

ВПЛИВ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ НА РОБОТУ ФОТОВОЛЬТАЇЧНОЇ ПАНЕЛІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі запропоновано математичну модель для оцінки впливу таких метеорологічних параметрів як сонячна інсоляція, температура панелі та хмарність на струм, що генерується фотовольтаїчним елементом.

Ключові слова: фотовольтаїчний елемент, метеорологічні параметри, математична модель, струм генерування.

Abstract

The paper proposes a mathematical model for estimating the influence of meteorological parameters such as solar insolation, panel temperature and cloud current generated by a photovoltaic cell.

Keywords: photovoltaic cell, meteorological parameters, mathematical model, current generation.

Вступ

У зв'язку з тим, що розбудовуються нетрадиційні і відновлювані джерела енергії (ВДЕ) в розподільних електричних мережах, останні приймають ознаки локальних електричних систем (ЛЕС). Це значить, що стосовно до них виникають задачі, які є характерними для електроенергетичних систем з крупними тепловими, атомними і гідроелектростанціями. До них відносяться забезпечення надійності електропостачання споживачів, підтримка рівнів напруги в допустимих межах, оптимізація потоків потужності з метою зменшення втрат, а також підтримування балансової надійності в ЛЕС з комбінованим електроживленням від місцевих і централізованих джерел енергії [1-4].

Специфіка вироблення енергії відновлювальними джерелами вимагає врахування природної нестабільності генерування таких джерел. Особливу увагу необхідно приділити залежності режиму функціонування ВДЕ від природних умов. Тому, розроблення методів та засобів забезпечення балансової надійності в локальних електричних системах є актуальною науково-практичною задачею.

Метою роботи є дослідження впливу метеорологічних параметрів, зокрема таких як сонячної інсоляції, температури та хмарності на струм генерування фотовольтаїчного елемента.

Математична модель елемента фотовольтаїчної станції

Модель електричної схеми типового фотовольтаїчного елемента показана на рис.1.

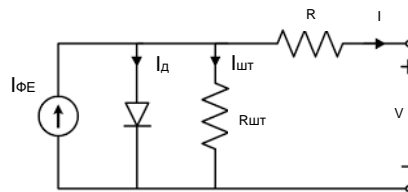


Рисунок 1 – Електрична схема фотовольтаїчного елемента

Фотовольтаїчний елемент складається з джерела струму, з'єднаного паралельно з одним діодом та послідовно з опором. Вихідний струм I визначається з кола, з використанням закону Кірхгофа:

$$I = I_{\Phi E} - I_{\Delta} - I_{шт}, \quad (1)$$

де $I_{\Phi E}$ – індукований фотоелектричний струм, $I_{шт}$ – шунтовий струм, I_{Δ} – струм в діоді (ф. 2).

Зворотній струм насичення діода, визначається як:

$$I_0 = I_{3H} \left(\frac{T^3}{T_0^3} \right) \exp \left[-\frac{q \cdot E_3}{n \cdot k} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_{nom}} \right) \right], \quad (2)$$

де I_{3H} – опорний струм насичення діода, E_3 – ширина забороненої зони кремнієвої комірки (1,10eВ), q – заряд електрона, $1,6 \times 10^{-19}$ Кл.

Також функціональну залежність генерованого струму можемо визначити як:

$$I = I_{\Phi E} - I_0 \left| \exp \left(\frac{V}{n \cdot V_T} \right) - 1 \right| - \frac{V + IR}{R_{um}}, \quad (3)$$

де $I_{\Phi E}$ – струм фотоелемента залежить від сонячної інсоляції та температури панелі.

У свою чергу $I_{\Phi E}$ визначається як:

$$I_{\Phi E} = [I_{K3} + k(T_{nom} - T_0)] \frac{G}{G_0} \quad (4)$$

де I_{K3} – струм короткого замикання в фотоелементі, G_0 – базова інсоляція, яку приймаємо як 1000 Вт/м², k – температурний коефіцієнт короткого замикання панелі, G – сонячна інсоляція у Вт/м², T_{nom} – поточне значення температури сонячної панелі, T_0 – базова температура, яку приймаємо 25 °С.

Вище отримані залежності дозволили сформувати комплексну функціональну модель для розрахунку генерованого струму фотовольтаїчного елемента:

$$I = [I_{K3} + K(T_{nom} - T_0)] \frac{G}{G_0} - I_0 \left(\frac{T^3}{T_0^3} \right) \exp \left[-\frac{qE_3}{n \cdot K} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T_{nom}} \right) \right]. \quad (5)$$

Аналіз даного рівняння засвідчує, що такі фактори, як сонячне випромінювання, температура та хмарність, є ключовими параметрами, що визначають вихідний фотовольтаїчного елемента в будь-який момент часу. Ці параметри постійно змінюються внаслідок зміни погоди, а отже вихідний струм комірки буде коливатися.

Висновки

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що на струм генерування фотовольтаїчних елементів впливають ряд метеорологічних показників, серед яких основними є температура, сонячна інсоляція та хмарність. Математична модель дозволяє оцінити вплив кожного на струм генерування таких елементів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лежнюк П. Д. Відновлювальні джерела електроенергії в електричних мережах як елемент енергоефективного електроспоживання. / П.Д. Лежнюк, С.В. Кравчук, І.В. Котилко // Міжнародний науково-технічний журнал Світлотехніка та Електроенергетика. Технічні науки – 2019. – №3 (56). – С. 99-107
2. Лежнюк П.Д. Оптимізація режимів електричних мереж з відновлюваними джерелами електроенергії: монографія / П.Д. Лежнюк, О.Є. Рубаненко, І.О. Гунько – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 164 с. – ISBN 978-966-641-717-9.
3. Lezhnuk P. Optimal management of small hydroelectric plants power generation in local electrical systems // Petro Lezhnuk, Iryna Hunko, Olexander Rubanenko / DSMIE 2018: [Advances in Design, Simulation and Manufacturing](#) – P. 289-298. – ISBN 978-3-319-93587-4. – doi: 10.1007/978-3-319-93587-4_306. Tenbohlen, S. Diagnostic measurements for power transformers / Tenbohlen, S., Coenen, S., Djamali, M., Müller, A., Samimi, M.H., & Siegel, M. // Energies. – 2016. – 9. – №. 5. – P. 347.
4. Рубаненко О. Є., Рубаненко О. О., Гунько І. О. Дослідження системи моніторингу параметрів режиму роботи сонячної панелі. Збірник наукових праць ВНАУ: Серія техніка, енергетика, транспорт АПК. 2018. № 1. С. 91 – 98.
5. Afolabi Gbenga, Orovwode Hope, Abdulkareem Ademola, Adoghe Anthony and Matthew Simeon, The Influence of Meteorological Features on the Performance Characteristics of Solar Photovoltaic Storage System, *J. Phys.: Conf. Ser.* 1378 032088, 2019.

Крот Людмила Русланівна – студентка групи ЕСМ-19м, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця e-mail: ludakrot477@gmail.com

Гунько Ірина Олександрівна – к.т.н., ст. викл. кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Krot Lyudmyla Ruslanovna – student group ESM-15m, student of the Chair of of Electric Stations and System, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ludakrot477@gmail.com

Hunko Iryna Oleksandrivna – Ph.D., Senior Lecturer of the Chair of of Electric Stations and System, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : iryna_hunko@ukr.net