

ВПЛИВ ДЕГРАДАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ НА ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі проаналізовано технічний стан та умови експлуатації фотоелектричних модулів. З огляду на вагомому частку ФЕС у балансі електроенергетичних систем, обґрунтовано необхідність визначення можливих обсягів і погодинних графіків генерації електроенергії. В умовах функціонування ринку електроенергії виробники зобов'язані дотримуватися погоджених графіків відпуску, а відхилення призводять до фінансових санкцій.

Метою роботи є оцінка ефективності фотоелектричних модулів з розвиненим дефектом градієнта температур у балансуванні потужності та електроенергії локальних електроенергетичних систем.

Ключові слова: балансування електроенергетичної системи, фотоелектричний модуль, градієнт температур, вольт-амперна характеристика.

Abstract

The paper analyzes the technical condition and operating conditions of photovoltaic modules. Given the significant share of photovoltaic power plants in the balance of electric power systems, the need to determine possible volumes and hourly schedules of electricity generation is justified. In the conditions of the functioning of the electricity market, producers are obliged to adhere to the agreed release schedules, and deviations lead to financial sanctions.

The purpose of the study is to assess the efficiency of photovoltaic modules with a developed temperature gradient defect in balancing the power and electricity of local electric power systems.

Keywords: balancing of the electric power system, photovoltaic module, temperature gradient, current-voltage characteristic.

Вступ

На сьогодні відновлювані джерела енергії, в тому числі ФЕС, займають чільне місце в балансі потужності та електроенергії електроенергетичних систем (ЕЕС). Через нестабільність їх генерування виникають проблеми з балансуванням потужності та електроенергії в ЕЕС. На нестабільність вироблення електроенергії ФЕС впливають як метеорологічні умови, так і технічний стан їх обладнання. Особливо гостро проблема нестійкого генерування ФЕС проявляється тоді, коли вони вимушені працювати з ЕЕС згідно прогнозованого на наступну добу погодинного графіка генерування, який відповідним чином затверджується [1, 2].

В процесі експлуатації ФЕС через деградацію ФЕМ зменшується коефіцієнт корисної дії, від якого залежить її поточне генерування електроенергії і, відповідно, її фактичний графік генерування. Якщо під час визначення прогнозу генерування ФЕС за цей же час не враховується деградація її ФЕМ, то це збільшує похибку в балансуванні електроенергії, яка визначається як [2].

Метою є розробка алгоритму оцінювання впливу деградації ФЕМ на точність прогнозування графіка генерування в процесі балансування потужності та електроенергії в ЕЕС.

Результати дослідження

Для прогнозування погодинного графіка використовується вираз (1) в наступному вигляді:

$$\eta(t) = \frac{P_m(t)}{I(t)S \cos \theta}, \quad (1)$$

де $P_m(t)$, $I(t)$ – погодинні значення відповідно потужності та інтенсивності сонячної радіації.

Ця залежність, за своєю структурою, дає три основні напрямки вдосконалення фотоелектричних модулів, а саме: вивчення природи інтенсивності сонячного випромінювання, підвищення ефективності самого фотоелектричного модуля та підвищення ефективності установки (зменшення кута між напрямком падіння сонячного випромінювання та кутом, перпендикулярним до фотоелектричного модуля).

Оскільки фотоелектричний модуль за своєю конструкцією складається з послідовно з'єднаних фотоелектричних елементів то загальна напруга холостого ходу визначатиметься як їх сума. Як що деякі елементи нагріті більше, то сумарна напруга зменшуватиметься. Струм короткого замикання зазнає меншого впливу від напруги, але за наявності градієнту температур не всі елементи генерують однаково, гарячі елементи

створюють менші струми через локальні гарячі точки, як що частина модуля затінена вона може стати баластом як наслідок зниження струму всього модуля.

Як видно з (рис. 1) при зниженні температури фотоелектричного модуля (синя крива) за сталого значення сонячної інкапсуляції потужність в точці P_{mp} зростає і це є позитивним ефектом у визначенні ККД. Але при появі градієнту температури ми можемо звернути увагу на різке зниження потужності (червона крива).

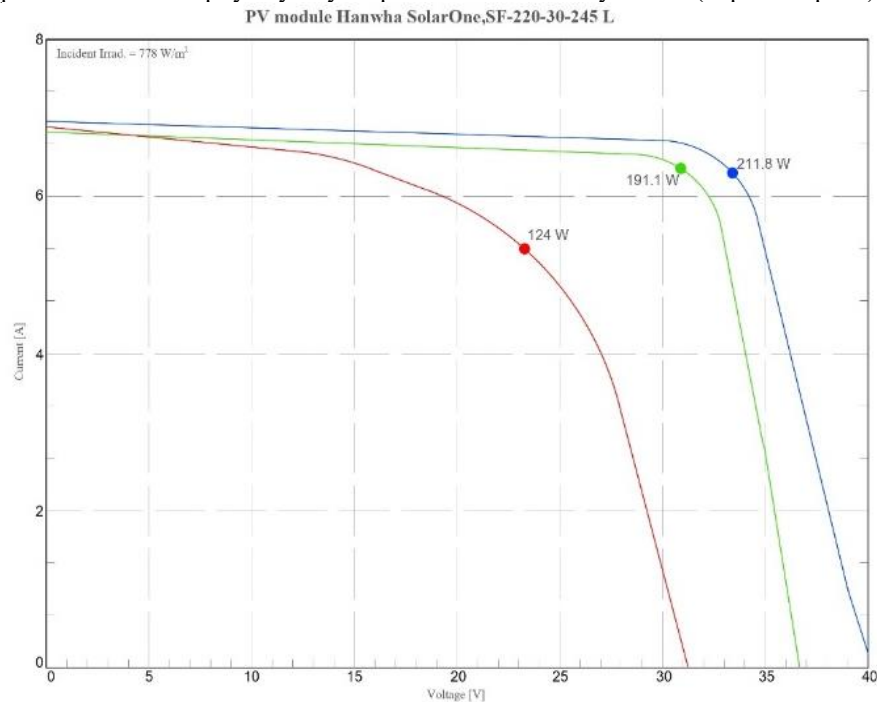


Рисунок 1 – ВАХ фотоелектричного модуля

Висновки

У задачах балансування локальних електроенергетичних систем із ВДЕ визначальними є не лише метеорологічні умови, а й технічний стан обладнання ФЕС, зокрема фотоелектричних панелей. Запровадження механізму компенсації небалансів посилює вимоги до стабільності генерації. Достовірне прогнозування виробітку ФЕС неможливе без оцінки їх технічного стану та врахування деградації модулів. Отже, своєчасна діагностика і заміна дефектних ФЕМ є критично важливими для надійної роботи станції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Комар В. О., Лежнюк П. Д., Лесько В. О., Гунько І. О., Смагло І. І. Програмно-апаратний комплекс діагностування технічного стану обладнання фотоелектричних станцій // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетика: надійність та енергоефективність. – № 2. – 2022. – С. 43–50. doi: 10.20998/2224-0349.2022.02.05
2. Gennadii Golub, Egidijus Blažauskas, Nataliya Tsyvenkova Determination of the Installation Efficiency of Vertical Stationary Photovoltaic Modules with a Double-Sided “East–West”-Oriented Solar Panel // *Appl. Sci.* **2025**, *15*(3), 1635; <https://doi.org/10.3390/app15031635>

Лежнюк Петро Дем'янович — д-р техн. наук, професор, професор кафедри електричних станцій та систем, e-mail: lezhpd@gmail.com

Луца Тетяна Олегівна — аспірант, кафедри електричних станцій та систем, ВНТУ e-mail: tanyastyskal@ukr.net

Lezhniuk Petro D. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Power Plants and Systems, e-mail: lezhpd@gmail.com

Lysa Tetyana Olehivna — postgraduate student, Department of Electrical Power Plants and Systems, VNTU e-mail: tanyastyskal@ukr.net