

ВПЛИВ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Рамш В. Ю., к.т.н., доцент кафедри, e-mail: ramsh_v@ukr.net

Потапенко М. В., к.т.н., доцент кафедри, e-mail: m.potapenko19@gmail.com

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів і природокористування України «Бережанський агротехнічний інститут»

Актуальність дослідження. Сонячна енергія є одним із найбільш перспективних напрямів відновлюваної енергетики. Вона має ряд переваг, до основних з яких можна віднести: екологічність, невичерпність та відновлюваність ресурсів, відсутність витрат на капітальний ремонт фотоелектричних модулів тривалий період часу експлуатації та ін.

Фотоелектричні перетворювачі або сонячні елементи – це напівпровідникові вироби, які перетворюють сонячне випромінювання в електричний струм. Існують різні технології виготовлення сонячних елементів, конструкція яких відрізняється як фізичними принципами перетворення сонячного випромінювання в електричний струм, так і менш істотними деталями [1]. Фотоелектричні перетворювачі мають широкий типорозмірний ряд і класифікуються за конструктивним виконанням (використання різних матеріалів та домішок).

Підвищення конкурентоспроможності сонячних електростанцій, що мають у своєму складі фотоелектричні перетворювачі, є актуальним завданням, але перш ніж енергія Сонця зможе використовуватися повною мірою, необхідно вирішити ряд проблем, основні з яких: висока вартість фотоелектричних перетворювачів, їх здатність надійно працювати в автоматичному режимі протягом тривалого часу та підвищення надійності енергопостачання.

Мета дослідження. Оцінка методів та засобів підвищення ефективності фотоелектричних перетворювачів

Основні матеріали дослідження. Сонячне випромінювання залежить багатьох факторів: широти і довготи місцевості, її географічних і кліматичних особливостей, стану атмосфери, пори року тощо. У цілому можна виділити як закономірні особливості зміни сонячного випромінювання, так і значну частку його випадкової складової.

Інтенсивність сонячного випромінювання змінюється протягом доби та має сезонний характер. Параметри сонячного випромінювання, які реєструються метеостанціями, необхідні для розрахунку сонячних фотоелектричних установок [2]. Однак дані метеостанцій є усередненими і добові значення значно відрізняються від середніх значень.

Оскільки сонячне випромінювання є випадковою величиною, то для визначення параметрів сонячної електростанції, більш коректно говорити про інтенсивність сонячного випромінювання, гарантованого з певною, наперед заданою, ймовірністю. Така ймовірність інтенсивності сонячного випромінювання відповідає ймовірності попадання випадкової величини в заданий інтервал, і може бути визначена:

$$P(\lambda_x \leq \lambda \leq \lambda_{max}) = \int_{\lambda_x}^{\lambda_{max}} \lambda(t) dt, \quad (1)$$

де $P(\lambda_x \leq \lambda \leq \lambda_{max})$ – ймовірність того, що інтенсивність сонячного випромінювання буде знаходитись в інтервалі $\lambda_x \dots \lambda_{max}$; λ_x – гарантована інтенсивність сонячного випромінювання, Вт/м²; λ_{max} – максимально можлива інтенсивність сонячного випромінювання в даній місцевості, Вт/м².

Враховуючи те, що інтенсивність сонячного випромінювання розподілена за нормальним законом, то шукану ймовірність можна визначити:

$$P(\lambda_x \leq \lambda \leq \lambda_{max}) = F\left(\frac{\lambda_{max}-m(\lambda)}{\sigma_c}\right) - F\left(\frac{\lambda_x-m(\lambda)}{\sigma_c}\right), \quad (2)$$

де $m(\lambda)$ – математичне сподівання інтенсивності сонячного випромінювання (за даними метеостанцій), Вт/м²; σ_c – стандартне відхилення інтенсивності сонячного випромінювання, Вт/м².

У переважній більшості випадків використання тільки фотоелектричних перетворювачів не зможе забезпечити необхідний графік навантаження навіть у літні місяці. Це пояснюється добовими змінами інтенсивності сонячного випромінювання, що змушує застосовувати акумулювання електроенергії з її подальшим використанням у періоди провалів генерації енергії з допомогою фотоелектричних перетворювачів. Ємність акумуляторів при використанні надмірної сонячної енергії можна визначити за виразом:

$$C = \frac{P_n \cdot \Delta T}{U_n}, \quad (3)$$

де C – ємність акумуляторних батарей, А·год; P_n – потужність випромінювання при нормативній освітленості в j -тий період, Вт; ΔT – період відсутності достатньої інтенсивності сонячного випромінювання; U_n – номінальна напруга, В.

При використанні фотоелектричних перетворювачів з ранньої весни до пізньої осені виникає ряд труднощів. Це зумовлено тим, що при розрахунку сонячної електростанції на весняну або осінню інтенсивність сонячної енергії, батареї фотоелектричних перетворювачів у літній час потрапляють під підвищений потік сонячної радіації, і, як наслідок з'являється ряд негативних факторів, що знижують їх ККД, а в деяких випадках, можуть привести і до виходу фотоелектричної установки з ладу. Температура фотоелектричних перетворювачів залежить від інтенсивності сонячного випромінювання, що є функцією часу. Таким чином, слід враховувати, що ККД фотоелектричних перетворювачів не постійний і є функцією часу або температури. Застосування сонячних концентраторів дає можливість збільшити інтенсивність сонячного випромінювання, що поступає на фотоелектричні перетворювачі, тим самим збільшуючи кількість електроенергії, що надходить від них [3]. Також це дозволяє збільшувати ККД перетворення сонячного випромінювання.

Отримувати найбільшу кількість енергії від фотоелектричних перетворювачів можна за допомогою систем активного слідування за Сонцем, що забезпечують надходження найбільшої кількості випромінювання на поверхню сонячної панелі, а також дозволяють збільшити денний інтервал одержання електричної енергії. Такі системи, що використовуються в фотоелектричних установках, за рівнем просторової орієнтації поділяються на дві основні категорії: з частковою чи повною орієнтацією.

Системи з частковою орієнтацією дешевші та надійніші, але на відміну від систем з повною орієнтацією не здатні забезпечити перпендикулярне падіння сонячних променів на поверхню фотоелемента протягом всього світлового дня.

Використання систем з частковою орієнтацією в середньому дає можливість збільшити добове вироблення енергії фотоелектричними установками на 19-24%, а з повною до 33%. До переваг таких систем відносять можливість додаткового підвищення енерговидачі, за рахунок їх використання в комплексі з деякими типами сонячних концентраторів. Це стає можливим за рахунок забезпечення рівномірного освітлення відбитим випромінюванням всіх сонячних елементів установки.

Висновки. Найбільш важливим завданням, яке постає перед сонячною енергетикою є зниження питомої вартості сонячної фотоелектричної установки. Одним із шляхів зниження питомої вартості є підвищення ефективності, шляхом застосування більш економічних структур електрообладнання, зокрема, сонячних концентраторів та слідувальних систем.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вамболь С. О., Сичікова Я. О., Дейнеко Н. В. Енергоефективність фотоелектричних перетворювачів для забезпечення екологічно чистої енергетики: монографія. Бердянськ: Видавець Ткачук О.В., 2016. 256 с.
2. Глушко О. В., Степенко С. А. Параметри, характеристики і фактори, що впливають на ефективність та надійність роботи фотоелектричних перетворювачів у складі електроенергетичних систем. *Технічні науки та технології*. 2021. № 1 (23). С. 249-264.
3. Li G., Xuan Q., Pei G., Su Y., Ji J. Effect of non-uniform illumination and temperature distribution on concentrating solar cell-a review. *Energy*. 2018. №144. P. 1119-1136.