УДК 621.3

АНАЛІЗ ОПТИМІЗАЦІЇ АВТОНОМНОЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЇ СТАНЦІЇ ЗА РАХУНОК ВСТАНОВЛЕННЯ СОНЯЧНОГО ТРЕКЕР

Дмитро ТІЩЕНКО

Здобувач вищої освіти спеціальності 141 електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв, Україна

Анотація. *У роботі досліджено вплив сонячного трекера на енергетичний баланс автономної фотоелектричної станції. Обґрунтовано можливість оптимізації енергетичного балансу автономної фотоелектричної станції за рахунок застосування сонячного трекера.*

Ключові слова: *сонячний трекер, фотоелектричні модулі, сонячна енергія, енергетичний баланс, оптимізація, виробіток електроенергії.*

Вступ. Ефективність автономної фотоелектричної станції (ФЕС) значною мірою визначається повнотою використання сонячної енергії, що надходить на поверхню фотоелектричних модулів (ФЕМ) [1]. При стаціонарному встановленні кут орієнтації ФЕМ залишається незмінним, тому протягом доби змінюється кут падіння сонячного випромінювання. Встановлення одновісного сонячного трекера забезпечує автоматичне переміщення фотоелектричних модулів за Сонцем і дозволяє збільшити надходження сонячної радіації на їх поверхню [2]. **Тому важливим є дослідження впливу сонячного трекера на енергетичний баланс автономної ФЕС та зміни ефективності.**

Мета роботи: дослідження впливу сонячного трекера на енергетичний баланс автономної фотоелектричної станції та обґрунтування можливості оптимізації її режимів роботи за рахунок більш повного використання доступної сонячної енергії.

Результати дослідження. Основним параметром, через який трекер впливає на роботу ФЕС, є сонячна радіація на поверхні фотоелектричних модулів:

$$G_{tr}(t) \geq G_{st}(t), \quad (1)$$

де $G_{tr}(t)$ - сонячна радіація при використанні трекера; $G_{st}(t)$ - сонячна радіація при стаціонарному встановленні.

Збільшення сонячної радіації приводить до підвищення потужності фотоелектричного генератора. Для однакової встановленої потужності ФЕМ залежність можна представити у вигляді:

$$P_{PV}(t) = P_{PV,r}\frac{G(t)}{G_r}, \quad (2)$$

де $P_{PV,r}$ - номінальна потужність фотоелектричного генератора; $G(t)$ - поточна сонячна радіація; G_r - стандартна сонячна радіація.

Тому для однакової кількості фотоелектричних модулів потужність станції з трекером буде більшою:

$$P_{PV,tr}(t) \geq P_{PV,st}(t), \quad (3)$$

Відповідно, збільшується і добовий виробіток електроенергії:

$$W_{PV} = \int_0^{24} P_{PV}(t)dt, \quad (4)$$

а додатковий виробіток, отриманий завдяки трекеру, визначається як:

$$\Delta W_{PV} = W_{PV,tr} - W_{PV,st}, \quad (5)$$

Для оцінювання ефективності встановлення трекера використовується відносний приріст генерації:

$$\partial_{PV} = \frac{\Delta W_{PV}}{W_{PV,st}} \cdot 100\%, \quad (6)$$

Отримана додаткова електроенергія в автономній ФЕС може бути використана для живлення навантаження або заряджання акумуляторної батареї. Якщо генерація ФЕС перевищує поточне споживання, надлишкова потужність визначається:

$$P_{ex}(t) = P_{PV}(t) - P_{load}(t),\ P_{PV}(t) \geq P_{load}(t), \quad (7)$$

Саме ця енергія може бути спрямована на заряджання АКБ. У результаті використання трекера збільшується запас енергії в акумуляторній системі та підвищується мінімальний рівень її заряду протягом доби: $SOC_{min,tr} > SOC_{min,st}$. У періоди недостатньої сонячної генерації навантаження забезпечується за рахунок акумуляторної батареї. Якщо ж її заряд досягає мінімально допустимого значення,

підключається резервний дизельний генератор. Тому збільшення виробітку ФЕС за рахунок трекера дозволяє зменшити енергетичний дефіцит: $W_{def,tr} < W_{def,\ st}$ і, відповідно, зменшити кількість електроенергії, яку необхідно отримати від резервного генератора: $W_{DG,tr} < W_{DG,\ st}$.

Енергетичний баланс автономної ФЕС при цьому визначається залежністю:

$$W_{PV} + W_{DG} = W_{load} + W_{loss} + \Delta W_{bat}, \qquad (8)$$

де W_{PV} - електроенергія, вироблена фотоелектричним генератором; W_{DG} - енергія, вироблена резервним дизельним генератором; W_{load} - енергія, спожита навантаженням; W_{loss} - сумарні втрати в системі; ΔW_{bat} - зміна запасу енергії акумуляторної батареї.

Таким чином, оптимізаційний ефект від встановлення сонячного трекера можна представити послідовністю:

$$G_{tr} \uparrow \Rightarrow P_{PV} \uparrow \Rightarrow W_{PV} \uparrow \Rightarrow SOC_{\min} \uparrow \Rightarrow W_{def} \downarrow \Rightarrow W_{DG} \downarrow, \qquad (9)$$

Отже, встановлення сонячного трекера змінює складову W_{PV}, збільшуючи виробіток фотоелектричного генератора за незмінної його номінальної потужності. Додаткова енергія використовується для забезпечення навантаження та заряджання АКБ, що зменшує енергетичний дефіцит і потребу в резервній генерації.

Висновок. Застосування сонячного трекера підвищує ефективність та повноту використання сонячної енергії фотоелектричними модулями завдяки підтриманню їх оптимальної орієнтації відносно Сонця. Це сприяє збільшенню виробітку електроенергії протягом доби, більш повному використанню доступного сонячного ресурсу та покращенню енергетичного балансу автономної системи. У результаті зменшується дефіцит електроенергії та потреба у використанні резервного джерела живлення.

Список використаних джерел

1. Eke R., Senturk A. Performance comparison of tracking and fixed photovoltaic systems in different climatic conditions. *Applied Energy*. 2012. Vol. 98. P. 288–295.

2. Mousazadeh H., Keyhani A., Javadi A., Mobli H., Abrinia K., Sharifi A. A review of principle and sun-tracking methods for maximizing solar systems output. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2009. Vol. 13, No. 8. P. 1800–1818.

Abstract. *This paper investigates the impact of a solar tracker on the energy balance of an autonomous photovoltaic power plant. It examines the specifics of photovoltaic module orientation and its influence on solar irradiance levels, electricity generation, and battery charging modes. A comparison is made between the operation of a photovoltaic plant with stationary module placement and one utilizing a solar tracker. It is demonstrated that maximizing solar energy utilization improves the energy balance and creates opportunities for optimizing the autonomous system's operation.*

Keywords: *solar tracker, photovoltaic modules, solar energy, energy balance, optimization, electricity generation.*

Науковий керівник:

Мардзявко В.А.

асистент

Миколаївський національний аграрний університет

УДК 621.3

ДІАГНОСТИКА ТА ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЗМІВ СТАРІННЯ СПЕ-ІЗОЛЯЦІЇ СИЛОВИХ КАБЕЛІВ

Євгеній ЯКОВЛЄВ

Здобувач вищої освіти спеціальності 141 електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв, Україна

Анотація. *Розглянуто основні математичні залежності, що використовуються для ознайомлення з діагностуванням старіння ізоляції силових кабелів із зшитого поліетилену (СПЕ). Наведено формули для оцінювання температурного та електричного впливу, накопичення пошкоджень ізоляції та прогнозування її залишкового ресурсу. Показано*