

АНАЛІЗ ДЕГРАДАЦІЇ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ В БАЛАНСІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Все більше досліджень аналізують дані довгострокового моніторингу, щоб визначити темпи деградації. Аналіз даних довгострокового моніторингу дає уявлення про продуктивність фотоелектричних установок з плином часу, але виявляється чутливим до невизначеностей, особливо тих, що пов'язані з вимірюванням опромінення за допомогою кремнієвих еталонних елементів. Аналіз прикладів показує, що фотоелектричні системи з кристалічного кремнію, які працюють протягом 8+ років, мають тем деградації – 0,5% на рік або менше.

Ключові слова: фотоелектричний модуль, фактор заповнення, деградація, потенційно індукована деградація.

Abstract

A growing number of studies are analyzing long-term monitoring data to determine degradation rates. Analysis of long-term monitoring data provides insight into the performance of photovoltaic installations over time, but is sensitive to uncertainties, especially those associated with measuring irradiance using silicon reference elements. Case studies show that crystalline silicon photovoltaic systems operating for 8+ years have degradation rates of 0.5% per year or less.

Keywords: photovoltaic module, fill factor, degradation, potentially induced degradation.

Вступ

Ринок фотоелектричної енергії (PV) стрімко розвивався протягом останніх 15 років і швидко перетворювався на міжнародний ринок із підвищеним попитом на надійність та продуктивність[1]. Проте ефективність роботи сонячних панелей поступово знижується через природні процеси деградації. Деградація буде відрізнятися від комірки до комірки, модуля до модуля тощо, отже, корисніше говорити про популяцію модулів, що деградує, ніж про деградацію всієї системи. Більшість причин втрати продуктивності можна пов'язати з корпусом модуля, але не можна виключити деградацію напівпровідникового пристрою.

Результати дослідження

Потенційно індукована деградація (PID) може знизити ефективність фотоелектричного модуля. Фактори, що сприяють цьому можна розділити на три наступні області: навколишнє середовище, матеріал і дизайн системи. Важливо зазначити, що ці фактори впливають на кожен модуль та вважаються такими, що найбільше впливають на PID. Двома основними характеристиками навколишнього середовища, які впливають на те, скільки струму витоку буде проходити через модуль, є вологість і температура. Оскільки фотоелектрична система піддається впливу вищих рівнів відносної вологості, водяна пара проникає в систему та робить її більш провідною. Іони натрію можуть легше рухатися всередині матеріалу, і більше позитивного заряду накопичується на верхній частині сонячної батареї. Як наслідок, посилюється струм витоку та збільшується PID (таблиця 1). Таблиця 1.

Технічні характеристики сонячних фотоелектричних модулів

2015				2016				Деградація
Т (°C)	Сонячне опромінення	ККД	Дата	Т (°C)	Сонячне опромінення	ККД	Дата	
38.5	448,5	10.17	01-09-2015	38.5	458.2	10,074	02-09-2016	0,944
31.9	210	10.61	03-09-2015	31.92	213.9	10.55	03-09-2016	0,566
37.16	520.8	10.17	04-09-2016	37.19	515	10.1	04-09-2016	0,688
42.25	751	9,965	06-09-2015	42.22	642	9.91	08-09-2016	0,552
45.1	492.4	9,76	07-09-2015	45.6	490	9,69	15-09-2016	0,717
41.27	415.7	10	08-09-2015	41.21	429	9,93	08-09-2016	0,700
40,65	795,5	10,038	11-09-2015	40,61	724,5	9,96	19-09-2016	0,777

продовження таблиці 1

36,84	200,8	10,088	20-09-2015	36,8	184	10	25-09-2016	0,872
32,5	518	10	12-09-2015	31,7	525	9,92	10-09-2016	0,8
36,2	558	10,35	15-09-2015	36,8	565	10,28	17-09-2016	0,676
34,6	521	10,2	18-09-2015	34,1	531	10,11	20-09-2016	0,882
40,2	680	10,8	23-09-2015	40,6	665	10,72	12-09-2016	0,741

Значення ККД визначається за формулою (1):

$$\eta = \eta_{25} - \frac{0,45 \cdot \Delta T \cdot \eta_{25}}{100} \quad (1)$$

де η_{25} ККД при температурі 25 °С

ΔT – різниця фактичної температурою середовища та 25 °С

Висновок

Ефективність панелі також залежить від забруднення, твердих частинок (РМ), накопичених на поверхні; ефективність, як правило, знижується на 17% - 25% щорічно (рис. 1а).

Швидкість деградації коливається від 0,55 до 0,95 відсотка на рік (рис. 1б).

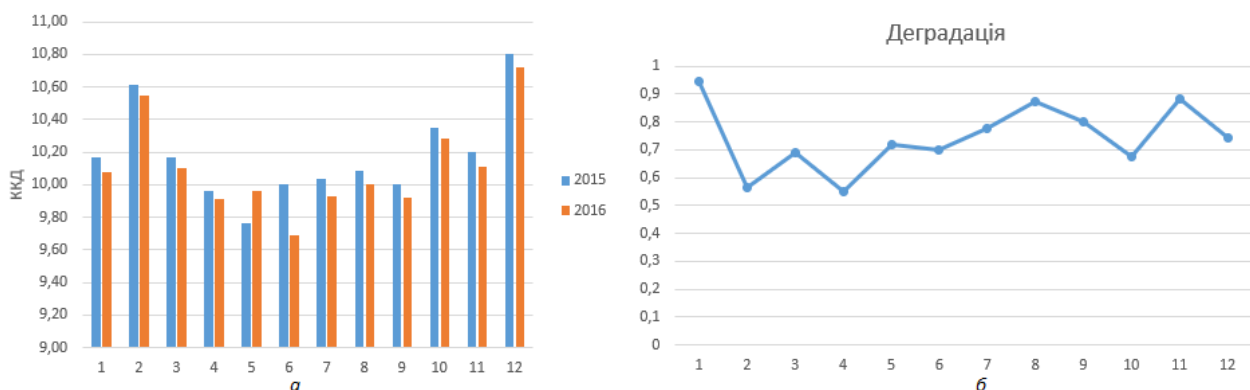


Рисунок 1 . Графічне представлення ККД та деградації ФЕМ за 2015 та 2016 роки.

Результати цього аналізу:

1. У вересні 2016 року мінімальна ефективність відповідає сонячному опроміненню 490 Вт/м² і температурі 45,6°С. Максимальна ефективність становить 10,72%, що відповідає сонячному випромінюванню 665 Вт/м² і температурі 40,6°С.

2. У вересні 2015 року ефективність варіюється від 9,76% до 10,8%, що відповідає різним значенням освітленості та температури.

3. З розрахунку ефективності панелей; було показано, що ефективність панелі знижується зі збільшенням терміну служби панелі.

4. Ефективність панелі також залежить від забруднення, твердих частинок, накопичених на поверхні; Ефективність загалом знижується на 17% - 25% щорічно через забруднюючі речовини та РМ.

5. Швидкість деградації коливається від 0,55 до 0,95 відсотка на рік.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Limmanee, A., Songtrai, S., Udomdachanut, N., Kaewniyompanit, S., Sato, Y., Nakaishi, M., Kittisontirak, S., Sriprapha, K. and Sakamoto, Y. (2017) Degradation Analysis of Photovoltaic Modules under Tropical Climatic Conditions and Its Impacts on LCOE. Renewable Energy , 102, 199-204. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.10.052/>
2. Bouraiou, A., Hamouda, M., Chaker, A., Mostefaoui, M., Lachtar, S., Sadok, M., Boutasseta, N., Othmani, M. and Issam, A. (2015) Analysis and Evaluation of the Impact of Climatic Conditions on the Photovoltaic Modules Performance in the Desert Environment. Energy Conversion and Management , 106, 1345-1355. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.10.073>

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

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