

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗОН СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ (СРЗ) НА ПОВЕРХНЯХ ОБОЛОНОК ВИКОНАНИХ ІЗ ЗАЛІЗОБЕТОНУ ТА ОПИСАНИХ ВІДСІКАМИ НАПІВСФЕР

Київський національний університет будівництва і архітектури

На основі дискретної геометричної моделі надходження сонячної радіації побудовано сімейство ліній однакового рівня сонячної радіації на прикладі поверхонь оболонок виконаних із залізобетону та описаних відсіками напівсфер з різними параметрами та різною орієнтацією, визначено ефективні зони розміщення геліоприймачів та зони затінення.

Постановка проблеми. При будівництві громадських та промислових об'єктів в багатьох випадках по технологічним або функціональним особливостям необхідно перекивати великі площі без використання колон чи внутрішніх несучих стін. В таких випадках одним із можливих варіантів вирішення цього питання є використання поверхонь оболонок.

Будівництво таких об'єктів потребує значних енергоресурсів для опалення, гарячого водозабезпечення, вентиляції, електрозабезпечення, кондиціонування. Вимоги обмеження використання не відновлювальних джерел енергії, охорона навколишнього природного середовища вимагають максимального обмеження їх використання. В даній ситуації використання відновлюваних джерел енергії може частково, а на деяких об'єктах і повністю замінити використання традиційних (не відновлюваних) джерел енергії. Одним з таких енергоносіїв є Сонце.

Використання сонячної енергії при застосуванні у будівництві поверхонь оболонок приводить до постановки задачі розміщення геліоприймальних пристроїв на поверхні складної форми (оболонки). Задача має геометричне трактування і зводиться до знаходження на заданій поверхні зон, що отримують максимальну кількість сонячної радіації на протязі заданого проміжку часу (добі, місяця, сезону, року).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У публікаціях [2, 3, 4] описана геометрична модель надходження сонячної радіації на поверхні оболонок, викладений механізм знаходження миттєвих сонячних радіаційних зон (СРЗ) та середньодобових СРЗ на поверхні оболонок, методика побудови картини розподілення миттєвих, добових, сезонних та річних СРЗ.

Викладений механізм створення геометричної моделі процесу надходження сонячної радіації на поверхні оболонок був розглянутий на

прикладі відсіку поверхонь еліпсоїда обертання різних геометричних параметрів [4], на прикладі поверхні гіперболічного параболоїда зрізними геометричними пераметрами та орієнтацією [3]. Органічним доповненням до цих робіт може бути знаходження зон сонячної радіації на поверхні напівсфери з різними геометричними параметрами.

Основна частина. Геометрична модель, яка описана в роботі [2, 3] є основою для побудови сімейства ліній однакового рівня сонячної радіації та визначення ефективних сонячних радіаційних зон (ЕСРЗ), які отримують найближчу до максимальної кількість сонячної радіації і зони, які попадають у власну тінь на поверхні гітара. При цьому враховуються дві геометричні компоненти, які формують модель ЕСРЗ - це модель поверхні об'єкта і модель множини сонячних променів. Моделлю поверхні є упорядкований двомірний точковий каркас достатньої вільності над прямокутним планом, а моделлю множини сонячних променів – геометрична конструкція у вигляді конусу сонячних променів з вершиною в опромінюваній точці параметри якого для заданої широти місцевості змінюються в залежності від пори року.

Розглянемо процес надходження сонячної радіації на поверхню відсіку напівсфери задану наступним рівнянням:

$$x^2 + y^2 + z^2 = a \quad (1)$$

Візьмемо п'ять відсіків напівсфер з різними значеннями **a**, які представлені наступними рівняннями:

$$x^2 + y^2 + z^2 = 600 \text{ (рис.1a)}$$

$$x^2 + y^2 + z^2 = 300 \text{ (рис.1б)}$$

$$x^2 + y^2 + z^2 = 225 \text{ (рис.1в)}$$

$$x^2 + y^2 + z^2 = 50 \text{ (рис.1г)}$$

$$x^2 + y^2 + z^2 = 25 \text{ (рис.1д)}$$

Розіб'ємо на поверхні відсіка напівсфери регулярну сітку 10×10 вузлів. В кожному вузлі сітки встановимо нормаль. Визначимо кут між нормаллю до поверхні та вектором, оберненому напрямку сонячних променів за відомою формулою:

$$\cos \gamma = \frac{a_x a_x^- + a_y a_y^- + a_z a_z^-}{\sqrt{a_x^{-2} + a_y^{-2} + a_z^{-2}} \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}} \quad (2)$$

де a_x^- , a_y^- , a_z^- , a_x , a_y , a_z - компоненти направляючого вектора, оберненого напрямку сонячних променів і нормалі.

Зв'язавши напрямком косинуса вектора, оберненого напрямку сонячних променів із широтою місцевості, часом року і часовим кутом використовуючи

результати досліджень [1, 3] величини a_x^- , a_y^- , a_z^- , запишуться слідуєчими виразами:

$$\begin{aligned} a_x^- &= \operatorname{tg} \varphi \cos \tau \sin \delta - \cos \delta; \\ a_y^- &= \operatorname{tg} \varphi \sin \tau; \\ a_z^- &= \operatorname{tg} \varphi \cos \tau \cos \delta + \sin \delta. \end{aligned} \quad (3)$$

Для 38° пн. ш. 22 березня визначимо [3] час сходу – 6 год., час заходу – 18 год. Відкинемо неефективні години опромінення з 6 до 7 годин і з 17 до 18 годин. Отримаємо дійсний час опромінення – 10 годин.

Для кожної із фіксованих точок з інтервалом в 1 годину знайдемо значення для a_x^- , a_y^- , a_z^- та a_x , a_y , a_z .

Підставивши ці значення у формулу (5), визначимо масиви $\cos \gamma$ для кожної фіксованої точки, а потім значення $\cos \gamma$ підставимо у відому формулу

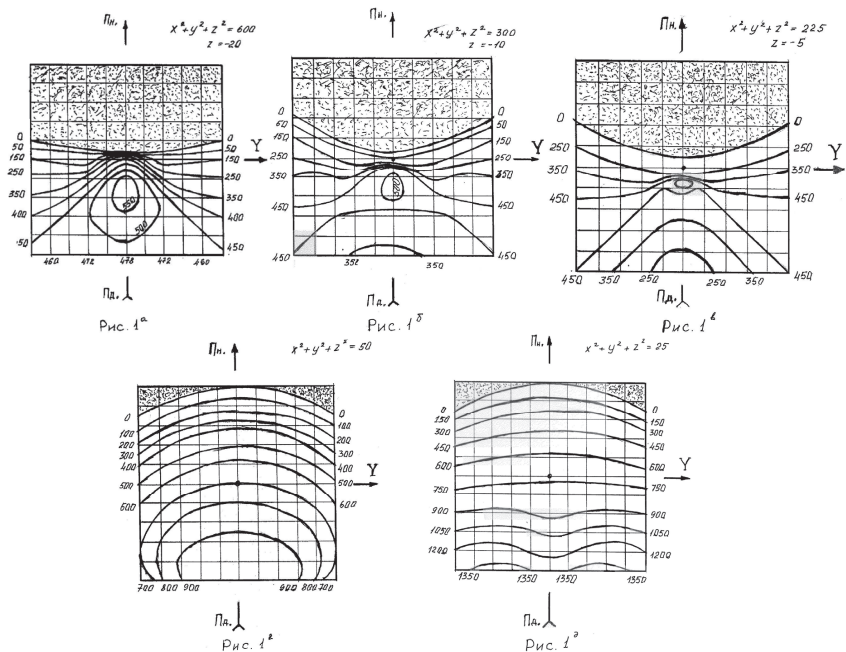
$$S\gamma = S_H \cos \gamma \quad (4)$$

де – S_H кількість сонячної радіації, яка надходить на площадку перпендикулярну до напрямку сонячних променів і визначається за відомою формулою [2].

У результаті ми отримаємо значення миттєвої інтенсивності сонячної радіації в кожній фіксованій точці вузла для розглядаємого фіксованого положення Сонця. Розглядаючи на протязі доби $N = 11$ фіксованих положень Сонця будемо рахувати, що добова інтенсивність сонячної радіації у фіксованій точці вузла ($A_{i,j}$) без урахування затінення дорівнює сумі $S\gamma$ миттєвих значень кількості сонячної радіації, віднесеної до кількості розрахункових точок N :

$$S_{\text{доб.}} = \sum_{i=1}^N S\gamma_i \quad (5)$$

При цьому ми отримаємо на поверхнях відсіків напівсфер, які приведені на рис. 1 зони надходження сонячної радіації, а також зони що перебувають у власній тіні. І виходячи із розмірів і форми отриманої зони ми можемо визначити кількість геліоприймачів, що зможуть розміститися в ній. А в залежності від цього ми будемо мати к.к.д. геліосистами і зможемо прийняти відповідне рішення щодо можливості геліосистами забезпечити об'єкт опаленням, гарячою водою, вентиляцією, чи тільки гарячою водою, або тільки вентиляцією, або недоцільності використання геліосистами для даного об'єкту.



Висновки: Дана робота є продовженням досліджень, які викладені у роботах [2, 3, 4]. На прикладі відсіків поверхонь напівсфер з різними параметрами побудовані середньо добові сонячні радіаційні зони та зони, що перебувають у власній тіні. Приведені в роботі поверхні з побудованими на них сонячними радіаційними зонами можуть бути використані проєктантами при проєктуванні об'єктів перекритих відсіками поверхонь напівсфер для прийняття рішення щодо використання геліосистеми на об'єкті будівництва. Із приведених в роботі прикладів можна зробити висновок, що відсіки поверхонь напівсфер при мають найменшу площу сонячних радіаційних зон у порівнянні з циліндричними поверхнями, відсіками гіперболічних параболоїдів, відсіками еліпсоїдів обертання тощо за рахунок великої площі зон, які знаходяться у власній тіні і найменшу сумарну кількість надходження сонячної радіації на поверхню.

Використана література

1. Гамбург П.Ю. Солнечная радиация в строительстве. – М.: Стройиздат, 1966. – 140 с.

2. Запривода В.И. Алгоритм дискретного получения зон солнечной радиации на сложных поверхностях.// Прикл. Геометрия и инж. графика. – 1987.- Вып. 43. – С. 63-65.
3. Подгорный А.Л., Запривода В.И. К вопросу создания геометрической модели процесса поступления солнечной радиации на поверхности оболочек. //Прикл. геометрия и инж. графика. – 1987. – Вып. 44. – с.11-15.
4. Запривода В.І. Геометричне моделювання зон сонячної радіації (СРЗ) на поверхнях об'єктів архітектури на прикладі поверхонь відсіків еліпсоїда обертання//Прикл. геометрія і інж. графіка. – Вид. 80. – с. 293-297.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗОН СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ОБОЛОЧЕК ВЫПОЛНЕННЫХ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА И ОПИСАННЫХ ОТСЕКАМИ ПОЛУСФЕР

В.И. Запривода

На основании дискретной геометрической модели поступления солнечной радиации построено семейство линий одинакового уровня солнечной радиации на примере поверхностей оболочек изготовленных из железобетона и описанных отсеками полусфер с разными параметрами и различной ориентацией, определены эффективные зоны размещения гелиоприемников и зон затенения.

GEOMETRICAL MODELING OF SOLAR RADIATION ON THE SURFACES OF SHELL MADE OF REINFORCED CONCRETE AND DESCRIBED BY THE COMPARTMENTS OF THE SEMISPHERIC

V. Zaprivoda

On the basis of the discrete geometric model of solar radiation arrival, a family of lines of the same level of solar radiation was constructed on the example of surfaces of shells made of reinforced concrete and described by compartments of the semispheres with different parameters and different orientations, and effective zones of placement of helioprotectors and shading zones were determined.