

УДК 515.2

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ БЛОКОВАНИХ БУДІВЕЛЬ**В. Л. Мартинов**

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

Для підвищення енергоефективності блокованих будинків, збереження навколишнього середовища з екологічної точки зору розроблений комп'ютеризований спосіб оптимізації параметрів енергоефективних гранних блокованих будинків (параметрів форми, опору теплопередачі світлопрозорих і непрозорих огорожувальних конструкцій кожної грані, площі вікон на кожній грані будівлі) за критерієм мінімізації теплового балансу будівлі з навколишнім середовищем за опалювальний період. Кількість граней будівлі, об'єм, кількість утеплювача залишаються незмінними. Для будівлі у вигляді прямокутного паралелепіпеда, розташованої в місті Запоріжжя, оптимізація цих параметрів дає зниження тепловтрат на 22,34 %. Даний спосіб можливо застосовувати при проектуванні як енергоефективних, так і звичайних будинків.

Ключові слова: оптимізація параметрів, енергоефективні будівлі, гранна форма, геометричне моделювання, тепловий баланс.

ОПТИМІЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ БЛОКИРОВАННЫХ ЗДАНИЙ**В. Л. Мартинов**

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

Для повышения энергоэффективности блокированных зданий, сохранения окружающей среды с экологической точки зрения разработан компьютеризованный способ оптимизации параметров энергоэффективных гранных блокированных зданий (параметров формы, сопротивления теплопередаче светопрозрачных и непрозрачных ограждающих конструкций каждой грани, площади окон на каждой грани здания) по критерию минимизации теплового баланса здания с окружающей средой за отопительный период. Количество граней здания, объем, количество утеплителя остаются неизменными. Для здания в виде прямоугольного параллелепипеда, расположенного в городе Запорожье, оптимизация этих параметров дает снижение тепловпотерь на 22,34 %. Данный способ возможно применять при проектировании как энергоэффективных, так и обычных зданий.

Ключевые слова: оптимизация параметров, энергоэффективные здания, гранная форма, геометрическое моделирование, тепловой баланс.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. При проектуванні енергоефективних та енергоекономічних будівель постає задача підвищення їх енергоефективності. Це можливо за рахунок оптимізації геометричних параметрів форми з точки зору мінімального теплового балансу огорожувальних конструкцій з навколишнім середовищем (атмосферою та землею і блокованим будинком), оптимізації параметрів утеплювача стін (опору тепловтратам при визначенні його кількості) та розташування вікон.

Тепловий баланс ураховує як тепловтрати через огорожувальні конструкції, так і надходження тепла від сонячної радіації. Оптимізація параметрів може підвищити енергоефективність до 30 відсотків.

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 роботі [6] розглядалася багатопараметрична оптимізація енергоефективних будівель. У роботі [7] оптимізувалася форма циліндричної будівлі та розподіл утеплювача для опалювального періоду. У роботі [8] пропонувався спосіб оптимізації багатогранної форми енергоекономічної будівлі та розподілу утеплювача по огорожувальних конструкціях.

Мета роботи – для підвищення енергоефективності будівель запропонувати спосіб оптимізації геометричних параметрів багатогранної форми блокованого будинку, параметрів опору тепловтратам огорожувальних конструкцій, оптимального розташування вікон з точки зору мінімального теплового балансу огорожувальних конструкцій з навколишнім середовищем.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Будівлі можуть блокуватися однією, або декількома гранями, повністю або частково (рис. 1). Для розрахунків оптимальних параметрів блокованої багатогранної форми, де змінними є параметри будівлі, складається тепловий баланс огорожувальних конструкцій з навколишнім середовищем та блокованою будівлею. При цьому об'єм будинку, кількість утеплювача, площа вікон залишаються незмінними.

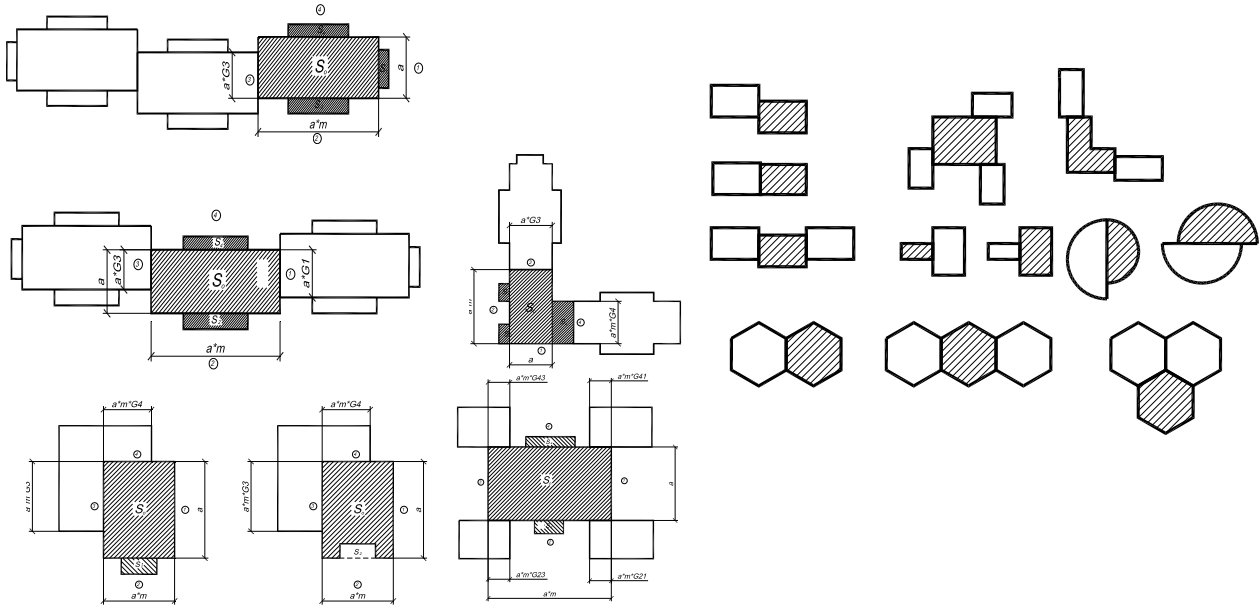


Рисунок 1 – Варіанти блокування будівель

При цьому враховується можливість блокування будівлі не повною гранню, а частково. Площа блокованої грані $S_{\text{блоки}}$ дорівнює добутку блокованої частини G на висоту грані h :

$$S_{\text{блоки}} = G \cdot h. \quad (1)$$

Цільова функція теплового балансу грані, згідно з [6], визначається

$$\Delta Q_i = \left[\frac{1}{R_{\text{cmi}}} \right] * [S_{\text{cmi}} - S_{\text{блоки}}] \cdot (t_{\text{вн}} - (t_{\text{вн}} + \frac{r_i \cdot Q_{\text{спл}}}{\alpha_{\text{жми}}})) \cdot N_{\text{об}} + \left[\frac{1}{R_{\text{ei}}} \right] * S_{\text{ви}} \cdot D_{\text{вн}} - Q_{\text{спл}} \cdot K_i \cdot \zeta_i \cdot \varepsilon_{\text{oi}} \cdot S_{\text{ei}} \quad (2)$$

Тепловий баланс будівлі

$$\Delta Q_0 = \sum \Delta Q_i \quad \Delta Q_0 \rightarrow \min. \quad (3)$$

Система обмежень:

кількість утеплювача, площа вікон залишається незмінними, обмежуються параметри опору тепловтратам утеплювача та площа вікон на кожній із граней

$$\sum R_{\text{cmi}} \cdot S_{\text{cmi}} + \sum R_{\text{ei}} \cdot S_{\text{ei}} = \text{const} \quad (4)$$

$$1 \leq R_{\text{cmi}} \leq 7 \quad 0.5 \leq R_{\text{ei}} \leq 0.7 \quad (5)$$

$$\sum S_{\text{ви}} = \text{const} \quad (6)$$

$$V = abh = \text{const}. \quad (7)$$

Для дослідження розглядалася блокована будівля яка розташована в м. Запоріжжя (48 градус північної широти) об'ємом $V = 968 \text{ м}^3$ у вигляді пря-

мокутного паралелепіпеда з частковим блокуванням однією стороною. Азимут будівлі $A_0 = 195$ градусів (рис. 2). Азимуті вертикальних стін $A_{\text{cm1}} = 15^0, A_{\text{cm2}} = 105^0, A_{\text{cm3}} = 195^0, A_{\text{cm4}} = 285^0$.

У плані будівля має вигляд (рис. 2). Будівля має наступні параметри, що є змінними. Три параметри форми ($a = 13 \text{ м}, b = 10,8 \text{ м}, h = 6,6 \text{ м}$), шість параметрів опору тепловтратам непрозорих огорожувальних конструкцій кожної з граней $R_{\text{cm1}} = 2,8 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{cm2}} = 2,8 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{cm3}} = 2,8 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{cm4}} = 2,8 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{оax}} = 4,0 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{нiо}} = 4,0 \text{ м}^2/\text{Вт}$, п'ять параметрів площі вікон кожної з граней $S_{\text{e1}} = 22,32 \text{ м}^2, S_{\text{e2}} = 7,50 \text{ м}^2, S_{\text{e3}} = 15,60 \text{ м}^2, S_{\text{e4}} = 0 \text{ м}^2, S_{\text{eоax}} = 0 \text{ м}^2$, п'ять параметрів опору тепловтратам світлопрозорих конструкцій кожної з граней $R_{\text{e1}} = 0,7 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{e2}} = 0,7 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{e3}} = 0,7 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{e4}} = 0,7 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{eоax}} = 0,7 \text{ м}^2/\text{Вт}$. Будівля блокується однією стороною, частково на величину $G = 6,7 \text{ м}$.

За наведеним алгоритмом з використанням програми *OPTIMPARAM* оптимізувалися параметри будівлі.

Оптимізація трьох груп параметрів: параметрів форми будівлі (a, b, h), опору тепловтратам огорожувальних конструкцій $R_{\text{cmi}}, R_{\text{ei}}$ та площі S_{ei} світлопрозорих конструкцій кожної грані дало скорочення тепловтратам через огорожувальні конструкції 22,34 %.

Оптимальні параметри форми становлять ($a = 9,89 \text{ м}, b = 9,88 \text{ м}, h = 9,9 \text{ м}$), параметри опору тепловтратам непрозорих конструкцій $R_{\text{cm1}} = 3,94 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{cm2}} = 3,79 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{cm3}} = 3,44 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{cm4}} = 3,96 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{оax}} = 3,57 \text{ м}^2/\text{Вт}, R_{\text{нiо}} = 3,52 \text{ м}^2/\text{Вт}$, параметрів площі вікон $S_{\text{e1}} = 2,5 \text{ м}^2, S_{\text{e2}} = 6,92 \text{ м}^2, S_{\text{e3}} = 21,00 \text{ м}^2, S_{\text{e4}} = 0 \text{ м}^2, S_{\text{eоax}} = 15,00 \text{ м}^2$.

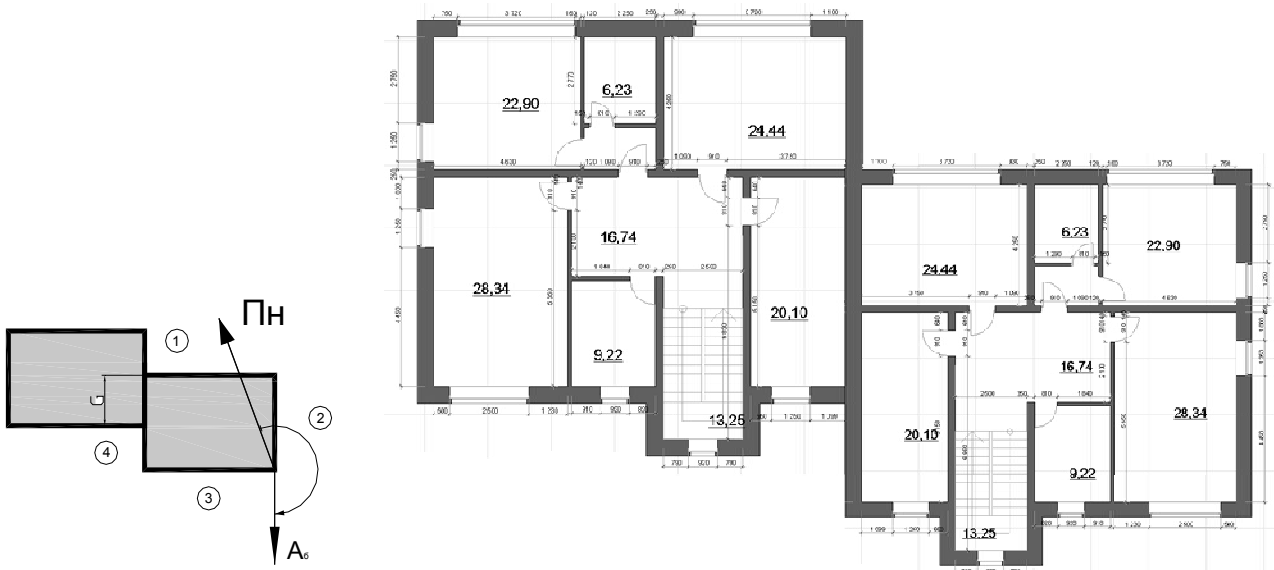


Рисунок 2 – Блокована будівля

ВИСНОВКИ. Розроблено комп'ютеризований спосіб оптимізації геометричних параметрів блокованих будівель гранної форми, параметрів опору тепловтрапам світлопрозорих і непрозорих огорожувальних конструкцій кожної грані, площі вікон на кожній з граней будівлі з точки зору мінімального теплового балансу з навколишнім середовищем з метою підвищення енергоефективності протягом опалювального періоду.

Для будинку, розташованого в м. Запоріжжя, у вигляді прямокутного паралелепіпеда, що блокується частково однією стороною, оптимізація параметрів (форми, утеплювача, площі вікон) приведе до скорочення тепловтрат на 22,34 %.

ЛІТЕРАТУРА

1. Здания, климат и энергия / Т.А. Маркус, Э.Н. Морис. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 540 с.
2. 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 // 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 // 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 // Матеріали VII Міжнародної Кримської науково-практичної конференції «Геометричне моделювання та комп'ютерний дизайн». – Сімферополь, 2010. – С. 150–155.

6. Мартинов В.Л. Багатопараметрична оптимізація граничних енергоефективних будівель // 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 // 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 // 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).

PARAMETER OPTIMIZATION OF ENERGY-EFFICIENT INTEGRATED BUILDINGS

V. Martynov

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: ddd151@yandex.ru

In order to improve energy efficiency of integrated buildings and with aim of ecological maintenance the computerized method for parameters optimizing of energy efficient faceted integrated buildings, such as shape parameters, thermal resistance of translucent and opaque envelope of each side, window areas on each side of the building) by minimizing the building-environment thermal balance during the heating period is developed. Here, the number of walls of a building, volume and quantity of insulation materials remain constant. For a rectangular parallelepiped building located within the city of Zaporizhzhia optimization of the parameters mentioned above results in reducing of transmission heat loss by 22.34 percent. The method offered may be used for design of energy-efficient buildings and conventional ones as well.

Key words: optimization of parameters, energy-efficient buildings, faceted form, geometric modelling, thermal balance.

REFERENCES

1. Markus T. A., Maurice J. E. *Zdaniya, klimat i energiya* [Buildings, climate, energy]. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1985. – 540 p. [in Russian]
2. *Matematicheskoe modelirovanie i optimizatsiya teplovoi effektivnosti zdaniy* [Mathematical modelling and optimization of thermal efficiency of buildings] / Y.A. Tabunskykh, M. Brodach. – Moscow: AVOK-PRESS, 2002. – 194 p. [in Russian]
3. Martynov V.L. Geometric modelling of parameters of energy-efficient buildings // *Proc. of the 4th Int. Conf. "Geometric modelling and computer technology: Theory, practice and education"*. – Kharkiv, 2009. – PP. 153–158. [in Russian]
4. Sergeychuk O.V. Optimization of insulant distribution on the building surface at the electroefficiency class specified // *Proc. of the 6th Int. Conf. «Geometrical and computer design: energy-savings, ecology, design»* – Kharkiv, 2009. – PP. 44–49. [in Ukrainian]
5. Sergeychuk O.V. Optimization of energyeffective building shape with n-parametric external surface // *Proc. of the 6th Int. Crimean Sci. Conf. «Geometrical and computer design: energy-savings, ecology, design»*. – Simpheropol, 2010. – PP. 150–155. [in Ukrainian]
6. Martynov V.L. Multiparameter optimization of faceted energy-efficient buildings // *Proc. of the 7th Int. Conf. "Geometric modeling, computer technology and design: theory, practice and education"*. – Uzhgorod, 2011. – PP. 135–139. [in Ukrainian]
7. Martynov V.L. Optimization of cylindric shape of energyeffective buildings and insulant distribution // *Proc. of the 13th Int. Conf. "Topical problems of geometrical design"*. – Melitopol, 2011. – PP. 133–138. [in Ukrainian]
8. Martynov V.L. Optimization of multifaceted shape of an energy-efficient building and its insulation distribution // *Tekhnichna estetika i dizain*. Iss. 89. – Kyiv: KNUCA, 2012. – PP. 143–147. [in Ukrainian]
9. *Teplova izoliatsiya budivel* [Thermal insulation of buildings]: DBN V.2.6-31:2006. – [Valid from 01.04.2007] // Ministry of Construction of Ukraine. – Kyiv: Ukrarhbudinform, 2006. – 65 p. – (State Building Standards of Ukraine). [in Ukrainian]

Стаття надійшла 06.12.2012.