

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПРОДУКТИВНОСТІ ПЛОСКОГО СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА ВІД ЙОГО КУТА НАХИЛУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Ця стаття присвячена залежності продуктивності плоского сонячного колектора від його кута нахилу.

Розглянуто основні фактори, що впливають на продуктивність плоского сонячного колектора. Аналізуються технічні аспекти та технологічні рішення, які допомагають збільшити продуктивність плоского сонячного колектора.

Ключові слова: сонячний колектор, сонячна батарея, абсорбер сонячного колектора, продуктивність сонячного колектора, кут нахилу сонячного колектора.

Abstract

This article is devoted to the dependence of flat solar collector performance on its tilt angle. The main factors affecting the performance of a flat solar collector are considered. Technical aspects and technological solutions that help to increase the productivity of a flat solar collector are analyzed. The review also includes a list of advantages of using a combined heat and power system with solar collectors.

Keywords: solar collector, solar battery, solar collector absorber, solar collector performance, solar collector angle of inclination.

Вступ

Метою цього огляду є розгляд залежності продуктивності плоского сонячного колектора від кута нахилу. Ми дослідимо основні чинники, що впливають на величину продуктивності, а також розглянемо можливі технічні рішення та технології, які допомагають збільшити продуктивність за рахунок вибору оптимального кута нахилу.

Основна частина

Щоб продуктивність геліосистеми була високою вкрай важлива орієнтація і кут нахилу сонячних колекторів на монтажному майданчику. Для поглинання максимальної кількості сонячної енергії площина сонячного колектора повинна бути перпендикулярна сонячним променям. Однак сонце світить на Земну поверхню завжди під різним кутом залежно від часу доби та року. Тому для монтажу сонячних колекторів необхідно розрахувати оптимальну орієнтацію у просторі абсорбера сонячного колектора [1].

Для оцінки оптимального орієнтування колекторів враховується обертання Землі навколо Сонця та навколо своєї осі, а також зміна відстані від Сонця. Для визначення положення сонячного колектора або сонячної батареї необхідно враховувати основні кутові параметри:

- широта місця встановлення φ ;
- годинний кут ω ;
- кут сонячного схилення δ ;
- кут нахилу до горизонту β ;
- азимут α .

Широта місця установки (φ) показує, наскільки місце знаходиться на північ або південніше від екватора, і становить кут від 0° до 90° , що відраховується від площини екватора до одного з полюсів – північного або південного.

Годинний кут (ω) переводить місцевий сонячний час у число градусів, яке сонце проходить по небу.

Кут схилення сонця (δ) залежить від обертання Землі навколо Сонця, оскільки орбіта обертання має еліптичну форму і сама вісь обертання теж нахилена, то кут змінюється протягом року від

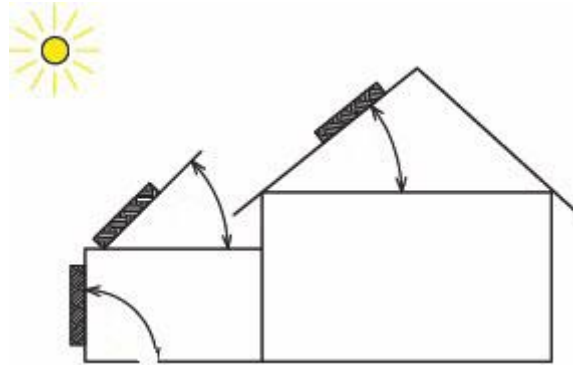
значення 23.45° до -23.45° . Кут схилення стає рівним нулю двічі на рік у дні весняного та осіннього рівнодення.

Схилення сонця для конкретно обраного дня визначається за формулою:

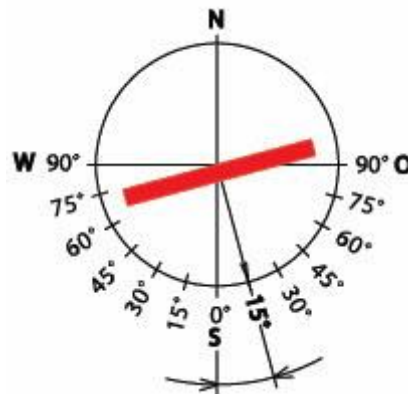
$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(360 \frac{284+n}{365}\right);$$

Де n – порядковий номер дня на рік, відрахований від 1 січня.

Нахил до горизонту (β) утворюється між горизонтальною площиною та сонячною панеллю. Наприклад, при монтажі на похилому даху кут нахилу колектора визначається крутістю схилу даху.



Азимут (α) характеризує відхилення поглинаючої площини колектора від південного напрямку, при орієнтуванні сонячного колектора точно на південь азимут $= 0^\circ$.



Кут падіння сонячних променів на довільно орієнтовану поверхню, що має певне значення азимуту і кут нахилу, визначається за формулою:

$$\cos i = \sin \beta [\cos \delta (\sin \varphi \cos \alpha \cos \omega + \sin \alpha \sin \omega) - \sin \delta \cos \varphi \cos \alpha] + \cos \beta (\cos \delta \cos \varphi \cos \omega + \sin \delta \sin \varphi).$$

Якщо у цій формулі замінити значення кута β на 0 , тоді вийде вираз визначення кута падіння сонячних променів на горизонтальну поверхню:

$$\cos i = \cos \delta \cos \varphi \cos \omega + \sin \delta \sin \varphi.$$

$$J = J_S P_S + J_D P_D,$$

Де J_s и J_d - інтенсивність потоків прямого та розсіяного сонячного випромінювання, що падають на горизонтальну поверхню, відповідно.

$P_s = \frac{\cos i}{\sin \alpha}$ и $P_d = \cos i \frac{2\beta}{2}$ – коефіцієнти положення сонячного колектора для прямого та розсіяного сонячного випромінювання [2].

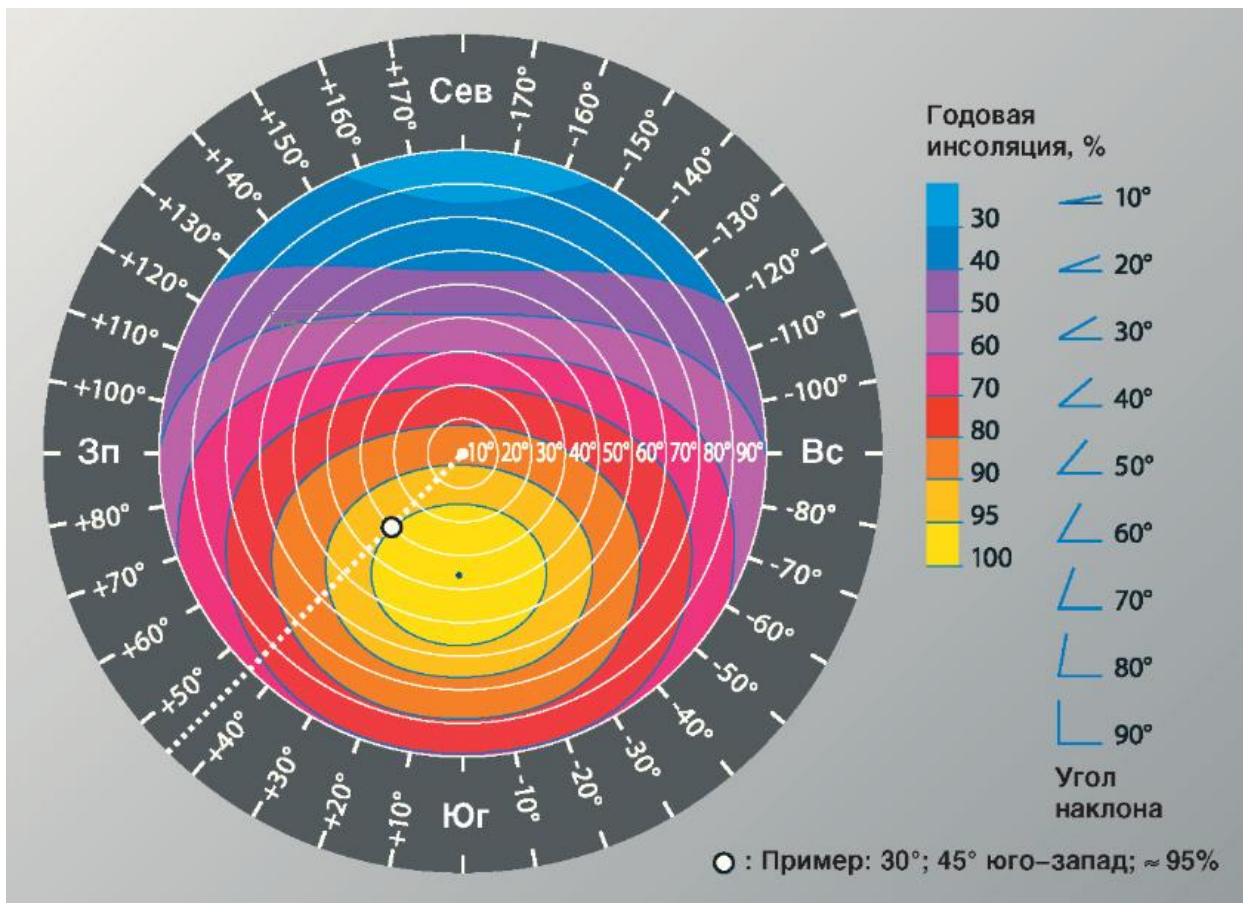
Для забезпечення попадання на абсорбер максимальної (за розрахунковий період) кількості сонячної енергії колектор монтується у похилому положенні з оптимальним кутом нахилу до горизонту, який визначається розрахунковим методом і залежить від періоду використання геліосистеми. При південному орієнтуванні колектора для цілорічних геліосистем $\beta = \varphi$, для сезонних геліосистем $\beta = \varphi - 15^\circ$. Тоді формула набуде вигляду, для сезонних геліосистем:

$$\cos i = 0,259 \sin \delta + 0,966 \cos \delta \cos \omega,$$

Для цілорічних:

$$\cos i = \cos \delta \cos \omega.$$

Сонячні колектори, орієнтовані у південному напрямку та змонтовані під кутом від 30° до 65° щодо горизонту, дозволяють досягти гарного значення поглинання сонячного випромінювання в Україні. Але навіть за певних відхилень від цих умов геліосистема може виробляти достатню кількість енергії. Установка з невеликим кутом нахилу більш ефективна, якщо сонячні колектори або сонячні батареї не можна орієнтувати на південь [3].



Висновок

Отже, якщо сонячні колектори спрямовані на південний захід, з азимутом 45° і кутом нахилу 30° , така система зможе поглинати до 95% від максимально можливої кількості сонячного випромінювання. Або при орієнтуванні у східному чи західному напрямку можна забезпечити до 85% попадання енергії на колектор при встановленні панелей під кутом $25-35^\circ$. Якщо кут нахилу колектора більший, то кількість енергії, що надходить на поверхню колектора, буде більш рівномірною, для підтримки опалення такий варіант установки ефективніший.

Найчастіше орієнтування залежить від варіанта монтажу сонячних колекторів, установка колектора проводиться на даху будівлі, тому важливо на стадії проектування будівлі врахувати можливість оптимального встановлення колекторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Плоскі сонячні колектори ВАХІ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://baxi.ua/page/produkciya/teplov%D1%96-sonyachn%D1%96-sistemi.html>
- 2 Підбір бака-акумулятора [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kotly.org.ua/baki-akkumuljatory.html>.
- 3 Типи геліосистем [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.atmosfera.ua/uk/geliosistemi/tipi-geliosistem/>.

Братусик Олександр Валерійович – студент, Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник: Сlobодян Наталія Михайлівна – к.т.н, доцент кафедри ІСБ, Вінницький національний технічний університет ORCID 0000-0002-2111-1434, email: slobodian@vntu.edu.ua

Bratusyk Oleksandr – student, Faculty for Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsya national technical university.

Scientific supervisor: Natalia Slobodyan – Ph.D., associate professor of the Department of Information Technology, Vinnytsia National Technical University ORCID 0000-0002-2111-1434, email: slobodian@vntu.edu.ua