УДК 515.2

В. Л. Мартинов, к. т. н.

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ФОРМИ, УТЕПЛЮВАЧА, РОЗТАШУВАННЯ ВІКОН У БЛОКОВАНИХ ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНИХ БУДІВЛЯХ

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Кременчук, Україна

Анотація

Пропонується спосіб оптимізації параметрів багатогранної форми енергоекономічної блокованої будівлі, параметрів утеплювача, розташування вікон по огороджувальних конструкціях з метою підвищення енергоефективності протягом опалювального періоду. Кількість граней будівлі, об'єм, кількість утеплювача залишаються незмінними.

Постановка проблеми. 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 огороджувальних конструкцій з навколишнім середовищем (атмосферою та землею і блокованим будинком), оптимізації параметрів утеплювача стін (опору тепловтратам при визначеній його кількості) та розташування вікон. Тепловий баланс ураховує як тепловтрати через огороджувальні конструкції, так і надходження тепла від сонячної радіації. Оптимізація параметрів може підвищити енергоефективність до 30 відсотків.

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 огороджувальні 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 огороджувальних 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 огороджувальних конструкціях.

Постановка задачі. Для підвищення енергоефективності будівель запропонувати спосіб оптимізації геометричних параметрів багатогранної форми блокованого будинку, параметрів опору тепловтратам огороджувальних конструкцій, оптимального розташування вікон з точки зору мінімального теплового балансу огороджувальних конструкцій з навколишнім середовищем.

Основна частина. Будівлі можуть блокуватися однією, або декількома гранями, повністю або частково (рис.1).

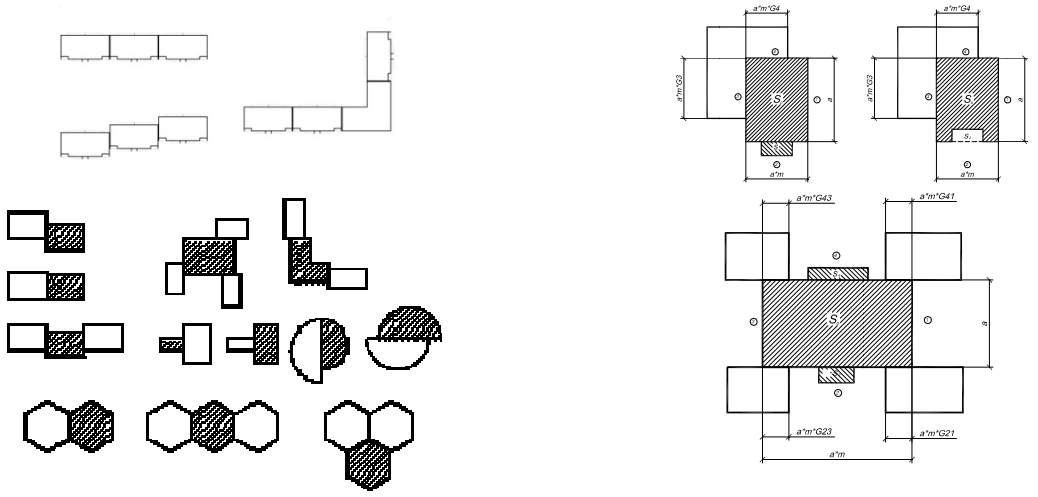


Рис.1. Варіанти блокування будівель

Для розрахунків оптимальних параметрів блокованої багатогранної форми, де змінними є параметри будівлі, складається тепловий баланс огороджувальних конструкцій з оточуючим середовищем та блокованою будівлею. При цьому об'єм будинку, кількість утеплювача, площа вікон залишається незмінною. При цьому враховується можливість блокування будівлі не повною гранню, а частково. Площа блокованої грані $S_{блокі}$ дорівнює добутку блокованої частини G на висоту грані h

$$S_{блокі} = G\,h. \qquad (1)$$

Цільова функція теплового балансу грані згідно з [6] визначається

$$\Delta Q_i = \left[\frac{1}{R_{cmi}}\right] * \left[\ S_{cmi} - S_{блокі}\ \right] \cdot \left(t_{вi} - \left(t_{зi} + \frac{r_i \cdot Q_{cpi}}{\alpha_{зcmi}}\right)\right) \cdot 183 \ + \left[\frac{1}{R_{вi}}\right] * S_{вi} * D_{di} - $$

$$- Q_{ср_i} \cdot K_i \cdot \zeta_i \cdot \varepsilon_{oi} \cdot S_{вi} \qquad (2)$$

Тепловий баланс будівлі

$$\Delta Q_б = \sum \Delta Q_i \ \Delta Q_б \to \min \qquad (3)$$

Система обмежень:

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

$$\sum R_{cmi} \cdot S_{cmi} + \sum R_{вi} \cdot S_{вi} = const \qquad (4)$$

$$1 \le R_{cmi} \le 7$$

$$0.5 \le R_{вi} \le 0.7 \qquad (5)$$

$$\sum S_{вi} = const \qquad (6)$$

$$V = abh = const\ . \qquad (7)$$

Для дослідження розглядалася блокована будівля об'ємом $V= 968м^3$ у вигляді прямокутного паралелепіпеда з частковим блокуванням однією стороною, яка розташована в м. Київ (50 градус північної широти). Азимут будівлі $A_б=195$ градусів (рис. 2). Азимути вертикальних стін $A_{ст1}=15^0$, $A_{ст2}=105^0$, $A_{ст3}=195^0$, $A_{ст4}=285^0$.

У плані будівля має вигляд.

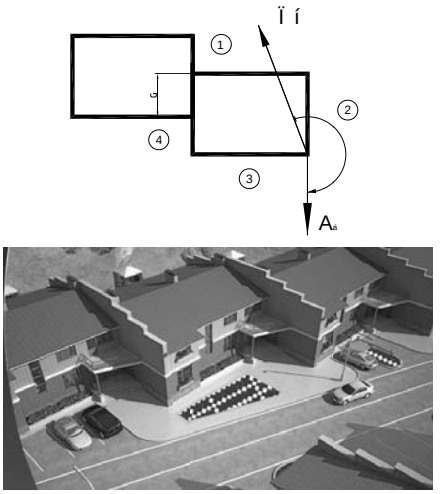




Рис. 2 Блокована будівля

Будівля має є наступні параметри, що є змінними три параметри форми *(a=13 м, b=10,8 м, h=6,6 м,)*, шість параметрів опору тепловтратам непрозорих огороджувальних конструкцій кожної з граней $R_{ст1}=2,8$ $м^2К^o/Вт$, $R_{ст2}=2,8$ $м^2К^o/Вт$, $R_{ст3}=2,8$ $м^2К^o/Вт$, $R_{ст4}=2,8$ $м^2К^o/Вт$, $R_{дах}=4,0$ $м^2К^o/Вт$, $R_{під}=4,0$ $м^2К^o/Вт$, п'ять параметрів площі вікон кожної з граней $S_{в1}=22,32м^2$, $S_{в2}=7,50м^2$, $S_{в3}=15,60м^2$, $S_{в4}=0м^2$, $S_{вдах}=0м^2$, п'ять параметрів опору тепловтрат світлопрозорих конструкцій кожної з граней $R_{в1}=0,7$ $м^2К^o/Вт$, $R_{в2}=0,7$ $м^2К^o/Вт$, $R_{в3}=0,7$ $м^2К^o/Вт$, $R_{в4}=0,7$ $м^2К^o/Вт$, $R_{вдах}=0,7$ $м^2К^o/Вт$.. Будівля блокується однією стороною, частково на величину $G=6.7м$.

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

Оптимізація двох груп параметрів будівлі.

Спочатку оптимізувалися дві групи параметрів: опору тепловтратам огороджувальних конструкцій $R_{сті}$, $R_{ві}$ та площі $S_{ві}$ світло прозорих конструкцій кожної грані. Скорочення тепловтрат через огороджувальні конструкції становило 12,95 відсотка (рис. 3).

Оптимальні параметри будівлі становили: шість параметрів опору тепловтратам непрозорих огороджувальних конструкцій (граней) будівлі $R_{ст1}= 3,93$ $м^2К^o/Вт$, $R_{ст2}=3,42м^2К^o/Вт$, $R_{ст3}=2,76$ $м^2К^o/Вт$, $R_{ст4}=3,81$ $м^2К^o/Вт$, $R_{дах}=3,32$ $м^2К^o/Вт$, $R_{під}=3,45м^2К^o/Вт$, пять параметрів площі вікон $S_{в1}=2,5м^2$, $S_{в2}=6,92м^2$, $S_{в3}=21,0м^2$, $S_{в4}=0м^2$, $S_{вдах}=15м^2$.

Оптимізація трьох груп параметрів будівлі.

Оптимізація трьох групи параметрів: параметрів форми будівлі (*a,b,h*), опору тепловтратам огороджувальних конструкцій $R_{сті}$, $R_{ві}$ та площі

$S_{ві}$ світло прозорих конструкцій кожної грані. Скорочення тепловтрат через огороджувальні конструкції становило 25,54 відсотка (рис.4).

Оптимальні параметри форми становлять *(a=10,06м, b=9,72м, h=9,9м,)* , параметри опору тепловтратам непрозорих конструкцій $R_{ст1}=4,2\ м^2К^o/Вт$, $R_{ст2}=3,73\ м^2К^o/Вт$, $R_{ст3}=3,10\ м^2К^o/Вт$, $R_{ст4}=4,05\ м^2К^o/Вт$, $R_{дах}=3,53 м^2К^o/Вт$, $R_{під}=3,67 м^2К^o/Вт$, параметрів площі вікон $S_{в1}=2,5м^2$, $S_{в2}=6,92м^2$, $S_{в3}=21,00м^2$, $S_{в4}=0м^2$, $S_{вдах}=15,00м^2$.



Рис. 3. Оптимізація параметрів утеплювача та розташування вікон



Рис. 4. Оптимізація параметрів (пропорцій), утеплювача та розташування вікон

Висновок. Розроблено спосіб для оптимізації геометричних параметрів блокованих будівель гранної форми, параметрів опору тепловтратам світло- прозорих та непрозорих огороджувальних 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.

У будинку, у вигляді прямокутного паралелепіпеда, що блокується частково однією стороною оптимізація параметрів (форми, утеплювача, площі вікон) приведе до скорочення тепловтрат на 25,54 відсотка.

Література

1. Маркус Т. А., Морис Э. Н. Здания, климат и энергия / Т. А. Маркус, Э. Н. Морис. – Л. : Гидрометеоиздат, 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 якого 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 Міжнародна 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.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ФОРМЫ, УТЕПЛИТЕЛЯ, РАСПОЛОЖЕНИЕ ОКОН ДЛЯ БЛОКИРОВАНЫХ ЭНЕРГОЭКОНОМИЧНЫХ ЗДАНИЙ

В. Л. Мартынов

Аннотация

Предлагается способ оптимизации параметров многогранной формы энергоэкономичных блокированных зданий, параметров утеплителя и размещения окон на ограждающих конструкциях с целью повышения

энергоэффективности в течение отопительного периода. Количество граней здания, объем, количество утеплителя остаются неизменными.

OPTIMIZATION OF THE SHAPE PARAMETER, INSULATION, LOCATION OF THE WINDOWS TO BLOCK THE ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS

V. Martynov

Abstract

Find a way to optimize the parameters of the multifaceted forms blocked energy efficient building insulation parameters, the location of windows on the envelope structures to improve energy efficiency during the heating period. The number of faces of the building, the volume of insulation remain unchanged.