

ГАРМОНІЗАЦІЯ ПРОПОРЦІЙ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДІВЕЛЬ

Анотація. Для гармонізації пропорцій будівель запропоновано спосіб, який дозволяє під час проектування будівель моделювати їх тепловтрати через огорожувальні конструкції, урахувавши пропорції будівель, і визначити межі допустимого варіювання їх пропорціями з метою досягнення естетичної виразності за умови дотримання визначеного рівня тепловтрат, що наближений до мінімального.

Ключові слова: гармонізація пропорцій будівлі, енергоефективні будівлі, архітектурне проектування.

Постановка проблеми. Проектування енергоефективних будівель, окрім скорочення тепловтрат через огорожувальні конструкції за рахунок оптимізації пропорцій, вимагає дотримання естетичної виразності їх фасадів, а також гармонізації пропорцій будівель. Оскільки в процесі мінімізації тепловтрат архітектурного об'єкта досить часто потерпає саме естетичний аспект такого впровадження. Натомість геометрична форма будівлі при оптимальних пропорціях з точки зору тепловтрат через огорожувальні конструкції може мати не достатньо архітектурну та естетичну виразність.

На сьогодні відсутній на теренах архітектурного проектування спосіб моделювання пропорцій будівлі з урахуванням тепловтрат через огорожувальні конструкції, за допомогою якого архітектор-проектувальник, дизайнер має можливість в інтерактивному режимі гармонізувати пропорції будівлі за умови дотримання визначеного рівня тепловтрат, наближеного до мінімального.

Аналіз останніх досліджень. Наразі існуючі способи [1–3] дозволяють визначити, залежно від опору теплопередачі стін, стелі та підлоги, оптимальні пропорції будівлі з планом у формі квадрата. Але при цьому не враховується низка показників, а саме: кількість поверхів будівлі; опір теплопередачі вікон; відношення площі застління вікон до площі підлоги поверху; кут нахилу стелі до площини горизонту. З використанням існуючих дотепер способів оптимізації дизайнеру неможливо гармонізувати пропорції будівель і визначити їх раціональні пропорції, за яких рівень тепловтрат через огорожувальні конструкції буде наближений до мінімального.

Формулювання мети статті. Нагальним постає питання розроблення способу моделювання пропорцій будівель з прямокутною формою плану, який урахував би тепловтрати через огорожувальні конструкції та надавав можливість архітекторові-проектувальнику, дизайнерові гармонізувати пропорції будівлі, дотримуючись при цьому визначеного рівня тепловтрат через огорожувальні конструкції, приведенного до мінімального.

Основна частина. При проектуванні енергоефективних будівель для визначення їх оптимальних та раціональних пропорцій з точки зору тепловтрат та естетичної виразності запропоновано аналітичний і графічний способи визначення пропорцій архітектурних об'єктів.

Для знаходження оптимальних пропорцій енергоефективних архітектурних об'єктів у вигляді прямокутного паралелепіпеда та мансардних будівель (при прямокутній формі плану) з точки зору тепловтрат через огорожувальні конструкції виведено формули, які виражають залежність оптимальних пропорцій (сторони a) від об'єму будівлі V_B , приведенного опору теплопередачі огорожувальних конструкцій (стін $R_{стсер}$, вікон $R_{всер}$, даху $R_{дахсер}$, середнього коефіцієнта підлоги R_p), кількості поверхів будівлі $N_{пов}$, відношення площі застління вікон до площі підлоги поверху (коефіцієнт F), кута нахилу даху будівлі до площини горизонту (кут α), а також коефіцієнт застління стін будівлі P (від 0 до 1).

На рис. 1 зображено одну з найбільш поширених форм будівель – прямокутний паралелепіпед і мансардний будинок з прямокутною формою плану, – у якому одна сторона дорівнює a , а друга – $a \cdot t$.

¹ © Мартинів В.Л.

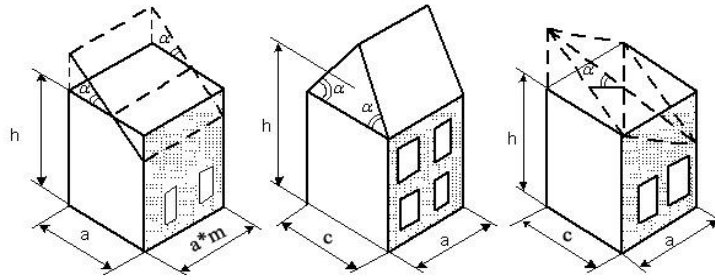


Рис. 1 – Будівлі у вигляді прямокутного паралелепіпеда та мансардні

Аналітичний спосіб. Для визначення оптимальних пропорцій будівлі з точки зору тепловтрат при одному змінному параметрі формула розрахунку матиме вигляд:

$$a = \sqrt[3]{R_{ст} \cdot m^2 \cdot \left[\frac{1}{R_{п}} + \frac{1}{R_{дах} \cdot \cos \alpha} + F \cdot N_{пов} \cdot \left(\frac{1}{R_{в}} - \frac{1}{R_{ст}} \right) \right] \cdot \frac{V(1+m)}{h}} \quad (1)$$

де m – співвідношення сторін у плані.
Висота будівлі h дорівнює:

$$h = \frac{V}{a^2 \cdot m} \quad (2)$$

Графічний спосіб. Для визначення меж варіювання пропорціями будівлі при одному змінному параметрі форми за критерієм мінімізації тепловтрат розроблено пакет прикладних програм (ППП) *Optim* і комплекс графічних геометричних моделей, які дозволяють архітектору-проектувальникові, дизайнеру в інтерактивному режимі проектувальник–комп’ютер знаходити:

– раціональні пропорції будівлі (тепловтрати на заданий рівень відсотків перевищують мінімальні);

– оптимальні пропорції будівлі;

– визначати межі можливого варіювання пропорціями будівлі для створення архітектурного виразного образу будівлі та ін.

На терміналі дисплея після задання вихідних даних одночасно будуються площинні моделі $Q_{т} = f(a)$ при $V = \text{const}$, $Q_{т} = \text{const}$, $h = f(a)$, які моделюють:

– $Q_{т} = f(a)$ – тепловтрати будівлі заданого об’єму V при визначених вихідних даних $R_{ст}$, $R_{п}$, $R_{в}$, $N_{пов}$, F , $R_{дах}$;

– $Q_{т} = \text{const}$ – графік, що надає наочне уявлення визначеного заданого рівня тепловтрат будівлі (на декілька відсотків більшого за оптимальний);

– $h = f(a)$ – площинну модель, яка показує залежність висоти будівлі від її сторони a при визначеному об’ємі V .

Перетин моделей $Q_{т} = f(a)$ та $Q_{т} = \text{const}$ (рис. 2, а і рис. 2, б) визначає зону варіювання величиною сторони будівлі від a_{\min} до a_{\max} .

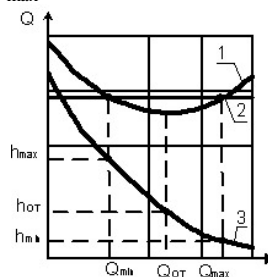


Рис. 2, а – Схема визначення раціональних пропорцій будівлі з використанням трьох моделей: 1 – $Q_{т} = f(a)$, 2 – $Q_{т} = \text{const}$,

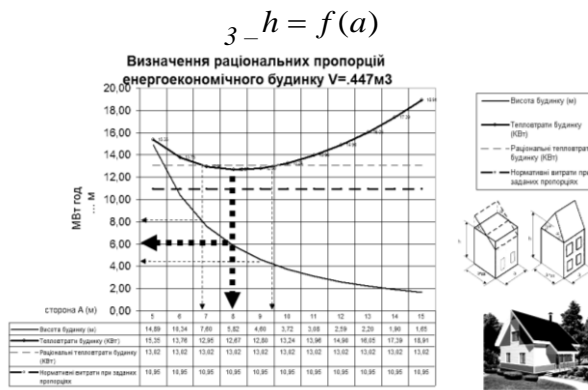


Рис. 2, б – Приклад визначення раціональних пропорцій будівлі з використанням трьох моделей

Знаючи a_{\min} та a_{\max} , із використанням моделі $h = f(a)$ визначається зона варіювання величиною висоти будівлі $h_{\min} \dots h_{\max}$, а в подальшому за їх допомогою створюємо естетично виразні пропорції енергоефективної будівлі. Знаючи a_{\min} та a_{\max} , із використанням моделі $h = f(a)$ визначається зона варіювання величиною висоти будівлі $h_{\min} \dots h_{\max}$, а в подальшому за їх допомогою створюємо естетично виразні пропорції енергоефективної будівлі. У свою чергу, дані моделі будують на терміналі дисплея, оцінюються проектувальником і автоматично виводяться на друк.

Графічний спосіб. Для визначення оптимальних і раціональних пропорцій будівлі при двох змінних параметрах стає можливим застосування просторових графічних моделей при визначеному об'ємі V , а саме:

– $Q_T = f(a, c)$ – залежність тепловтрат будівлі заданого об'єму V при визначених вихідних даних $R_{ст}, R_{п}, R_{в}, N_{пов}, F, R_{дах}$ від сторін a та c (рис. 3);

– $Q_m = f(a, c)$ – залежність тепловтрат будівлі заданого об'єму V при визначених вихідних даних $R_{ст}, R_{п}, R_{в}, n, F, R_{дах}$ від сторін a та c , отримана як проекція просторової моделі на площину (рис. 3);

– $h = f(a, c)$ – просторова модель та її проекція на площину, що показує залежність висоти будівлі h від сторін будівлі a та c при визначеному об'ємі V (рис. 3).

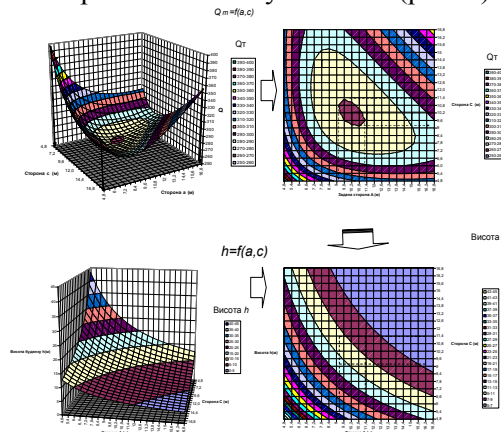


Рис. 3 – Визначення раціональних параметрів форми будівлі з використанням моделей $Q_T = f(a, c)$ та $h = f(a, c)$

Із застосуванням просторових моделей $Q_T = f(a, c)$ визначається можливість варіювання сторонами будівлі з метою створення естетичної виразності архітектурних форм за умови отримання заданого рівня тепловтрат Q_T (на декілька відсотків відмінного від мінімального). Використовуючи моделі $h = f(a, c)$, визначається зона допустимого варіювання висотою будівлі $h_{\min} \dots h_{\max}$.

Висновки. Для гармонізації пропорцій енергоефективних будівель пропонуються аналітичний спосіб визначення оптимальних пропорцій при змінному параметрі форми за

тепловтратами трансмісією для окремо розташованих будівель з прямокутною формою плану (у вигляді прямокутного паралелепіпеда і мансардних будівель) та ППП *Optim* і графічний спосіб (за одного змінного параметра) з метою знаходження раціональних пропорцій будівель на основі площинних і просторових моделей (за двох змінних параметрів) залежності тепловтрат через огорожувальні конструкції від параметрів форми будівель під час проектування в інтерактивному режимі проектувальник–комп'ютер.

Перспективи подальшого дослідження. У подальшому передбачається втілення в проектування енергоефективних будівель запропонованого способу з метою визначення гармонічних пропорцій архітектурних об'єктів з різною геометричною формою.

Література

1. *Маркус Т. А.* Здания, климат и энергия / Т. А. Маркус, Э. Н. Морис. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 540 с.
2. *Беляев В. С.* Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий / В. С. Беляев, П. П. Хохлова. – М. : Высш. шк., 1991. – 255 с.
3. *Табунщиков Ю. А.* Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2002. – 194 с.

Література

1. *Маркус Т. А.* Здания, климат и энергия / Т. А. Маркус, Э. Н. Морис. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 540 с.
2. *Беляев В. С.* Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий / В. С. Беляев, П. П. Хохлова. – М. : Высш. шк., 1991. – 255 с.
3. *Табунщиков Ю. А.* Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2002. – 194 с.

References

1. *Markus T. A.* Zdaniya, klimat i energiya / T. A. Markus, E. N. Moris. – L. : Gidrometeizdat, 1985. – 540 s.
2. *Belyaev V. S.* Ppoehtipovanie enepgoekonomichnyih i enepgoaktivnyih gpazhdanskih zdaniy / V. S. Belyaev, P. P. Hohlova. – M. : Vyissh. shk., 1991. – 255 s.
3. *Tabunschikov Yu. A.* Matematicheskoe modelirovanie i optimizatsiya teplovoy effektivnosti zdaniy / Yu. A. Tabunschikov, M. M. Brodach. – M. : AVOK-PRESS, 2002. – 194 s.

Аннотация:

Мартынов В. Л. *Гармонизация пропорций энергоэффективных зданий.* Для гармонизации пропорций зданий предлагается способ, позволяющий в ходе проектирования зданий определять зону допустимого варьирования пропорциями здания с целью достижения эстетической выразительности при условии соблюдения определенного уровня теплопотерь, близкого к минимальному.

Ключевые слова: гармонизация пропорций здания, энергоэффективные здания, архитектурное проектирование.

Abstract:

Martynov V. L. *Harmonization proportions of energy efficient buildings.* In order to harmonize the proportions of the buildings offered a way to during their design to model heat loss through the building envelope by changing the proportions of the building with a rectangular plan shape and define the allowable zone varying proportions of the building to achieve aesthetic expression, subject to a certain level of heat close to the minimum.

Keywords: harmonization proportions of buildings, energy efficient buildings, architectural design.

Стаття надійшла в редакцію 22.03.2016 р.