

DOI 10.36074/15.05.2020.v2.23

ВПЛИВ СОНЯЧНОЇ ІНСОЛЯЦІЇ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГІБРИДНОЇ СОНЯЧНОЇ ПАНЕЛІ З ЦИЛІНДРИЧНИМИ ФОТОМОДУЛЯМИ

ORCID ID: 0000-0001-7991-0311

Галько Сергій Віталійович

канд. техн. наук, доцент, керівник

Навчально-наукового інституту загальноуніверситетської підготовки
Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

УКРАЇНА

Галько Катерина Сергіївна

магістрант

Ягеллонський університет

РЕСПУБЛІКА ПОЛЬЩА

Вступ. Для задоволення попиту на електроенергію, який постійно зростає у всьому світі, є розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Одним з ключових рішень цього питання є розвиток нових технологій перетворення сонячної енергії, яка є найбільш ефективним, чистим, дешевим і вічним джерелом енергії, за допомогою якого можна подолати залежність суспільства від звичайних видів палива та ресурсів [1].

За існуючих темпів нарощування встановленої потужності сонячних фотоелектричних станцій (СФС) в Україні вже до 2030 року їх сумарна потужність досягне 8,5 ГВт. Одним з варіантів збереження існуючих темпів приросту потужності фотоенергетики в Україні є розвиток та популяризація автономних систем електроспоживання [2]. Тому, підвищення ефективності СФС, є актуальною задачею, рішення якої дозволить покращити техніко-економічні характеристики сонячного енергетичного обладнання, оптимізувати його енергетичні характеристики і режими роботи з врахуванням навантаження і енергії сонячного випромінювання. Ефективність використання сонячної енергії значно залежить від того, наскільки точно при проектних розробках були враховані закономірності зміни сонячної радіації у місці передбачуваної експлуатації СФС [3].

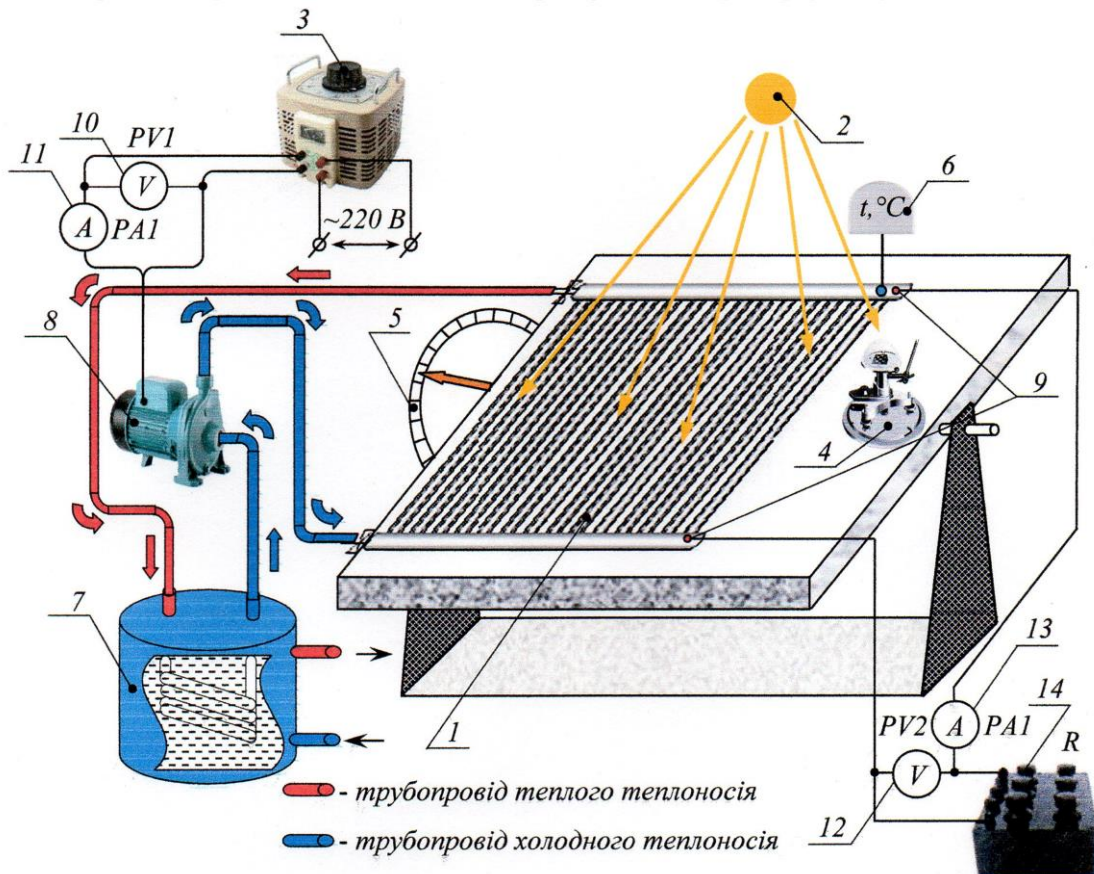
Відомо, що при збільшенні питомої потужності сонячного випромінювання, збільшується нагрівання поверхні фотоелектричного перетворювача (ФЕП) фотоелектричної панелі, що приводить до зниження її коефіцієнта корисної дії (ККД). У літній сонячний день температура ФЕП може досягати 70-80 °С. Це протиріччя може бути вирішено шляхом відводу теплоти від ФЕП, що приведе до отримання додаткової теплової енергії, яку можна спрямувати на технологічні потреби. Аналіз експлуатації традиційних сонячних панелей показав, що на практиці це поки не використовується, так як недостатньо досліджені не тільки пристрої відводу теплоти від ФЕП, але і відсутні науково-обґрунтовані залежності ККД ФЕП від температури і характеристик сонячного інсоляції [4,5]. У роботах [5,6] досліджено вплив температури на енергетичні характеристики традиційних плоских сонячних панелей, що не охолоджуються, у різних умовах експлуатації, а також використані найбільш розповсюджені і надійні моделі, які дозволяють визначити температуру поверхні сонячної панелі

в залежності від температури оточуючого середовища. Методика дослідження електрофізичних і енергетичних характеристик сонячної панелі приведена у [7].

Мета роботи – дослідження експлуатаційних характеристик гібридної сонячної фотоелектричної панелі (ГСФП) на основі циліндричних когенераційних фотоелектричних модулів (ФЕМ), що охолоджуються.

Основні матеріали дослідження. Експлуатаційні характеристики ГСФП – найважливіші параметри, оцінюючи які, можна зробити обґрунтований вибір про перспективність використання панелі для створення СФС з необхідним значенням вихідної електричної потужності. До цих параметрів відносяться: максимальна електрична потужність $P_{ГСФП\ max}$, що генерується ГСФП, максимальні струм $I_{ГСФП\ max}$ і напруга $U_{ГСФП\ max}$ ГСФП, опір навантаження R_{max} , ККД тощо.

З метою підвищення ККД ГСФС, нами запропоновано замість плоских сонячних панелей використовувати гібридні панелі на основі когенераційних ФЕМ циліндричної форми, що охолоджуються рідиною. Це відкриває можливість створення ГСФП для одночасного отримання електричної і теплової енергії [8]. Для дослідження і отримання експлуатаційних характеристик ГСФП на основі циліндричних когенераційних ФЕМ, розроблена експериментальна установка, схема якої наведена на рис. 1.



1 – ГСФП; 2 – Сонце; 3 – ЛАТР; 4 – піранометр; 5 – система зміни кута нахилу ГСФП; 6 – датчик температури; 7 – тепловий акумулятор системи охолодження; 8 – циркуляційний насос; 9 – вихідні клеми ГСФП; 10, 12 – вольтметри; 11, 13 – амперметри; 14 – навантаження

Рис. 1. Схема експериментальної установки для дослідження ГСФП на основі циліндричних когенераційних ФЕМ

Основу експериментальної установки складає стіл з системою зміни кута нахилу поверхні (5), на якій нерухомо закріплений ГСФП (1), що досліджується.

Для вимірювання інтенсивності сонячної інсоляції використовується піранометр термоелектричний М-80М (4) з гальванометром ГСА-1 (на рис. 1 непоказаний), який закріплений на поворотній поверхні установки. При повороті дошки змінюється кут опромінення ГСФП (1) і піранометра одночасно.

Для вимірювання температури нагрівання ФЕП використовується термоперетворювач опору (6) типу ТЭРА-ТСМ-2-8-100М-В-3-2000-МЭ(-50...180), який закріплений на його поверхні.

Для дослідження експлуатаційних характеристик ГСФП, використовується замкнена система охолодження. Система охолодження складається з трубопроводів, циркуляційного однофазного насосу (8) типу Aquatica 775224 потужністю 1,1 кВт і подачею 220 л/хв та теплового акумулятора (7) об'ємом 200 л. Температуру ФЕП гібридного ФЕМ регулюють подачею теплоносія шляхом регулювання швидкості обертання насосу (8), яка змінюється величиною напруги, що подається на насос. Регулювання напруги живлення насосу виконується лабораторним автотрансформатором (3) змінної напруги (ЛАТР) типу TDGC2-2К з номінальною потужністю 2 кВт і номінальним струмом 8 А. В якості теплоносія системи охолодження використовується антифриз. В тепловий акумулятор подається звичайна водопровідна вода.

Для регулювання навантаження ГСФП, до її вихідних клем підключений магазин опорів Р33 (14). Для вимірювання напруги живлення насосу і струму, що ним споживається, а також вихідної напруги ГСФП і струму навантаження, використовуються мультиметри DT830(832).

В ГСФП використовується 14 ФЕМ, ФЕП яких з'єднані паралельно. Будова ФЕМ наведені у [8]. Геометричні розміри ГСФП такі: $h = 1,7$ м, $l = 1$ м, площа $S = 1,7$ м². Для виготовлення ФЕМ використані трубки з боросилікатного скла марки Т-300С з такими параметрами: зовнішня трубка – $D_1 = 50$ мм, товщина стінки $\Delta = 2,5$ мм, $D_2 = 45$ мм; внутрішня трубка – $d_1 = 30$ мм, товщина стінки $\Delta = 2,5$ мм, $d_2 = 25$ мм; довжина трубок $h_1 = 1500$ мм. Для отримання максимального ККД ГСФП, вона встановлена на поверхні, яка пофарбована білою глянцевою фарбою, що має коефіцієнт відбиття близько 0,95-0,97.

Дослідження експлуатаційних характеристик ГСФП проводилося 8.04.2020 р. у м. Мелітополь Запорізької області в одному з приватних помешкань, який має такі географічні координати: 46°50' північної широти і 35°22' східної довготи. Тривалість дня – 13 год. 14 хв., схід – 6 год. 3 хв., захід – 19 год. 17 хв. Ультрафіолетовий індекс – помірний.

Для отримання максимальної потужності від ГСФП необхідно щоб його площина була завжди перпендикулярною до сонячних променів. Встановлюємо експериментальну установку на горизонтальній поверхні, у місці, щоб у продовж світлої частини доби на ГСФП не падала тінь, під кутом 46° і отримуємо максимальну питому потужність сонячного випромінювання, вимірюючи її кожні 2 години.

Експлуатаційні характеристики ГСФП досліджувалися при постійній температурі ФЕП, яку підтримували 50°C, регулюванням подачі теплоносія насосом. Значення температури 50°C обґрунтовано у [4]. Досліди проводилися при фіксованій щільності питомої потужності p о 7⁰⁰ год. ($p = 170$ Вт/м²), 9⁰⁰ год. ($p = 450$ Вт/м²), 11⁰⁰ год. ($p = 700$ Вт/м²) і 13⁰⁰ год. ($p = 825$ Вт/м²).

Максимальна потужність, що генерує ГСФП, $P_{ГСФП \max}$ при фіксованій щільності питомої потужності p визначалася за виразом:

$$P_{ГСФП \max} = U_{ГСФП \max} I_{ГСФП \max} \quad (1)$$

ККД ГСФП дорівнює:

$$\eta_{\text{ГСФП}} = \frac{P_{\text{ГСФП max}}}{p} 100\%. \quad (2)$$

Максимальна потужність ГСФП при фіксованій щільності питомої потужності сонячного опромінювання, визначалася шляхом регулювання опору навантаження R_{max} , якому відповідають $U_{\text{ГСФП max}}$ та $I_{\text{ГСФП max}}$. $P_{\text{ГСФП max}}$ при фіксованій щільності питомої потужності сонячного випромінювання 825 Вт/м^2 становить 381 Вт при вихідних напрузі $U_{\text{ГСФП max}} = 34 \text{ В}$ і струмі $I_{\text{ГСФП max}} = 11,2 \text{ А}$.

Експлуатаційні характеристики ГСФП при температурі ФЕП 50°C , наведені на рис.2. Аналіз рис. 2 показує, що при збільшенні питомої потужності сонячного опромінювання p у 5 разів, максимальні струм, напруга і потужність, що генеруються ГСФП, зростають не пропорційно, а відповідно у 3 рази, 1,3 раз і 4 рази, але ККД панелі $\eta_{\text{ГСФП}}$ знижується майже у 1,2 рази. Тобто, питома потужність сонячного опромінювання значно впливає на електрофізичні і енергетичні характеристики сонячної панелі, а особливо на максимальні струм і потужність, і повільніше - на максимальну напругу і ККД.

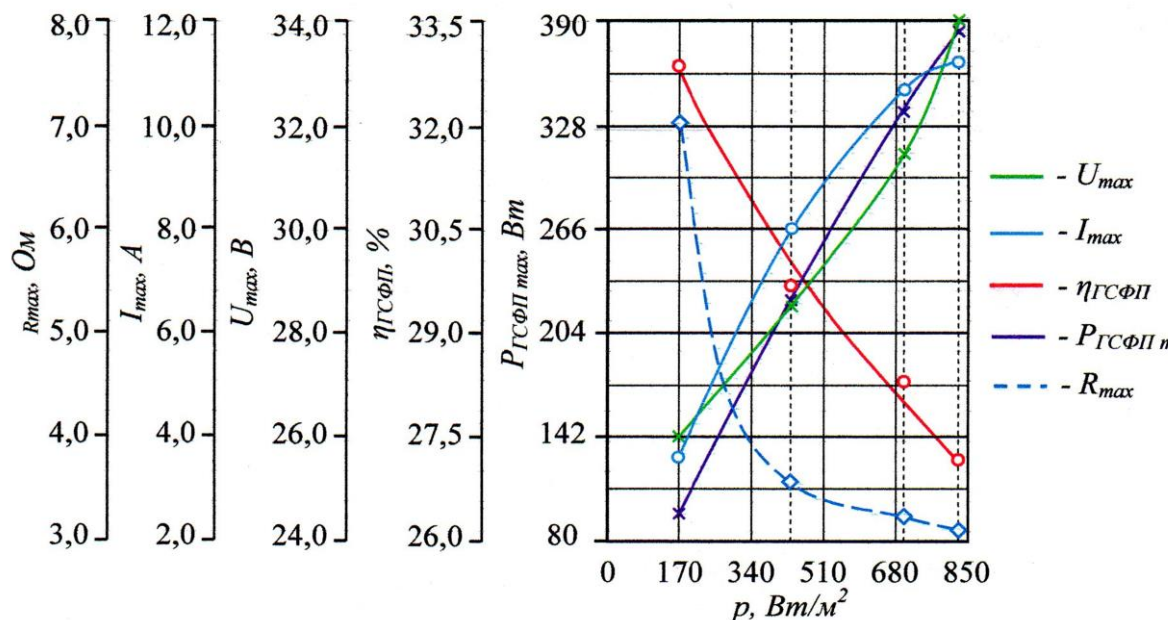


Рис. 2. Експлуатаційні характеристики ГСФП з циліндричними когенераційними ФЕМ при температурі ФЕП 50°C

Висновки. У статті досліджено експлуатаційні характеристики ГСФП для отримання електричної і теплової енергії, яка виготовлена з циліндричних когенераційних ФЕМ, що охолоджуються рідиною. За результатами досліджень можна зробити такі висновки: при температурі ФЕП 50°C та при збільшенні питомої потужності сонячного опромінювання у 5 разів, максимальні струм, напруга і потужність, що генеруються ГСФП, зростають не пропорційно, а відповідно у 3 рази, 1,3 раз і 4 рази, але ККД панелі $\eta_{\text{ГСФП}}$ знижується майже у 1,2 рази. Тобто, питома потужність сонячного опромінювання значно впливає на експлуатаційні характеристики сонячної панелі, а особливо на максимальні струм і потужність, і повільніше - на максимальну напругу і ККД.

Список використаних джерел:

- [1] Ciriminna, R., Meneguzzo, F., Pecoraino, M. & Pagliaro, M. (2016). Rethinking solar energy education on the dawn of the solar economy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (63), 13-18. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.008>.

- [2] Галько, С. В., Жарков, В. Я. & Жарков, А. В. (2019). *Технології та засоби перетворення відновлюваних джерел енергії для приватних домогосподарств*. Мелітополь: Люкс. ISBN 978-617-7218-62-2.
- [3] Twidell, J. & Weir, T. (2006). *Renewable Energy Resources*. London & New York: Taylor & Francis.
- [4] Галько, С. В. Експериментальне дослідження і визначення параметрів когенераційного фотоелектричного модуля для гібридних сонячних електростанцій. *Традиційні та інноваційні підходи до наукових досліджень: матеріали Міжнародної наукової конференції*. (Т. 1, с. 83-90). 10 квітня, 2020, Луцьк, Україна: МЦНД. <https://doi.org/10.36074/10.04.2020.v1.10>.
- [5] Вин, Й. & Виссарионов, В. И. (2012). Исследование влияния температуры на характеристики фотоэлектрических преобразователей. *Научно-техническое творчество молодежи – путь к обществу, основанному на знаниях* (с. 486-488). Москва: ВВЦ.
- [6] Джумаев, А. Я. Анализ влияния температуры на рабочий режим фотоэлектрической солнечной станции. *Технические науки – от теории к практике: материалы XLVI Междунар. науч.-практ. конф.* (№ 5 (42)). 27 мая, 2015, Новосибирск: СибАК. Вилучено із <http://sibac.info>.
- [7] Какурина, Н. А., Какурин, Ю. Б., Курсай, Д. Е. & Осипов, Н. А. (2016). Исследование электрофизических характеристик солнечной панели с помощью компьютеризированного измерительного стенда. *Инженерный вестник Дона*, (3). Вилучено із http://idvon.ru/uploads/article/pdf/IVD_37_kakurin_kakurina.pdf_e3a16aeaf8.pdf.
- [8] Галько, С. В. (2019). Використання когенераційних фотоелектричних модулів для зарядки електромобілів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*, 19(3), 130-141. <https://doi.org/10.31388/2078-0877-19-3-130-141>.

DOI 10.36074/15.05.2020.v2.24

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОВЕДІНКИ КОРИСТУВАЧІВ У WEB СИСТЕМАХ

Доротенко Олександр Вадимович
здобувач магістерського ступеня факультету комп'ютерних наук
Харківський національний університет радіоелектроніки

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:

Лановий О.Ф.
канд. тех. наук, доцент, доцент кафедри програмної інженерії
Харківський національний університет радіоелектроніки

УКРАЇНА

Всесвітня мережа (WWW) представляє багато комерційних можливостей, даючи користувачам інформацію для придбання товарів та або послуг. Відстеження поведінки або тенденцій користувачів дозволяє прогнозувати майбутні дії користувачів та можуть забезпечити більше можливостей для отримання користувачем актуальної для нього інформації.

Розуміння поведінки користувачів в Інтернеті викликає все більший інтерес для наукових дослідників у різних сферах. Традиційно, в галузі маркетингу, комерційні дослідницькі компанії вивчають поведінку споживачів, щоб зрозуміти, коли і де клієнти вирішують купувати продукцію. З цією метою веб-метрики окремих веб-сайтів служать докладним джерелом інформації про те, коли, як, якими розділами цікавиться користувач.

Прогнозування наміру користувача щодо певного продукту чи категорії продуктів на основі взаємодії в межах веб-сайту має вирішальне значення для