

УДК 515.2

N-ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ГРАННИХ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БУДИНКІВ**В. Л. Мартинов**

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук, Україна. E-mail: ddd151@yandex.ru

Пропонується спосіб оптимізації декількох геометричних параметрів енергоефективних будівель одночасно (форма, пропорції, опір тепловтратам огорожувальних конструкцій, азимут будівлі та інше) з метою підвищення енергоефективності. Для будинку в Києві (що має форму прямокутного паралелепіпеду) оптимізація пропорцій та перерозподілу утеплювача по огорожувальних конструкціях дає зменшення тепловтрат 12.31%. Даний спосіб доцільно використовувати при проектуванні енергоактивних та енергоекономічних будівель.

Ключові слова: енергоефективні будівлі, геометричне моделювання, оптимізація параметрів, тепловий баланс, огорожувальні конструкції, архітектурне проектування.

MULTIPARAMETRIC OPTIMIZATION EDGE ENERGY EFFICIENT BUILDINGS**V. L. Martynov**

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraina. E-mail: ddd151@yandex.ru

A method of optimization of several geometric parameters of energy efficient buildings simultaneously (shape, proportions, heat resistance of frame structures, buildings and other azimuth) to improve energy efficiency. For building in Kiev (the shape of a rectangular parallelepiped) optimization of the proportions and redistribution of insulation on the enclosure of reducing heat loss gives 12.31%. This method should be used in the design of power-and energy-efficient buildings.

Key words: energy efficient buildings, geometric modeling, optimization parameters, heat balance, walling, architectural engineering.

N-ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ГРАННЫХ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЗДАНИЙ**В. Л. Мартинов**

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, 39600, г. Кременчуг, Украина. E-mail: ddd151@yandex.ru

Предлагается способ оптимизации нескольких геометрических параметров энергоэффективных зданий одновременно (форма, пропорции, сопротивление теплопотерям ограждающих конструкций, азимут здания и прочее) с целью повышения энергоэффективности. Для дома в Киеве (который имеет форму прямоугольного параллелепипеда) оптимизация пропорций и перераспределения утеплителя по ограждающим конструкциям дает уменьшение теплопотерь 12,31%. Данный способ целесообразно использовать при проектировании энергоактивных и энергоэкономичных зданий.

Ключевые слова: энергоэффективные здания, геометрическое моделирование, оптимизация параметров, тепловой баланс, ограждающие конструкции, архитектурное проектирование

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. На сьогодні проблема енергозбереження в Україні загострюється і набуває глобального значення. До 40% енергоносіїв, що видобувається, витрачається на опалення та гаряче водопостачання будинків.

Питоме енергоспоживання в Україні значно більше, ніж у країнах Європи, це стосується і будівельної галузі. Переважна більшість будинків в Україні на сьогодні не відповідає вимогам енергозбереження.

При розробці проектів нових будинків актуальним є підвищення їх енергоефективності, використання відновлюваних екологічно чистих джерел енергії (сонця, землі, вітру та ін.), розробка енергоекономічних та енергоефективних будинків. Підвищення енергоефективності будинків можливе за рахунок оптимізації параметрів (форми, пропорцій, розподілу утеплювача, орієнтації та інше).

На рис. 1 наведено геометричні параметри будівлі, які впливають на її енергоефективність. Для оптимізації параметрів енергоефективних будівель необхідно розробити математичну модель.

Вирішенню питання підвищення енергоефективності будівель присвячено роботи [1–4], але в них визначалися оптимальні пропорції будівель з точки зору мінімізації тепловтрат через огорожувальні конструкції за одним параметром (пропорцій). У роботах [5, 6] окремо оптимізувалася форма будівлі та окремо параметри утеплення непрозорих конструкцій будівлі з точки зору мінімального теплового балансу огорожувальних конструкцій.

Метою даної роботи є розробка способу оптимізації декількох (N) геометричних параметрів гранних енергоефективних будівель одночасно з метою мінімізації теплового балансу огорожувальних конструкцій з атмосферою, підвищення енергоефективності будівель.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Поверхня гранної будівлі складається з окремих граней. Криволінійна поверхня апроксимується площинами, утворюються грані. Для будівлі пропонується спосіб оптимізації декількох геометричних параметрів одночасно з метою зменшення теплового балансу огорожувальних конструкцій. Для цього складається математична модель теплового балан-

су ΔQ_i кожної грані енергоефективного будинку, що включає параметри пропорцій будинку ($a, b, h, r_b, \omega, \alpha$), параметри утеплювача (опір тепловтратам R_{sti}) непрозорих конструкцій (граней), параметри утеплювача (опір тепловтратам R_{vi}) світлопрозорих конструкцій, площу світлопрозорих конструкцій S_{vi} , параметри розташування вікон на фасадах будівлі (A_{vi}, ω_{vi}), азимутальну орієнтацію будівлі (A_b), параметри орієнтації геліоприймачів (A_{ki}, ω_{ki}), площу

геліоприймачів (S_{ki}) та інше. Площу вікон на грані можливо знайти за формулою

$$S_{vi} = f(S_{pid} \cdot N_{pov} \cdot F \cdot P_i), \quad (1)$$

де $S_{pid} = f(a, b, r_b, a)$ – площа підлоги поверху, що залежить від параметрів пропорцій будинку; N_{pov} – кількість поверхів будівлі; F – співвідношення площі вікон до площі поверху (від 0,125 до 0,2); P_i – коефіцієнт засклення стін будинку (від 0 до 1).

Математична модель теплового балансу грані будівлі можливо надати у вигляді нелінійної функції з декількома змінними.

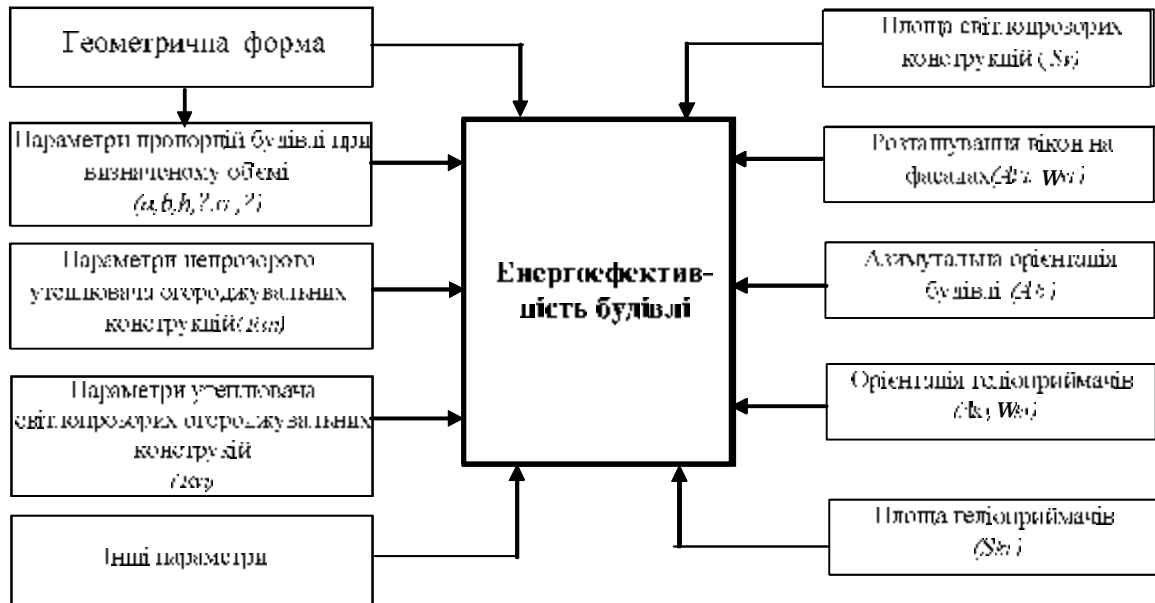


Рисунок 1 – Параметри, що впливають на енергоефективність

Цільова функція:

$$\Delta Q_i = \left[\frac{1}{R_{sti}} \right] \cdot [S_{sti}] \cdot (t_{ei} - (t_{zi} + \frac{r_i \cdot Q_{sri}}{a_{zsti}})) \cdot 183 + \left[\frac{1}{R_{vi}} \right] \cdot S_{vi} \cdot D_{di} - Q_{sri} \cdot K_i \cdot z_i \cdot e_{oi} \cdot S_{vi}. \quad (2)$$

Тепловий баланс огорожувальних конструкцій гранної будівлі при цьому мінімізується за наведеною нижче формулою.

Система обмежень:

$$\Delta Q_b = \sum \Delta Q_i - \sum Q_{ki}, \quad (3)$$

$$\Delta Q_b \rightarrow \min. \quad (4)$$

Кількість утеплювача залишається незмінною.

$$\sum R_{sti} \cdot S_{sti} + \sum R_{vi} \cdot S_{vi} = const, \quad (5)$$

але обмежуються параметри опору тепловтратам утеплювача:

$$1 \leq R_{emi} \leq 7, \quad 0,5 \leq R_{vi} \leq 0,7. \quad (6)$$

Залежно від типів оптимізації параметрів уточнюються обмеження, де t_{umi}, t_{zi} – умовна і фактична температури зовнішнього повітря; r_i – альbedo поверхні грані; Q_{sri} – енергетична освітленість

повітря короткохвильовою радіацією; $Q_{sri} = f(A_{sti}, w_{sti})$ або $Q_{sri} = f(A_b + I_i, w_{sti})$ при оптимізації орієнтації будівлі; A_b – азимут будівлі; I_i – кут між орієнтацією будівлі та грані; Q_{ki} – кількість короткохвильової сонячної радіації, що надходить на сонячний колектор; a_{zsti} – коефіцієнт теплообміну між зовнішньою поверхнею огороження і зовнішнім повітрям; S_{sti} – площа непрозорої грані огорожувальних конструкцій; R_{sti} – опір тепловтратам непрозорих огорожувальних конструкцій; 183 – кількість днів опалювального періоду; R_{vi} – опір тепловтратам світлопрозорих огорожувальних конструкцій [7]; D_{di} – кількість градусоднів опалювального періоду [7]; z_i – коефіцієнт, що враховує затінення віконного прорізу непрозорими елементами [7]; e_{oi} – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації для світлопрозорих конструкцій [7]; K_i – коефіцієнт дійсних умов хмарності, що впливають на надходження сонячної радіації [7].

Розв'язання даної задачі зводиться до оптимізації нелінійної функції з використанням ЕОМ за декількома змінними (метод Хука–Дживіса) [8].

У результаті досліджень при оптимізації пропорцій будівлі (змінні параметри пропорцій a , b , h) ефект зменшення тепловтрат становив 5,68% (рис. 2, 3).

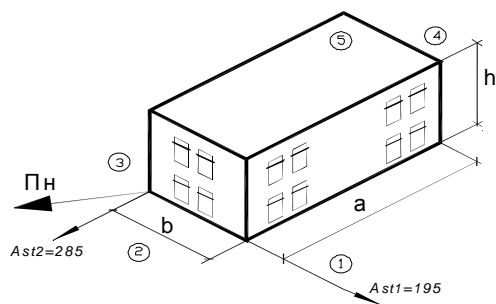


Рисунок 2 – Аксонометрія будинку

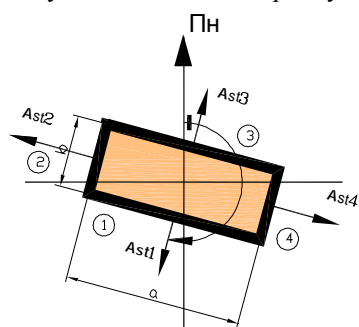


Рисунок 3 – План будинку

При оптимізації перерозподілу утеплювача (змінні параметри утеплювача опору тепловтратам R_{st1} , R_{st2} , R_{st3} , R_{st4} , R_{st5} , R_{st6}) тепловтрати скоротилися на 11,23%.

При оптимізації перерозподілу утеплювача (змінні параметри утеплювача опору тепловтратам R_{st1} , R_{st2} , R_{st3} , R_{st4} , R_{dax5} , R_{pid6}) та оптимізації пропорцій будівлі (змінні параметри пропорцій a , b , h) скорочення тепловтрат становило 12,31%.

ВИСНОВКИ. Для підвищення енергоефективності запропоновано спосіб оптимізації параметрів енергоефективних будівель (пропорцій та розподілу утеплювача, орієнтації будівлі та ін.) з метою мінімізації теплового балансу огорожувальних конструкцій з атмосферою, що підвищує енергоефективність будівлі. Для будинку в Києві оптимізація пропорцій та перерозподілу утеплювача по огорожувальних конструкціях дає зменшення тепловтрат на 12,31%. Даний спосіб доцільно використовувати при проектуванні енергоактивних та енергоекономічних будівель.

ЛІТЕРАТУРА

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

4. Мартинов В.Л. Геометричне моделювання параметрів енергоактивних житлових будинків // Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Геометрическое моделирование и компьютерные технологии: теория, практика, образование». – Харьков, 2009. – С. 153–158.

5. 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.

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

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

8. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс/ Пер. с англ. О.В. Шихеевой; под. ред. В.А. Вольнского. – М.: Радио и связь, 1988.– 128 с.

REFERENCES

1. Markus T.A., Maurice J.E., The building of climate and energy is. – L.: Gidrometeoizdat, 1985. – 540 p. [in Russian].
2. Matematycheskoe modeling and optimization of thermal efficiency of buildings / Y.A. Tabunskykov, M. Brodach. – Moscow: AVOK-PRESS, 2002. – 194 p. [in Russian].
3. Proektirovanie enepgoekonomichnyh and enepgoaktivnyh gpazhdanskih buildings / V.S. Belyaev, P.P. Khokhlov. – M.: Vyssh. shk., 1991. – 255 p. [in Russian].
4. Martynov V.L. Geometric modeling parameters power-houses // Proceedings of the VI International Scientific Conference "Neometrycheskoe modeling and computer technology: Theory, practice and education. – Kharkiv, 2009. – P. 153–158 [in Russian].
5. Optimization of distributing of uteplyuvacha for the surfaces of building at the set class him effektivnosti/ of O.V. Sergeychuk // Materials VI the International Crimean naukovo-praktichnoy conference the «Geometrical and computer design: energy-savings, ecology, design».– Kharkiv, 2009. – P. 44–49 [in Ukrainian].
6. Sergeychuk O.V. Optimizaciya forms of energyeffective building, external shell of what n-parametrichna poverkhnya // Materials VI the International Crimean naukovo-praktichnoy conference the «Geometrical design and computer design».– Simferopol, 2010. – P. 150–155 [in Ukrainian].
7. Insulation of buildings: DBN V.2.6-31: 2006. – (Effective from 1.4.2007) / Ministry of Construction of Ukraine. – K.: Ukarhbudinform, 2006. – 65 p. – (State Construction Standard of Ukraine) [in Ukrainian].
8. Bands B. Metody of optimizacii. Vvodnyy of kurs / per. s angl. of O.V. Shikheevoy; pod. editor In. And. Volynskogo. – M.: Radio of I vsvyaz', 1988. – 128 p. [in Russian].

Стаття надійшла 28.04.2011.

Рекомендована до друку
к.т.н., доц. Жорняком М.С.