

РАЦІОНАЛЬНА ОРІЄНТАЦІЯ ВІКОННИХ ПРОРІЗІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,
Кременчук, Україна*

Анотація – розроблено комп'ютеризований спосіб визначення раціональної орієнтації віконних прорізів для розташування світлопрозорих конструкцій у стінах енергоефективних будівель з точки зору мінімального теплового балансу з оточуючим середовищем, при якому тепловий баланс вікон менший за тепловий баланс стіни. Даний спосіб визначення орієнтації можливо використовувати при проектуванні як енергоефективних, так і звичайних будівель.

Постановка проблеми. При проектуванні енергоефективних та енергоекономічних будівель постає задача зменшення витрат на опалення, підвищення їх енергоефективності. Це можливо за рахунок оптимізації параметрів будівель, раціональної азимутальної орієнтації вікон при їх розташуванні в огорожувальних конструкціях. Орієнтація конструкцій значною мірою впливає на тепловий баланс огорожувальних конструкцій (надходження тепла від сонячної радіації та тепловтрати). Раціональне розташування віконних прорізів на фасадах може підвищити енергоефективність будівель до 10 відсотків. Нормативні документи регламентують опір теплопередачі огорожувальних конструкцій, але не враховують вплив орієнтації на тепловий баланс конструкції. Тепловий баланс сучасних вікон при певній орієнтації може бути меншим, ніж у непрозорих конструкцій стін. Проектувальнику необхідно мати спосіб визначення раціональної орієнтації світлопрозорих конструкцій при їх розташуванні в огорожувальних конструкціях будівель.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вирішенню питання підвищення енергоефективності будівель присвячено роботи [1–3], але в них визначалися оптимальні пропорції будівель з точки зору мінімізації тепловтрат через огорожувальні конструкції за одним параметром пропорцій. У роботах [4, 5] окремо оптимізувалася форма будівлі та окремо параметри утеплювача непрозорих конструкцій будівлі з точки зору мінімального теплового балансу огорожувальних конструкцій. У дослідженнях [6] розглядалася багатопараметрична оптимізація енергоефективних будівель. У роботі [7] оптимізувалася форма циліндричної будівлі та розподіл утеплювача для опалювального періоду. У дослідженнях [8] пропонувався спосіб оптимізації багатогранної форми енергоекономічної будівлі та розподілу утеплювача по огорожувальних конструкціях.

Мета та завдання статті. Для підвищення енергоефективності будівель необхідно запропонувати спосіб визначення раціональної орієнтації віконних

прорізів для розташування вікон у непрозорих огорожувальних конструкціях (при якій тепловий баланс вікон менший за тепловий баланс стін).

Основна частина. Для визначення раціональної орієнтації світлопрозорих конструкцій складається тепловий баланс ΔQ огорожувальних конструкцій з оточуючим середовищем.

Функція теплового балансу непрозорої конструкції грані, згідно з [6, 9], визначається таким чином:

$$\Delta Q_{cmi} = \left[\frac{1}{R_{cmi}} \right] \cdot S_{cmi} \cdot (t_{ei} - (t_{zi} + \frac{r_i \cdot Q_{cpi}}{\alpha_{zcmi}})) \cdot N_{дiб} \cdot \quad (1)$$

Функція теплового балансу світлопрозорої конструкції грані, згідно з [6, 9], визначається так:

$$\Delta Q_{ei} = \left[\frac{1}{R_{ei}} \right] \cdot S_{ei} \cdot D_{di} - Q_{cpi} \cdot K_i \cdot \zeta_i \cdot \varepsilon_{oi} \cdot S_{ei}, \quad (2)$$

де t_{zi} – фактична температура зовнішнього повітря; t_{ei} – температура внутрішнього повітря; r_i – альbedo поверхні грані будівлі; Q_{cpi} – енергетична освітленість повітря короткохвильовою радіацією; α_{zcmi} – коефіцієнт теплообміну між зовнішньою поверхнею огорожувальної конструкції та зовнішнім повітрям; R_{cmi} – опір теплопередачі непрозорих огорожувальних конструкцій; $N_{дiб}$ – кількість дiб опалювального періоду [9]; R_{ei} – опір теплопередачі світлопрозорих огорожувальних конструкцій [9]; D_{di} – кількість градусо-дiб опалювального періоду [9]; S_{cmi} – площа непрозорої грані огорожувальних конструкцій; K_i – коефіцієнт дійсних умов хмарності, що впливають на надходження сонячної радіації [9]; ζ_i – коефіцієнт, що враховує затiнення віконного прорізу непрозорими елементами [9]; ε_{oi} – коефіцієнт відносного надходження сонячної радіації для світлопрозорих конструкцій [9].

Розроблено програму *SOLAR*, що будує моделі залежності теплового балансу $\Delta Q_{cmi} = f(A_\sigma)$ та $\Delta Q_{ei} = f(A_\sigma)$ від азимутальної орієнтації конструкції A_σ при різному опорі теплопередачі світлопрозорих і непрозорих конструкцій (рис.1).

Якщо накласти план будівлі на центр моделі, то можливо визначати рівень теплового балансу кожної огорожувальної конструкції залежно від орієнтації (рис.1, 2).

З моделі видно, що азимутальна орієнтація значною мірою впливає на тепловий баланс світлопрозорих конструкцій порівняно з непрозорими. Тепловий баланс (тепловтрати) для вікон з орієнтацією на південь та опором теплопередачі $R_{ei} \geq 0,7 \text{ м}^2\text{К}^0/\text{Вт}$ менший, ніж тепловий баланс стін з нормативним опором [9].

Якщо тепловий баланс (тепловтрати) світлопрозорих огорожувальних конструкцій не перевищує тепловий баланс непрозорих конструкцій $\Delta Q_{ei} \leq \Delta Q_{cmi}$, тоді перетин моделей визначає зону раціональної орієнтації світлопрозорих конструкцій в огорожувальних конструкціях будівель (рис. 2).

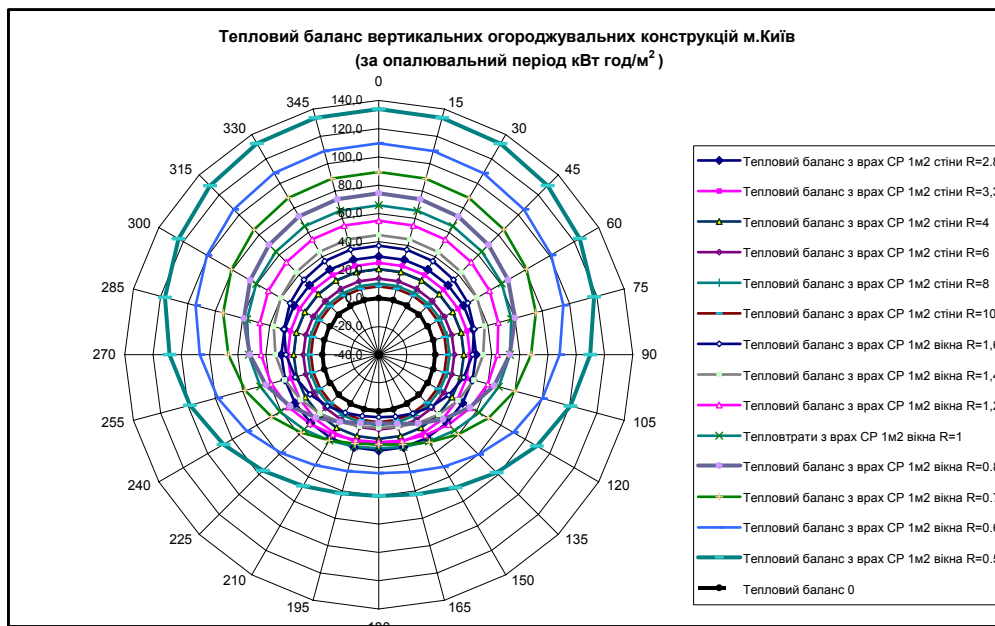


Рисунок 1 – Моделі $\Delta Q_{cmi} = f(A_{\sigma})$ та $\Delta Q_{ei} = f(A_{\sigma})$ теплового балансу світлопрозорих і непрозорих огорожувальних конструкцій з різним опором теплопередачі

$$\begin{cases} \Delta Q_{ei} = f(A_{\sigma}); \\ \Delta Q_{cmi} = f(A_{\sigma}). \end{cases} \quad (3)$$

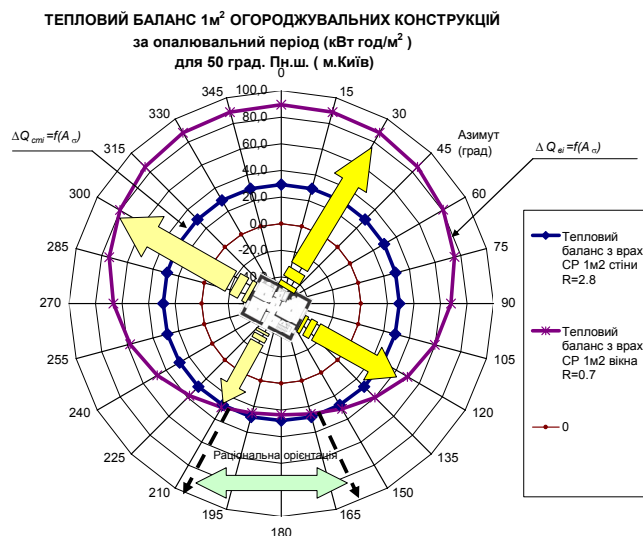


Рисунок 2 – Визначення раціональної орієнтації світлопрозорих конструкцій з використанням моделей $\Delta Q_{cmi} = f(A_{\sigma})$ та $\Delta Q_{ei} = f(A_{\sigma})$ теплового балансу світло прозорих і непрозорих огорожувальних конструкцій

Територія України має чотири кліматичні зони, що характеризуються різною температурою повітря протягом року та рівнем надходження тепла від сонячної радіації. Відповідно [9] огорожувальні конструкції мають різний опір теплопередачі огорожувальних конструкцій. Для чотирьох кліматичних зон України, а саме для міст Києва, Запоріжжя, Одеси, Ялти, визначено раціональну орієнтацію вікон при розташуванні в огорожувальних конструкціях будівель (рис.3).

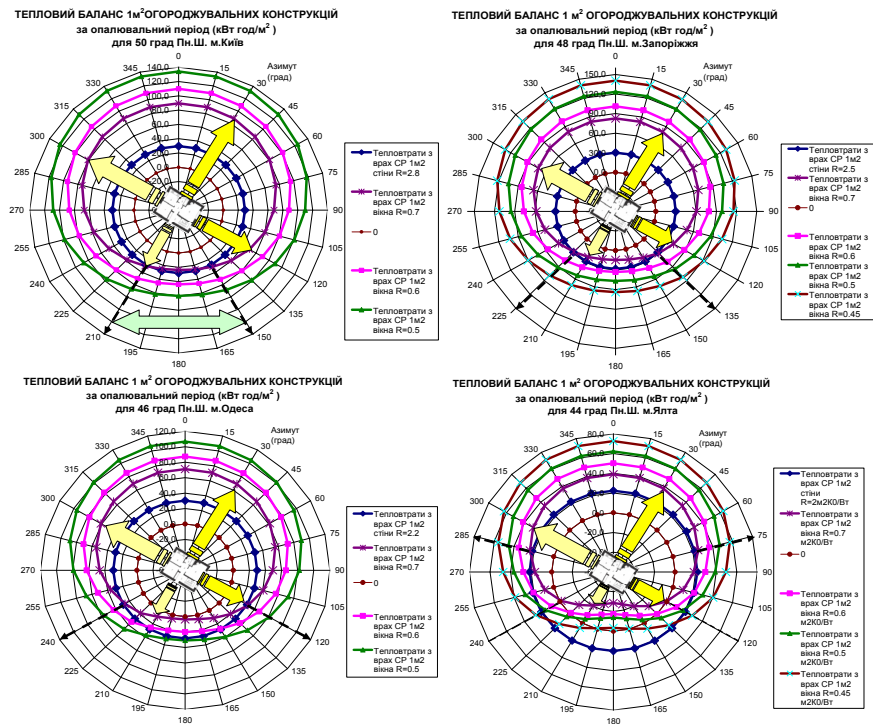


Рисунок 3 – Визначення раціональної орієнтації світлопрозорих конструкцій з використанням моделей теплового балансу вертикальних огорожувальних конструкцій для чотирьох кліматичних зон України (міст Києва, Запоріжжя, Одеси, Ялти)

Висновки. Розроблено комп'ютеризований спосіб визначення раціональної орієнтації віконних прорізів при розташуванні світлопрозорих конструкцій в огорожувальних непрозорих конструкціях енергоефективних будівель з точки зору мінімального теплового балансу з оточуючим середовищем з метою підвищення енергоефективності протягом опалювального періоду.

Визначено раціональну орієнтацію вікон з опором теплопередачі $R = 0,7 \text{ м}^2 \text{ К}^0 / \text{Вт}$ для чотирьох кліматичних зон України, при якій тепловий баланс вікон менший, ніж тепловий баланс стін з нормованим опором теплопередачі. Для м. Київ (I кліматична зона) орієнтація становить від 155 до 205 градусів, для м. Запоріжжя (II кліматична зона) – від 135 до 225 градусів, для м. Одеса (III кліматична зона) – від 120 до 240 градусів, для м. Ялта (IV кліматична зона) – від 75 до 285 градусів.

Література

1. Маркус Т. А. Здания, климат и энергия / Т. А. Маркус, Э. Н. Морис. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 540 с.
2. Табунщиков Ю. А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2002. — 194 с.
3. Мартинов В. Л. Геометричне моделювання параметрів енергоактивних житлових будинків /В. Л. Мартинов // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Геометрическое моделирование и компьютерные технологии: теория, практика, образование». – Харьков, 2009. – С. 153–158.

4. *Сергейчук О. В.* Оптимізація розподілу утеплювача по поверхні будівлі при заданому класі його ефективності / О. В. Сергейчук // Матеріали VI Міжнародної Кримської науково-практичної конференції «Геометричне та комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн». – Сімферополь, 2009. – С. 44–49.

5. *Сергейчук О. В.* Оптимізація форми енергоефективної будівлі, зовнішня оболонка якої n-параметрична поверхня / О. В. Сергейчук // Матеріали VII Міжнародної Кримської науково-практичної конференції «Геометричне моделювання та комп'ютерний дизайн». – Сімферополь, 2010. – С. 150–155.

6. *Мартинов В. Л.* Багатопараметрична оптимізація гранних енергоефективних будівель / В. Л. Мартинов // Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Геометричне моделювання, комп'ютерні технології та дизайн: теорія, практика, освіта». – Ужгород, 2011. – С. 135–139.

7. *Мартинов В. Л.* Оптимізація циліндричної форми енергоефективних будівель та розподілу утеплювача / В. Л. Мартинов // Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції “Актуальні проблеми геометричного моделювання”. – Мелітополь, 2011. – С. 133–138.

8. *Мартинов В. Л.* Оптимізація багатогранної форми енергоекономічної будівлі та розподілу його утеплювача / В. Л. Мартинов // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Технічна естетика і дизайн». Випуск 89. – К. : КНУБА, 2012. – С. 143–147.

9. Теплова ізоляція будівель :ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинні від 2007-04-01] // Мінбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 65 с. – (Державні будівельні норми України).

Аннотация

Аннотация – разработан компьютеризированный способ определения рациональной ориентации оконных проемов с расположением светопрозрачных конструкций в стенах здания с точки зрения минимального теплового баланса с окружающей средой, при которой тепловой баланс окон меньше теплового баланса стен. Данный способ определения ориентации можно использовать при проектировании как энергоэффективных, так и обычных зданий.

Annotation

Abstract - developed a computerized method for determining rational orientation window openings to accommodate translucent structures in the walls of buildings energy efficient in terms of minimum thermal balance with the environment in which the heat balance of the window is smaller than the heat balance of the wall. This method of determining the orientation can be used in the design of energy efficient as well as conventional buildings.