

Матеріали XX наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 2017

УДК 621.31

Я.О. Філюк, В.А. Андрійчук, докт. техн. наук, проф.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ВИМІРЮВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Y.O. Filyuk, V.A. Andriychuk Dr., Prof.

EXPERIMENTAL MEASUREMENT ENERGY POTENTIAL OF SOLAR RADIATION

За рівнем інтенсивності сонячного випромінювання на території України виділяють чотири зони: перша (1350 кВт·год/м² на рік) і друга (1250 кВт·год/м² на рік) зони знаходяться на півдні України; більше половини території країни, а також області західного регіону знаходяться в третій зоні (1150 кВт·год/м² на рік) і четверта зона (1000 кВт·год/м² на рік). Четверта зона найменш сприятлива для використання сонячної енергії. Позаатмосферне сонячне випромінювання складає 1353 Вт/м² і носить назву сонячної сталої.

Залежно від напрямку поширення, сонячне випромінювання буває прямим і розсіяним. Для розрахунку інтенсивності потоку сонячного випромінювання, що надходять на похилу поверхню, необхідно знати кути падіння сонячних променів на неї. Положення деякої точки А на земній поверхні щодо сонячних променів в даний момент часу визначається трьома основними кутами: широтою місцевості φ , годинниковим кутом ω і схиленням Сонця δ (рис. 1, а).

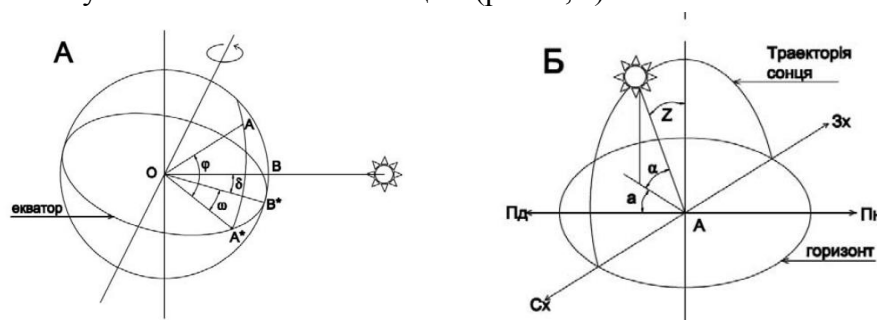


Рис. 1. Основні і додаткові кути руху Сонця: А - схема руху Сонця по небосхилу; Б - кути, що визначають положення точки А на земній поверхні щодо сонячних променів

Схилення Сонця для зазначених днів:

$$\delta = 23,45 \cdot \sin\left(360 \cdot \frac{284 + n}{365}\right), \quad (1)$$

де n - порядковий номер дня, починаючи від 1 січня.

У розрахунках сонячного випромінювання використовують також зенітний кут z , кут висоти сонцестояння $\alpha = 90 - z$ і азимут a_p Сонця (рис. 1, б). Зв'язок між додатковими і основними кутами встановлюється рівняннями

$$\begin{aligned} \cos z &= \cos \omega \cdot \cos \varphi \cdot \cos \delta + \sin \varphi \cdot \sin \delta, \\ \sin a_p &= \sec \alpha \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega, \end{aligned} \quad (2)$$

де ω - годинниковий кут,
 φ - географічна широта місцевості.

Кут падіння сонячних променів на довільно орієнтовану поверхню, що має азимут a_p і кут нахилу β до горизонту, визначається за формулою

$$\cos i = \sin \beta \left[\cos \delta (\sin \varphi \cdot \cos a_{II} \cdot \cos \omega + \sin a_{II} \cdot \sin \omega) - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos a_{II} \right] + \cos \beta (\cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \varphi), \quad (3)$$

Це співвідношення має важливе практичне значення, тому що формулу (3) можна використати для розрахунку інтенсивності сонячного випромінювання з врахуванням можливого затінення сонячної панелі від різного роду об'єктів, розташованих поблизу. Підставивши в формулу (3) значення $\beta=0$, можна визначити кут падіння променів на горизонтальну поверхню.

Інтенсивність потоку сонячної радіації для будь-якого просторового положення сонячної панелі в довільний момент часу можна визначити за формулою

$$\Phi = \Phi_s \cdot K_s + \Phi_D \cdot K_D, \quad (4)$$

де Φ_s, Φ_D - інтенсивності потоків прямого і розсіяного сонячного випромінювання, що падають на горизонтальну поверхню;

K_s, K_D - коефіцієнти положення сонячної панелі для прямого і розсіяного сонячного випромінювання.

Коефіцієнти розраховуються за формулою:

$$K_s = \frac{\cos i}{\sin \alpha}, \quad K_D = \frac{\cos^2 \beta}{2}, \quad (5)$$

В системах фотоелектричного перетворення енергії Сонця на електричну стоїть питання оптимізації режимів роботи та взаємного узгодження структурних елементів. Для ефективного сприйняття сонячної енергії сонячною панеллю домінуюче значення має її орієнтація в просторі. Це забезпечить мінімальне відхилення кута падіння сонячних променів до нормалі сонячної панелі протягом року та світлового періоду доби. Одним із найефективніших методів підвищення електричної продуктивності є застосування пристроїв, які слідкують за Сонцем.

Для проведення досліджень сонячного випромінювання було розроблено і змонтовано вимірювальну установку блок-схема, якої зображена на (рис.2). Використовували сонячну панель типу ALM-50M, з регульованим навантаженням. Керуванням навантаженням проводилося за допомогою мікроконтролера і його зміна відбувалася від 0,02 Ом до 20 МОм. Всі виміри оброблялися мікроконтролером і записувалися на накопичувач у вигляді окремого файлу для кожного дня вимірювань. Всі вимірювання проводилися в реальному часі.

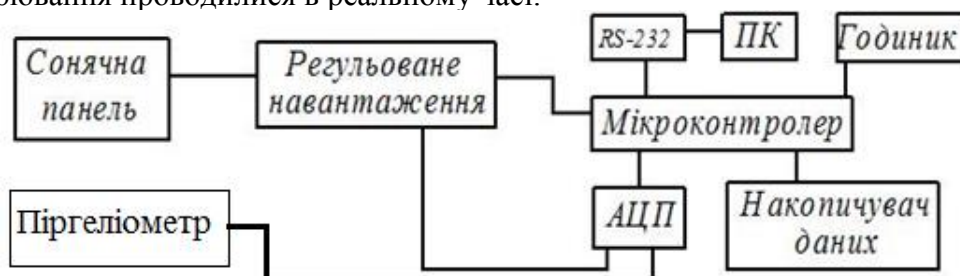


Рис.2. Блок-схема вимірювальної установки.

Також паралельно з вимірюванням параметрів сонячної батареї проводили вимірювання сонячного потоку за допомогою розробленого піргеліометра. Даний піргеліометр складався з фотоприймача з монокристалічного кремнію, який працює в режимі короткого замикання. Блоку перетворення струму короткого замикання в напругу і блоку підсилення сигналу напруги. Даний прилад був проградуирований за допомогою SolerPowerMeterDT-1307. Вимірювання всіх параметрів виконувалися при значенні кута α рівному 49° . Всі дослідження проводилися відповідно до ГОСТ28977-91.