

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ ЗМІНИ ТА ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ВИРОБІТОК ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Кисленко О.В., студентка, Бudyко В.І., к.т.н., доц.
НТУУ «КПІ», кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. Ефективне використання сонячного енергетичного устаткування для задоволення потреб споживачів залежить від внутрішніх (технічні параметри енергетичного обладнання) та зовнішніх (кліматометеорологічні умови місцевості) факторів. Серед найбільш визначальних зовнішніх факторів виділяють інтенсивність сонячної радіації та температура навколишнього середовища. Максимальний показник інтенсивності сонячної радіації є практично незмінним і становить 1000 Вт/м^2 [1].

Мета роботи. Дослідити динаміку зміни температури навколишнього середовища та її вплив на виробіток електричної енергії фотоелектричних елементів.

Матеріали і результати досліджень. Використовуючи дані [2], проведено аналіз динаміки зміни кліматометеорологічних умов місцевості на основі багаторічних даних метеоспостережень (для прикладу взято територію міста Києва). Метеорологічні спостереження по температурі повітря та її середнім показникам проводились починаючи з 1812 року (рисунок 1).

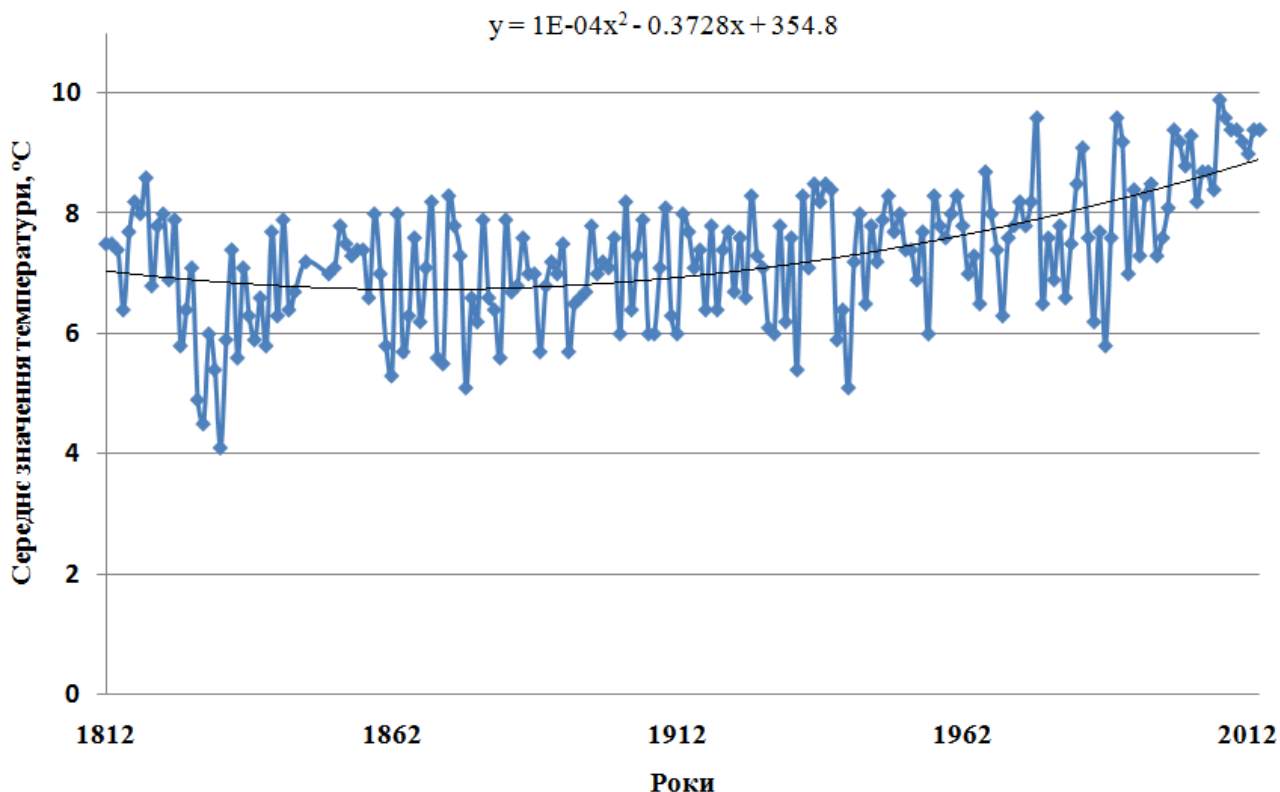


Рисунок 1 – Графік зміни середньорічної температури за роками для м. Київ за даними багаторічних спостережень

В результаті аналізу динаміки зміни температурного режиму місцевості встановлено, що протягом останнього 50-річчя відбулось зростання середньодобової температури від 7,7°C до 9,0°C, а це в свою чергу необхідно враховувати при виборі та обґрунтуванні устаткування на основі відновлюваних джерел енергії, в тому числі і фотоелектричного устаткування. Температурний режим 2014р. та дев'яти місяців 2015 р. також показує значне перевищення середньорічної температури для даної місцевості 9,4 °С при нормі в 7,7°C (табл.1).

Таблиця 1 – Відхилення від норми середньої місячної температури повітря у м.Києві

Характеристика		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня місячна температура повітря (°C)	норма	-5,6	-4,2	0,7	8,7	15,2	18,2	19,3	18,6	13,9	8,1	2,1	-2,3	7,7
	2014	-4,8	-0,5	6,8	10,3	16,9	18,2	22,1	21,3	15,3	7,7	1,7	-2,1	9,4
	відхилення	0,8	3,7	6,1	1,6	1,7	0	2,8	2,7	1,4	0,4	-0,4	0,2	1,7
Середня місячна температура повітря (°C)	норма	-5,6	-4,2	0,7	8,7	15,2	18,2	19,3	18,6	13,9	2,1	2,1	-2,3	7,7
	2015	-0,7	-0,7	5,1	9,7	16,0	20,4	21,9	22,6	17,8				
	відхилення	4,9	3,5	4,4	1,0	0,8	2,2	2,6	4,0	3,9				

Важливим моментом роботи фотоелектричного елемента є його залежність від температури [1]. За умови яскравої погоди сонячні елементи починають нагріватись втрачаючи при цьому ККД через падіння напруги на кожному *p-n* переході. З рис. 2 видно, що за умов нагрівання спостерігається незначне зростання струму, але при цьому відбувається значно стрімкіше падіння напруги. За умов нагрівання кремнієвого фотоелемента на 1 °C вище стандартизованого показника (згідно STC $t_{cm} = 25$ °C) він втрачає по напрузі 0,002В, або 0,4%.

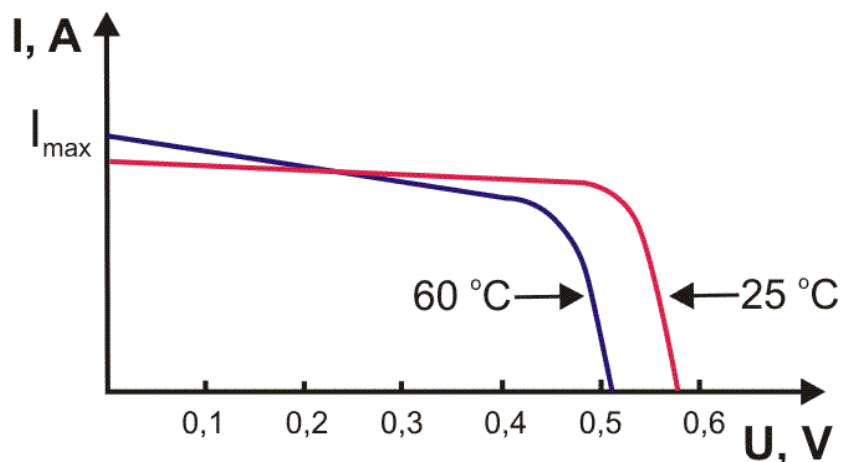


Рисунок 2 – ВАХ кремнієвого фотоелемента при різних робочих температурах

Як відомо, виробіток електричної енергії фотоелектричною батареєю визначається за залежністю:

$$W = \sum E_i \cdot \eta \cdot (T_i - T_1), \quad (1)$$

де W – виробіток електроенергії, кВт*год;

E_i – середньобагаторічний прихід сонячної енергії на одиницю горизонтальної поверхні за i -й місяць року, кВт·год/(м²·рік);

η – ККД фотоелементу, %;

T_i – середньомісячна робоча температура фотоелементу, К;

T_1 – стандартна температура, 398 К.

При цьому робоча температура визначається як:

$$T_i = \frac{\left(\frac{E_i}{t_{pi}} \cdot (\alpha - \eta_1(1 + \chi \cdot T_1)) \right)}{\frac{\langle \lambda \rangle \cdot T_{oi}}{\langle \lambda \rangle - \left(\frac{E_i}{t_{pi}} \right) \cdot \eta_1 \cdot \chi}}, \quad (2)$$

де α – інтегральний коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання фотоперетворювачами (для сучасних фотоперетворювачів становить 0,97);

$\langle \lambda \rangle$ – коефіцієнт тепловіддачі (для плоских фотоперетворювачів становить 40 Вт/(м²·К));

T_{oi} – середньомісячні значення температури повітря, К;

t_{pi} – тривалість робочого часу, год/міс:

$$t_{pi} = 0,9t_{oi}, \quad (3)$$

де t_{oi} – розраховані значення тривалості сонячного світіння протягом i -го місяця, год/міс.

Використавши дану методику проведено розрахунок виробітку електричної енергії фотоелектричною станцією потужністю 1 кВт в м. Києві. Отримані розрахункові дані зведено в графік залежності (рис. 3) виробленої електричної енергії (крива 1) та сонячної енергії (крива 2), яка приходить на площу поверхні, що відповідає 1 кВт встановленої потужності ФЕС. Аналіз отриманих графічних залежностей (при використанні нормованих значень температурного режиму місцевості табл. 1) показує, що в період з листопада по лютий температурний вплив на виробіток електричної енергії незначний і характер зміни приходу сонячної енергії на горизонтальну поверхню відповідає характеру зміни виробітку електричної енергії. При цьому слід зауважити, що робочий режим по середньомісячним температурам знаходиться в межах від 2°C до -5°C. Починаючи з березня і по травень спостерігається зростаюча динаміка впливу температурного коефіцієнту на виробіток електроенергії, а середньомісячна температура зростає від 0,7°C до 15,2°C. З травня по липень динаміка зміни виробітку майже незначна (температура знаходиться в межах 15÷19°C.), а починаючи з серпня і по жовтень місяць спостерігається

зменшення впливу температурного режиму роботи на виробіток електроенергії ФЕС, що є логічним оскільки відбувається спад середньомісячних значень температури від 18,6°C до 8,1°C.

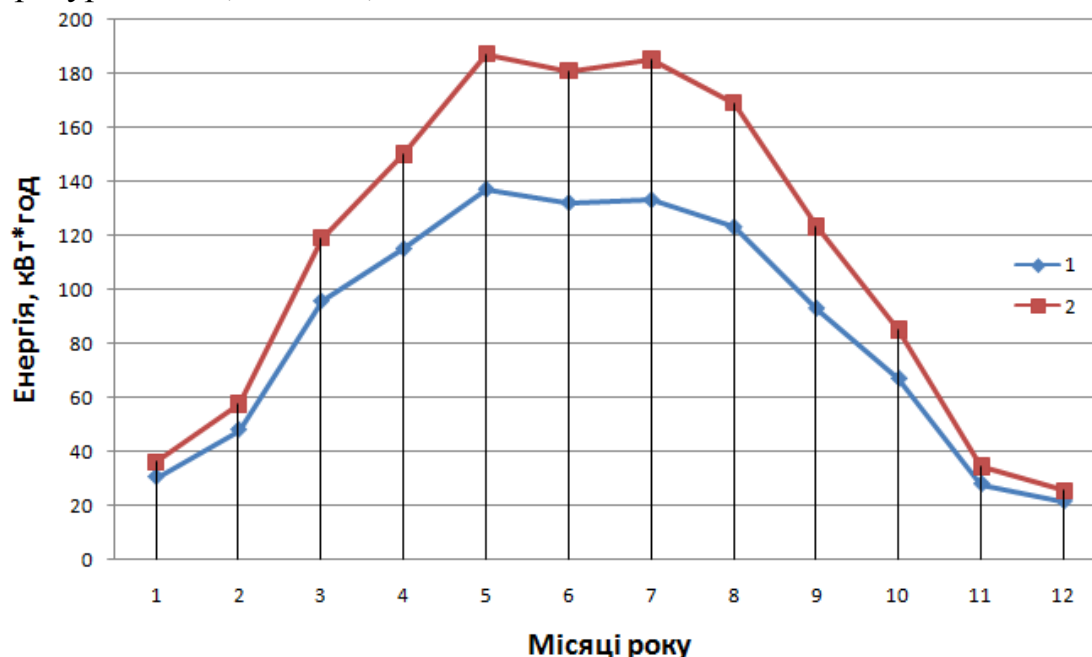


Рисунок 3 – Графічні залежності виробітку електричної енергії (1) фотоелектричною батареєю та приходу сонячної радіації (2) на горизонтальну поверхню для регіону м. Київ

За умови коли відношення dE_{cp}/dt по приходу сонячної радіації на горизонтальну поверхню відповідатиме відношенню dE_{ee}/dt по виробітку електроенергії фотоелектричною станцією, то у нас буде мінімальний вплив температури на роботу системи в цілому.

Висновки.

1. Як показав аналіз метеорологічних даних протягом останніх 50 років відбулось значне підвищення середньорічної температури повітря для території м. Києва від 7,7°C до 9,0°C.

2. В ідеалізованому випадку, за умови відсутності температурного впливу на роботу фотоелементів, зміна виробітку електричної енергії відповідала б в показнику приходу сонячної радіації на горизонтальну поверхню, тоді як в умовах реальної роботи дані параметри описуються різними залежностями.

3. З метою підтримки режиму максимального перетворення сонячної енергії в електричну, в періоди з березня по жовтень місяць доцільно дослідити застосування системи охолодження фотоелектричних батарей на ефективність їх роботи.

Перелік посилань

1. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: Підручник / С.О. Кудря. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 492 с.

2. Електронний ресурс: кліматометеорологічні дані. Режим доступу: http://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate_stations/.