

Кам'янець-Подільський фаховий коледж будівництва, архітектури та дизайну

м. Кам'янець – Подільський, Україна

СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА ЯК КОМПОНЕНТ СУЧАСНИХ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ЕНЕРГОСИСТЕМ

У світі спостерігається впевнене зростання інтересу до відновлюваних джерел енергії, що зумовлює трансформацію структури енергетичного сектора. Однією з найбільш динамічних галузей є сонячна енергетика, яка демонструє стабільне збільшення встановлених потужностей у різних країнах світу. Сучасні сонячні електростанції (СЕС) представлені як автономними системами, так і комплексами, що інтегруються до загальнодержавної або локальної промислової мережі. Їхня потужність варіюється від кількох кіловат до сотень мегават, що дає змогу реалізовувати як побутові, так і великомасштабні проекти генерації електроенергії.

Основною перевагою сонячної енергетики є її екологічність: процес генерації не супроводжується викидами шкідливих речовин, шумом чи використанням води. Додатковими перевагами є модульність, низькі витрати на експлуатацію та можливість використання в регіонах із різними кліматичними умовами. Швидкому поширенню СЕС сприяє також зниження вартості обладнання, зокрема сонячних модулів, інверторів і систем зберігання енергії. Поступово зменшується собівартість виробництва електроенергії з фотоелектричних джерел, що наближає їх до економічно конкурентного рівня порівняно з традиційними ТЕС.

Попри очевидні переваги, розвиток сонячної енергетики супроводжується низкою викликів. Серед них — низький середній коефіцієнт корисної дії промислових фотоелементів, що наразі в більшості випадків не перевищує 16–20 %, а також висока вартість вихідної сировини — монокристалічного кремнію, виробництво якого вимагає енергоємних технологій. Дефіцит кремнієвих матеріалів є глобальною проблемою, адже обсяги виробництва поки що не здатні повністю забезпечити зростаючий попит на сонячні панелі. Разом із цим спостерігається активна модернізація фотоелектричних матеріалів, перехід до

тонкоплівкових і перовськітних структур, що потенційно можуть подолати технологічні обмеження.

Окремим напрямом розвитку сонячної енергетики є термальні сонячні електростанції, зокрема установки з параболоциліндричними концентраторами або геліостатними баштами. Подібні об'єкти реалізовано в Іспанії, США, Китаї, Марокко, Алжирі та ряді інших країн. Вони демонструють ефективну роботу в умовах інтенсивного сонячного випромінювання та мають потенціал для нічної генерації завдяки використанню накопичувачів теплової енергії, зокрема розплавлених солей. Розвиток таких технологій є перспективним для посушливих регіонів з високим рівнем сонячної інсоляції.

На новому етапі розвитку енергетики особливої актуальності набуває інтеграція відновлюваних джерел, у тому числі СЕС, в інтелектуальні системи електропостачання — SmartGrid. Це дозволяє поєднувати децентралізовану генерацію з адаптивним розподілом електроенергії, враховуючи змінне навантаження, погодно-кліматичні умови та параметри мережі в реальному часі. У рамках таких систем важливу роль відіграють акумуляторні накопичувачі, а також силові активні фільтри, які забезпечують корекцію параметрів якості електроенергії.

Моделювання роботи SmartGrid з підключеними сонячними електростанціями малої потужності (у діапазоні 3–10 кВт) засвідчує, що впровадження активних фільтрів та оптимізація розподілу енергетичних потоків дозволяють суттєво знизити втрати та підвищити загальний ККД системи. У перспективі це забезпечує скорочення середньодобового споживання енергії з централізованої мережі до 70 % у літній період, зменшення втрат у шість разів та підвищення ефективності всієї системи електропостачання на понад 16 %. Таким чином, поєднання локальних сонячних електростанцій із накопичувачами та елементами інтелектуального управління відкриває нові можливості для оптимального використання енергії та розвитку низьковуглецевих технологій.

Розвиток сонячної енергетики в найближчі роки залежатиме не лише від технічного вдосконалення фотоелементів та зниження їх собівартості, а й від здатності інтегрувати генерацію в нову архітектуру енергосистем. Поєднання фотоелектричних технологій з термальними СЕС, зберіганням енергії та цифровими рішеннями в межах SmartGrid є ключем до стабільного й масштабованого переходу до відновлюваної енергетики.

Список використаної літератури

4. Kucher O., Mykhailova L., Pustova Z., Yermakov S., Mazur V. Management of the solar power development in households of Ukraine. Environment. Technology, Resources, vol. 1, "Vasil Levski" National Military University, Veliko Tarnovo, Bulgaria, 2024, pp. 222–226 <https://doi.org/10.17770/etr2024vol1.7964>
5. Єрмаков С., Потапський П., Олексійко С. Перспективи біоводню як екологічного біопалива другого покоління. Матеріали XXIII міжнародного науково-практичного форуму «Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій». 4–6 жовтня 2022 р. Львів 2022. С.489-492
6. Nowak Cz., Pustova Z., Nedilska U., Yermakov S. Agrobiomas as the energy potential of Ukraine. Сучасні проблеми ґрунтознавства в Україні і світі С.106-111
7. Єрмаков С., Потапський П., Олексійко С. Деякі аспекти розподілу витрат на етапах створення плантацій енергетичної верби Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції. Запоріжжя, 2024 - с.230-236
8. Єрмаков С., Семенишена Р., Дубік В., Потапський П., Дуганець В. Систематизація прийомів і методів підвищення ефективності викладання лекцій. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. Вип. 2. 2024 С.11-18 https://visnikkrnu.kdu.edu.ua/statti/2024_2_11.pdf
9. Бялковська О. А., Гук Я. В., Єрмаков С. В. Економічні механізми стимулювання використання альтернативних джерел енергії. Scientific research: modern challenges and future prospects. Proceedings of the 2nd International scientific and practical conference. MDPC Publishing. Munich, Germany. 2024. Pp. 309-315
10. Кучер О., Єрмаков С. Управління розвитком біоекономіки в Україні. Актуальні проблеми управління та адміністрування: теоретичні і практичні аспекти: зб. матеріалів IX Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції науковців та здобувачів вищої освіти, Кам'янець-Подільський : ЗВО «ПДУ», 2024. С.19-23
11. Єрмаков С.. Особливості спалювання торефікованої біомаси. Альтернативні джерела енергії в контексті розвитку “зеленої” економіки Матеріали 2-го Міжнародного круглого столу. Кам'янець-Подільський, 2023.