективности в строительстве / О.В. Сергейчук // Прикл. геометрия та інж. графіка : міжвідомчий наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2010. – Вип. 86. – С. 31-36.
4. Сергейчук О.В. Оптимизация физико-технических параметров светопрозрачных конструкций в процессе проектирования энергоэффективных зданий. / О.В. Сергейчук // Биосферносовместимые города и поселения : материалы междунар. науч.-практ. конф. (11-13 дек. 2012 г., Брянск). – Брянск: БГИТА, 2012. – С. 50-56.
5. Дворецкий А.Т. Особенности проектирования энергоэффективных зданий юга Украины / А.Т. Дворецкий // Строительство, материаловедение, машиностроение : сборник трудов. – Днепропетровск, 2013. – С. 125.
6. Dvoretzky A.T. Increasing Energy Effectiveness of Individual House with Use of Solar Energy / A.T. Dvoretzky // Motorization and Power Industry in Agriculture. – Lublin : MOTOROL, 2008. – Tom 10 A. – P. 121.
7. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення : ДСТУ Н Б В.2.2-27:2010. [Чинний з 2011-01-01] / Мінрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2010. – 81 с. – (Державний стандарт України).
8. Дворецкий А.Т. Геометрическая модель распределения солнечной радиации на вертикальном фасаде / А.Т. Дворецкий, М.В. Чебышев // Энергоефективність в будівництві та архітектурі : наук.-техн. збірник. – К. : КНУБА, 2013. – Вип. 5. – С. 24-28.
9. Bazhenov V. Applied Software «Atmos-pheric Radiation» for an Energy Efficient Building / V. Bazhenov , P. Lizunov, O. Pidgorny ets. // 14th Inter-national Conference on Computing in Civil and Building Engineering (27–29 June 2012, Moscow). – [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.icccbe.ru/paper_long/0327paper_long.pdf.

REFERENCES

1. Calculation of Energy Use for Space Heating and Cooling: DSTU B EN ISO 13790 : 2011 (EN ISO 13790 : 2008, IDT). – [Valid from 2013-07-01]. – К. : Minregion of Ukraine, 2013. – 241 p. – (State Standard of Ukraine).
2. Building Climatology: DSTU-N B V.1.1–27:2010.– [Valid from 2011-11-01]. / Minregion Ukraine. – К. : Ukarhbudinform, 2011. – 123 p. – (State Standard of Ukraine).
3. Sergeychuk O. Perspective Directions of Geometric Research to Improve Energy Efficiency in Construction / O. Sergeychuk // Applied Geometry and Graphics : The Interdepartmental Collection of Proceedings. – К.: KNUCA, 2010. – Issue No 86. – P. 31-36.
4. Sergeychuk O. Optimization of Physicotechnical Parameters of Light-Transparent Structures in the Design of Energy Efficient Buildings. / O. Sergeychuk // Biospherecompatible Cities and Settlements : Materials of International Scientific and Practical Conference (December 11-13, 2012, Bryansk). – Bryansk: BSAET, 2012. – P. 50-56.
5. Dvoretzky A. Features of Designing of Energy Efficient Buildings to the South of Ukraine / A. Dvoretzky // Construction, Materials Science, Mechanical Engineering : Proceedings – Dnepropetrovsk, 2013. – P. 125.
6. Dvoretzky A.T. Increasing Energy Effectiveness of Individual House with Use of Solar Energy / A.T. Dvoretzky // Motorization and Power Industry in Agriculture. – Lublin : MOTOROL, 2008. – Tom 10 A. – P. 121.
7. Instruction for Calculating Insolation of Civil Objects: DSTU-N B V.2.2-27:2010. [Valid from 2011-01-01] / Мynrehionbud Ukraine. – К. : Ukarhbudinform, 2010. – 81 p. – (State Standard of Ukraine).
8. Dvoretzky A. Geometrical Model of the Solar Radiation Distribution on Vertical Facades/ A. Dvoretzky, M. Chebyshev // Energy-Efficiency in Civil Engineering and Architecture : The Collection of Proceedings. – К.: KNUCA, 2013. – Issue No 5. – P. 24-28.
9. Bazhenov V. Applied Software «Atmospheric Radiation» for an Energy Efficient Building / V. Bazhenov , P. Lizunov, O. Pidgorny ets. // 14th Inter-national Conference on Computing in Civil and Building Engineering (27–29 June 2012, Moscow). – [Electronic Resource]. Access: http://www.icccbe.ru/paper_long/0327paper_long.pdf.

Стаття надійшла до редакції 14.03.2014 р.