

УДК515.2

Мартинюк В.Л., д.т.н., КНУБА, м. Київ

Лялько В., студ., КНУБА, м. Київ

Корба Д., студ., КНУБА, м. Київ

**ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗТАШУВАННЯ
ЕНЕРГОГЕНЕРУЮЧИХ ВІКОН НА
ГРАНЯХ БУДІВЕЛЬ В ІСТОРИЧНО
СФОРМОВАНИХ НАВЧАЛЬНО-
ЖИТЛОВИХ УНІВЕРСИТЕТСЬКИХ
КОМПЛЕКСАХ**

Розроблено графічний спосіб визначення оптимальних параметрів просторової орієнтації енергогенеруючих вікон для розташування на гранях історичних будівель з метою отримання максимальної кількості виробленої електричної енергії. Проектувальник з використанням графічної моделі та креслень будівлі визначає за секунди місце розташування вікон та рівень перетвореної електричної енергії.

Також розроблено аналітичний спосіб та програму з визначення площі та просторової орієнтації енергогенеруючих вікон для отримання визначеного рівня електричної енергії.

Ключові слова: *оптимальна орієнтація, енергогенеруючі вікна, навчально-житловий університетський комплекс, термомодернізація будівлі.*

Актуальність. У наш час в Україні є нагальна потреба підвищення енергоефективності будівель існуючої забудови за рахунок застосування енергоефективних заходів, у тому числі в історично сформованих навчально-житлових університетських комплексах. Підвищення енергоефективності будівель включає питання зменшення витрат енергії на опалення та витрат електричної енергії на побутові потреби. Використання енергогенеруючих вікон, що перетворюють енергію сонця в електричну енергію, може забезпечити потребу будівлі в електричній енергії. При цьому їх застосування в історичних будівлях розташованих в історичній забудові дозволить зберегти архітектурний вигляд як окремих будівель,

так і забудови в цілому. Рівень надходження сонячної радіації на площину енергогенеруючих вікон та рівень перетвореної електричної енергії значною мірою залежать від просторової орієнтації, і проектувальникові, при виконанні термомодернізації будівель, потрібен швидкий, зручний в застосуванні спосіб визначення оптимальних геометричних параметрів просторової орієнтації (азимута A_0 та кута нахилу ω) енергогенеруючих вікон, розташованих на гранях будівлі з метою отримання максимального можливого рівня електричної енергії.

Питанню оптимальної орієнтації окремо розташованих геліоприймачів присвячені роботи [1, 2, 3]. Зокрема, питання дискретної зміни орієнтації та оптимізація розташування сонячного колектора на площині розглядалися в працях [1, 4], а моделюванню оптимальної форми відбивача та приймача фотоелектричних систем концентраторів присвячена робота [5, 6, 7]. Але питання визначення оптимальної орієнтації геліоприймачів – енергогенеруючих вікон інтегрованих в огорожувальні конструкції гранних будівель, не розглядалося. Також відсутній графічний спосіб розв'язання цієї задачі. Відсутній аналітичний спосіб визначення площі та параметрів орієнтації енергогенеруючих вікон для отримання заданого рівня електричної енергії.

Мета дослідження: розробити спосіб визначення оптимальної просторової орієнтації енергогенеруючих вікон інтегрованих в грані огорожувальних конструкцій історичних будівель з метою отримання найбільшої кількості електричної енергії для енергозабезпечення будівель та створити аналітичний спосіб визначення площі та параметрів орієнтації енергогенеруючих вікон для отримання заданого рівня електричної енергії.

Основна частина. Для вирішення питання з оптимального розташування енергогенеруючих вікон на гранях будівель пропонується графічний спосіб розв'язання. Розроблено полярні моделі (модель $E_i = f(A_0)$ при $\omega = \text{const}$) залежності рівня електричної енергії виробленої енергогенеруючими вікнами залежно від просторової орієнтації

(азимута A_0 при заданому куті нахилу ω). При цьому кількість E перетвореної електричної енергії енергогенеруючим вікном за інтервал часу ΔT розраховується за такою формулою:

$$E = Q_{cp} S_k \eta, \quad (1)$$

де Q_{cp} – рівень надходження СР на площину вікна за інтервал часу ΔT протягом року (кВт · год/м²);

η – коефіцієнт перетворення сонячної енергії на електричну (становить 4 %);

S_k – площа сонцеприймальної поверхні.

Результатом моделювання є побудова площинних полярних моделей надходження електричної енергії залежно від азимутальної орієнтації $E_i = f(A_0)$ при $\omega = \text{const}$ (кут нахилу 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90°), які будуються на дисплеї комп'ютера, з використанням розробленого пакета прикладних програм *Optorient*. У центрі моделі, яку зображено на рис. 1, виділено зону для розташування креслень будівлі (плану поверху або плану даху з

розташованими вікнами). Проектувальник суміщує креслення будівлі та полярні моделі і визначає оптимальну грань для розташування енергогенеруючих вікон та отримання максимальної кількості електричної енергії.

У випадку, коли необхідно отримувати заданий рівень $E_{\text{потр}}$ електричної енергії, задача оптимізації площі та місця розташування фотоелектричних модулів розв'язується за алгоритмом, наведеним на рис. 2.

Аналітичний спосіб розв'язання. Для визначення оптимального місця розташування енергогенеруючих вікон розроблено математичну модель надходження тепла від сонячної радіації на геліоприймачі, які розташовані на грані будівлі, та перетворення її на електричну енергію. Змінним параметром є площа геліоприймачів.

Цільова функція - рівень перетвореної сонячної радіації енергії в електричну енергогенеруючими вікнами розташованими на грані, розраховується:

$$E_f = Q_{cpl} S_{fd} \eta_i. \quad (2)$$

Вироблення електричної енергії енергоперетворюючими вікнами залежно від просторової орієнтації за опалювальний період для 50 град Пн.Ш.

$E_i = f(A_0)$ при $\omega = \text{const}$ (кВт год/м²)

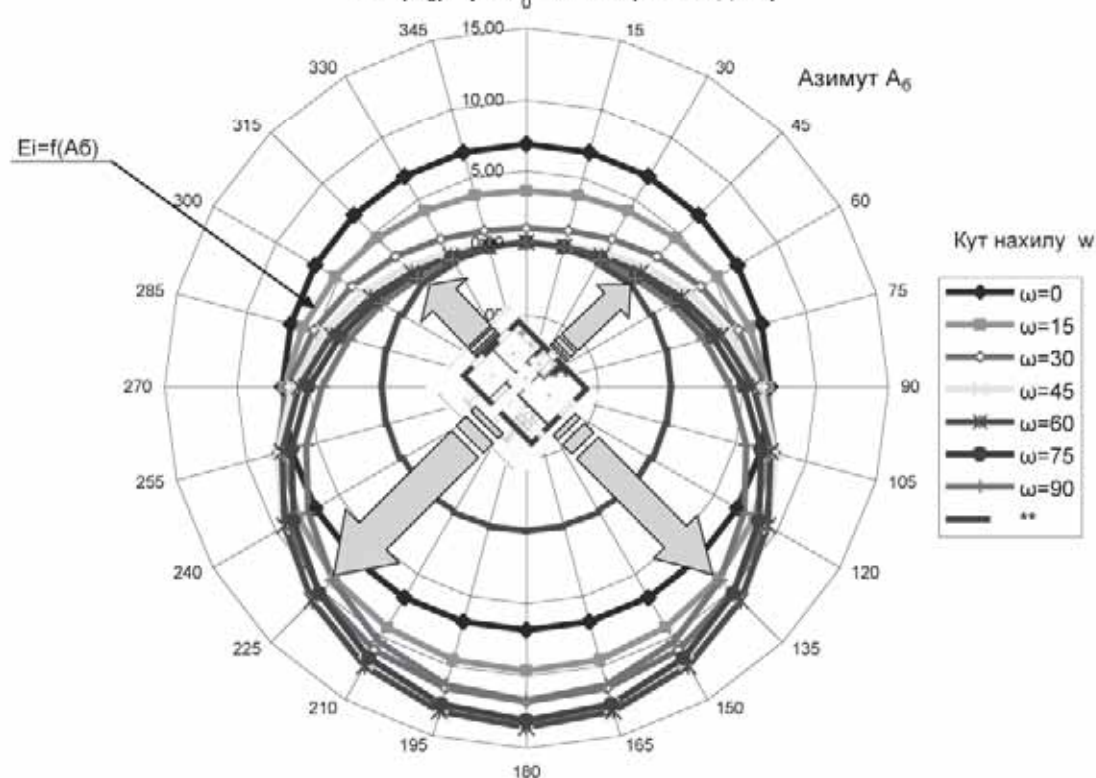


Рис. 1. Визначення рівня перетворення електричної енергії енергогенеруючими вікнами, інтегрованих в стіни та схили даху будівлі, модель $E_i = f(A_0)$ при $\omega = \text{const}$

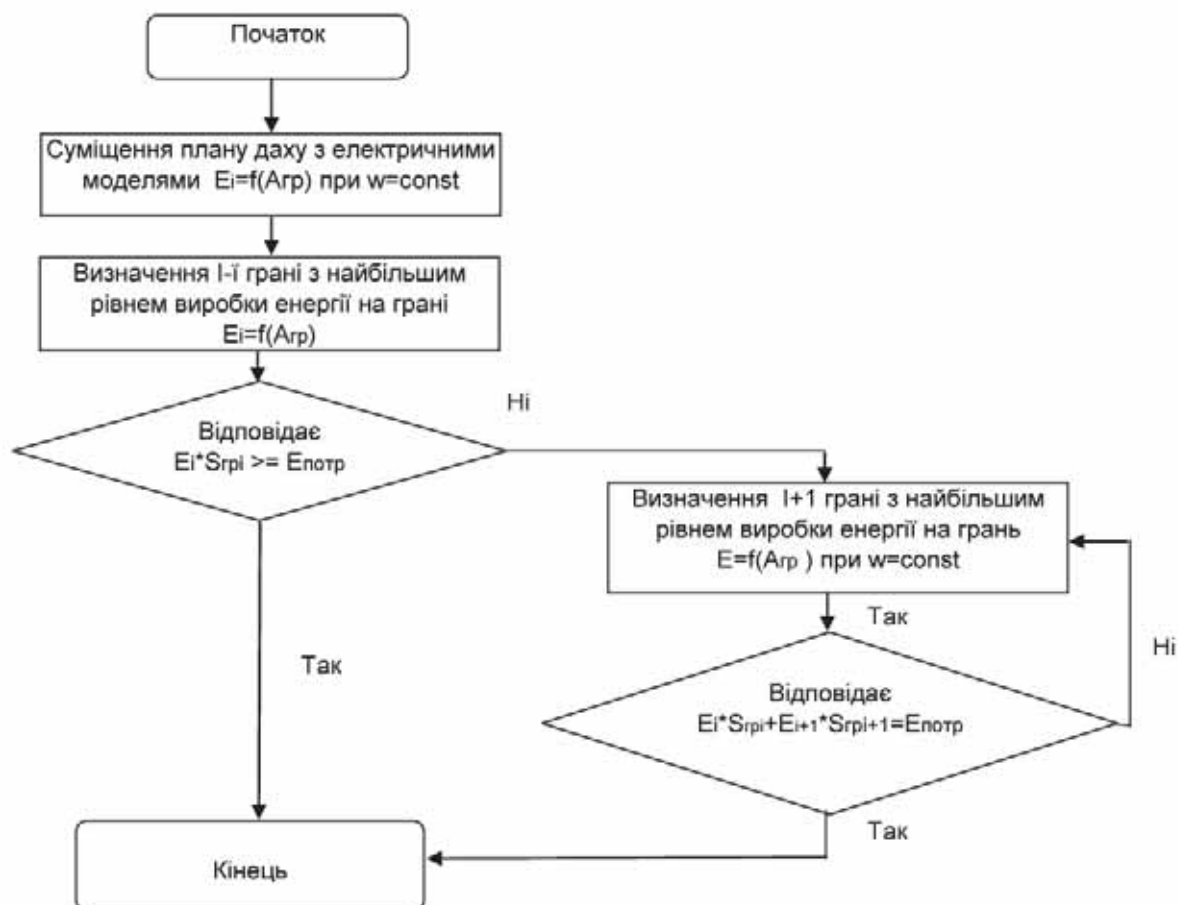


Рис. 2. Алгоритм визначення оптимального розташування геліоприймачів (енергогенеруючих вікон) на огорожувальних конструкціях для отримання заданого рівня енергопостачання $E_{\text{потр}}$

Сумарне перетворення енергії геліоприймачами, які розташовані на декількох гранях енергоефективної будівлі, визначається:

$$E = \sum E_i \quad (3)$$

Загальна площа геліоприймачів (енергогенеруючих вікон) $S_{\text{в}}$, розташованих на гранях енергоефективної будівлі, мінімізується:

$$S_{\text{в}} = \sum S_{\text{в}i} \rightarrow \min. \quad (4)$$

Система обмежень

Сумарна перетворена електрична енергія енергогенеруючими вікнами (геліоприймачами), розташованими на n -гранях будівлі, залишається незмінною:

$$\sum E_i = E_{\text{потр}} = \sum Q_{\text{ср}ki} \eta = \text{const}. \quad (5)$$

Площа геліоприймачів $S_{\text{в}i}$, розташованих на i -й грані, не перевищує її площу $S_{\text{г}pi}$:

$$S_{\text{в}i} < S_{\text{г}pi}. \quad (6)$$

Вирішення даної задачі зводиться до оптимізації нелінійної функції з використанням комп'ютера за декількома змінними методом Хука–Дживса.

Висновок. Розроблено графічний спосіб визначення оптимальної просторової орієнтації енергогенеруючих вікон інтегрованих в грані огорожувальних конструкцій історичних будівель з метою отримання найбільшої кількості електричної енергії для енергозабезпечення будівель.

Створено аналітичний спосіб визначення площі та параметрів орієнтації енергогенеруючих вікон для отримання заданого рівня електричної енергії.

Наведений спосіб також можливо застосовувати для будівель не розташованих в історичній забудові.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Інженерне обладнання будинків і споруд. Настанова з улаштування систем сонячного тепlopостачання в будинках житлового і громадського призначення [Електронний ресурс] : ДСТУ-Н Б В.2.5-43:2010. – Режим доступу: http://dbn.at.ua/index/v_25/0-92. – (Національний стандарт України).
2. Диб М. З. Определение оптимального угла наклона гелиоприемников на Украине / М. З. Диб // Будівельні конструкції : міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво) / Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – К. : ДП НДІБК, 2013. – Вип. 77. – С. 217–221.
3. Рабинович М. Д. Разработка и исследование гелиосистем горячего водоснабжения гражданских зданий : автореф. дисс. на соиск. науч. степени канд. техн. наук / М. Д. Рабинович. – Ашхабад, 1980. – 17 с.
4. Шнерх О. А. Підвищення ефективності геліосистем тепlopостачання дискретною орієнтацією сонячних колекторів : дис. ... канд. техн. наук : 11.00.11 / Шнерх О. А. – К., 1994. – 166 с. – Бібліогр. : С. 141–153.
5. Воскресенська С. М. Моделирование потоков відбитих і заломлених сонячних променів при рівномірному розподілі енергії стосовно створення фотоелектричних систем : дис. ... канд. техн. наук. : 05.01.01 / Воскресенська Світлана Миколаївна. – Сімферополь, 2012. – 192 с.

АННОТАЦИЯ

Разработан графический способ определения оптимальных параметров пространственной ориентации энергогенерирующих окон для размещения на гранях исторических зданий с целью получения максимального количества произведенной электроэнергии. Проектировщик с использованием графической модели и чертежей строительства определяет за секунды местоположение окон и уровень преобразованной электрической энергии.

Также разработан аналитический способ и программа по определению площади и пространственной ориентации энергогенерирующих окон для получения заданного уровня электрической энергии.

Ключевые слова: оптимальная ориентация, энергогенерирующие окна, учебно-жилой университетский комплекс, термомодернизация здания.

ANNOTATION

Developed graphical way of determining the optimum parameters of spatial orientation energy generating windows for placing on the faces of historic buildings in order to obtain the maximum amount of generated electricity. Designer using graphical models and drawings in seconds budivni determines the location of the windows and the level of the converted electrical energy.

Also developed an analytical method and a program to determine the area of power generation and spatial orientation of windows to get a certain level of electricity.

Keywords: optimal orientation, power windows, teaching and residential university complex, thermo building.