

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України
University of Natural Resources and Life Sciences Vienna (BOKU), Austria
Bialystok University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Environmental
Sciences, Department of HVAC Engineering
Sindh Madressatul Islam University, Karachi, Pakistan
Deutsche Gesellschaft Für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Gemeinde Filderstadt, Deutschland
Національний технологічний інститут, Делі
Муніципалітет м. Фільдерштадт, Німеччина
Сільськогосподарський коледж, Університет Волайта Содо
Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені
Ігоря Сікорського»
Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Сумський національний аграрний університет
Сумський державний університет
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Вінницький національний технічний університет
Запорізький національний університет
Національний університет кораблебудування імені Адмірала Макарова
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
ТОВ «НЬЮФІЛК НТЦ»
ПрАТ «Природні ресурси»
СП «Полтавська газонафтова компанія»
ТОВ «Системейр»
ТОВ «Інвертер Експерт»
ТОВ «Вентсервіс»
Енергоконсалтингова компанія «АЙТІКОН»
Компанія A-Clima

V Міжнародна науково-практична конференція «Екологія. Довкілля. Енергозбереження»



Полтава, НУПП, 19 грудня 2024 року

УДК 620.91

ТЕПЛОФОТОЕЛЕКТРИЧНІ ПАНЕЛІ: СУЧАСНИЙ ДОСВІД ТА МАЙБУТНІ МОЖЛИВОСТІ

*Євтушенко Е. О., аспірант, Кутний Б. А., д.т.н., професор,
Чернецька І. В., к.т.н., доцент*

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія
Кондратюка», м. Полтава, Україна*

Сучасний світ стикається з численними викликами, пов'язаними із забезпеченням енергетичної безпеки, скороченням викидів парникових газів та переходом до сталого розвитку. Питання підвищення енергоефективності та зменшення впливу на довкілля є однією з пріоритетних задач як на сучасному етапі розвитку економіки України, так і на довгострокову післявоєнну перспективу. Використання відновлювальних джерел енергії, зокрема Сонця, є одним із ключових напрямів вирішення цих проблем. З урахуванням того, що на територію України надходить 720 млрд. МВт·год сонячної енергії, яка еквівалентна 88400 млн тонн у.п. [1], розвиток геліотехнологій є дуже актуальним.

Традиційно розрізняють два основних типи обладнання для перетворення сонячної енергії: фотоелектричні панелі та теплові колектори [2]. Сонячні фотоелектричні батареї є відносно молодого розробкою. Їх почали використовувати з 1954 року для космічних технологій. Сонячні теплові колектори мають значно давнішу історію. Перший плоский колектор був виготовлений у 1767 році, пережив ріст популярності та забуття й вийшов на новий рівень розвитку після всесвітньої нафтової кризи 1973 року [3]. Вона ж стала суттєвим поштовхом і для розвитку фотовольтаїки, яку почали застосовувати для побутових та промислових потреб. За період свого розвитку геліоколектори та фотоелектричні панелі набували нових форм та особливостей, зберігаючи кращі властивості попередників, ставали дедалі легшими, компактнішими, ефективнішими, з'являлися нові різновиди. При цьому формувалися різні сфери їх застосування, оскільки кожен вид має притаманні йому переваги та недоліки. Оскільки сонячна енергетика є загалом відносно молодого та дуже динамічно розвивається, проведений аналіз показав, що єдиної чіткої класифікації геліосистем не існує, кожен автор вкладає своє бачення у висвітлення цього питання. На основі аналізу ряду літературних джерел, зокрема [1-5], пропонується узагальнена класифікація основних геліосистем, які сформувалися в процесі еволюції сонячної енергетики (рис. 1).

ГЕЛІОСИСТЕМИ

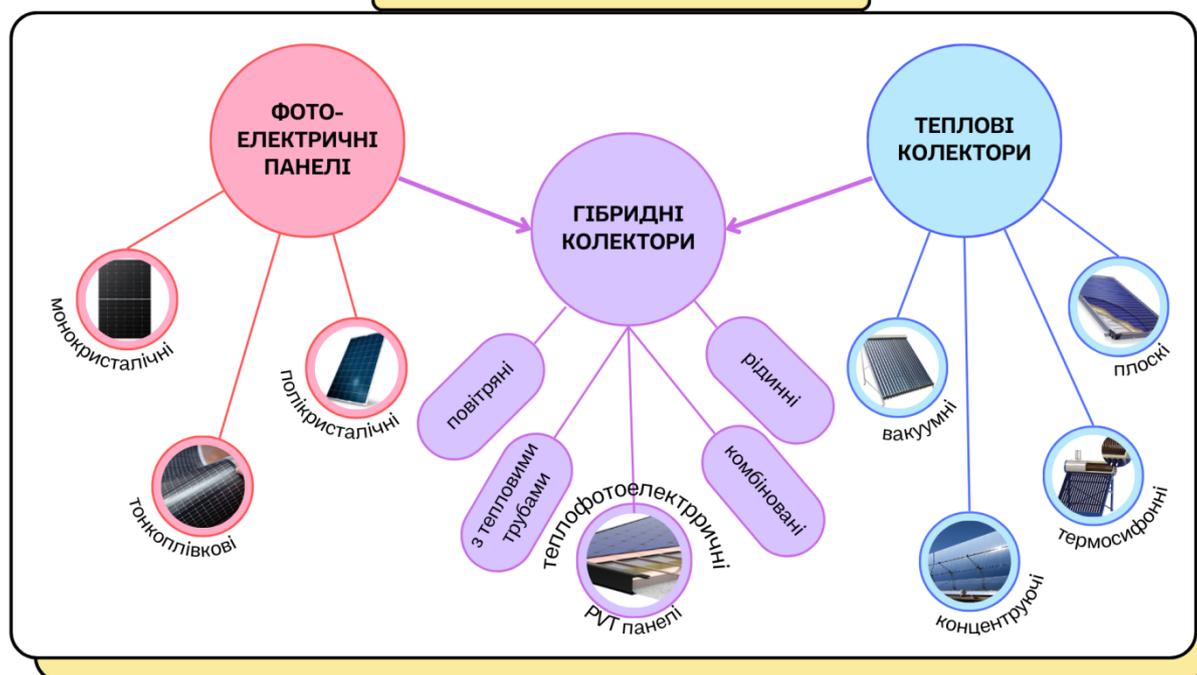


Рисунок 1 – Класифікація геліосистем

При цьому під геліосистемами розуміються установки, що перетворюють сонячну енергію в інший тип – електричну або теплову.

Серед фотоелектричних (PV) панелей беззаперечним лідером у плані ефективності та потужності є монокристалічні. Їх коефіцієнт корисної дії (ККД) становить 15-25%, що на 3-4% є вищим, ніж у полікристалічних. Втрата потужності при нагріванні також менша. Полікристалічні модулі дещо виграють в ціні, але з урахуванням швидшої деградації та потреби в більшій площі для генерації того ж рівня енергії в підсумку монокристалічні є економічно вигіднішими. Тонкоплівкові мають найменший рівень ККД (від 6 до 18% залежно від матеріалу виготовлення), але набирають популярність завдяки високому показнику оптичного поглинання, гарній продуктивності в похмуру погоду, а також низькій масі, що дозволяє їх встановлювати на легкі конструкції, які не придатні для встановлення звичайних панелей.

Порівняння основних характеристик існуючих різновидів пристроїв для трансформації сонячної енергії в теплову та електричну за даними [1-5] свідчить про те, що найбільшу ефективність перетворення сонячної енергії мають теплові колектори. Серед них лідером є вакуумні, які за рахунок вищої ефективності поглинання розсіяного випромінювання мають ККД до 80%, який практично не залежить від зовнішньої температури. Мінімізація тепловтрат в навколишнє середовище завдяки вакууму є причиною як підвищення ефективності, так і загострення проблеми відведення надлишку тепла, що спричиняє перегрів і вхід у режим стагнації, який негативно впливає на працездатність складових елементів системи. Ефективність

плоских і вакуумних колекторів у літній період практично однакова, але при похолоданні ККД плоских знижується. Основною перевагою плоский є помітно менша ціна, що часто стає визначальним фактором при виборі.

Термосифонні колектори є відносно простими за конструкцією й дешевими, але мають обмежене сезонне застосування в помірних широтах через небезпеку замерзання води в системі в зимовий період.

Концентровані теплові колектори складаються з масиву розташованих під оптимальним кутом оптичних пристроїв, що фокусують сонячне світло на невеликому приймачі, збільшуючи концентрацію світла в десятки разів. Застосовуються для отримання температур 250-300 °С для комерційних потреб та промисловості, зокрема для отримання пари та виробництва електроенергії потужними промисловими електростанціями з паровою турбіною та електрогенератором.

Результатом поєднання кращих характеристик двох основних груп геліосистем – фотоелектричних панелей та теплових колекторів – стала поява окремої групи гібридних колекторів. Серед них варто виділити теплофотоелектричні панелі (ТФЕ), які займають важливе місце серед усіх інноваційних технологій використання сонячної енергії. Поєднання теплових колекторів та PV панелей дозволяє вдвічі скоротити необхідну площу, а також забезпечити ефективне відведення надлишкового тепла. Досвід їх впровадження показав значний потенціал у житловому, комерційному та промисловому секторах, зокрема в системах гарячого водопостачання, опалення та енергозабезпечення. Вони дозволяють одночасно отримувати електроенергію та тепло, в також підвищити загальну ефективність системи на 10-20% порівняно із звичайними PV панелями [1-3]. Найсучасніші моделі дозволяють отримувати загальний ККД до 90%. Зустрічаються гібридні моделі з різним співвідношенням частки виробництва теплової та електричної енергії, але теплової завжди більше. Пошук оптимального співвідношення потребує подальших досліджень. Досить добре себе зарекомендував варіант 2,5:1.

Дедалі популярнішою стає інтеграція ТФЕ колекторів із системами інтернету речей (IoT), що дозволяє підвищити ефективність, знизити ризик стагнації і оптимізувати споживання енергії. Основними напрямками є:

1. Використання температурних, тискових, вологостійких та оптичних датчиків для моніторингу параметрів теплоносія, інтенсивності сонячного випромінювання, температури навколишнього середовища та поверхні колектора для прогнозування енерговиробництва. Впровадження автоматичної регуляції потоку теплоносія для запобігання перегріву.

2. Використання алгоритмів прогнозування погоди для регулювання роботи колектора залежно від очікуваної інтенсивності сонячного випромінювання та алгоритмів машинного навчання для оптимізації потоків енергії між теплоаккумуляторами, фотоелектричними модулями і тепловими насосами.

3. Використання платформ, таких як Arduino, Raspberry Pi, або спеціалізованих контролерів для збору та передачі даних на сервери, інтеграція з хмарними сервісами (AWS, Google Cloud, Azure) для централізованого моніторингу, забезпечення віддаленого доступу до даних у режимі реального часу через мобільні додатки або веб-інтерфейси й регулювання роботи колектора через смартфон.

4. Оптимізація енергоефективності за рахунок інтеграції у «розумні будинки» для взаємодії з іншими системами (кондиціонування, освітлення, вентиляції) та автоматичного визначення, коли вироблену енергію краще використати для нагрівання води, а коли – для генерації електрики.

Розуміння класифікації геліосистем, переваг і недоліків кожного виду є важливим для подальшого їх удосконалення на основі аналітичних та лабораторних досліджень з урахуванням світового та вітчизняного досвіду. На сьогодні технологія застосування гібридних PVT панелей може вважатися найбільш прогресивною, але вона також має потенціал для підвищення коефіцієнта корисної дії. Відповідно перспективи подальшого розвитку теплофотоелектричних панелей лежать у площині вдосконалення матеріалів самих панелей та елементів теплової схеми, проведення комплексного аналізу роботи в режимі стагнації та розроблення більш ефективних заходів для уникнення перегріву, в тому числі з використанням IoT. Можливе також створення нових моделей із вищою ефективністю та їх інтеграція в архітектурні конструкції будівель.

Використані інформаційні джерела:

1. Титко Р., Калініченко В. Відновлювані джерела енергії (досвід Польщі для України). Варшава, 2012. 653 с.

2. Енергоефективність фотоелектричних перетворювачів для забезпечення екологічно чистої енергетики : [монографія] / С. О. Вамболь, Я. О. Сичікова, Н. В. Дейнеко Бердянськ : Видавець Ткачук О. В., 2016. 256 с.

3. John A. Duffie, William A. Beckman, Nathan Blair Solar Engineering of Thermal Processes, Photovoltaics and Wind / 5-th Edition – Wiley, 2020.–919р.

4. Технології та покоління сонячних батарей. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://solpower.com.ua/ua/info/tekhnologii-i-pokoleniya-solnechnykh-batarej>

5. Асоціація сонячної енергетики України // Оновлення сонячної фотоелектричної технології: розширення можливостей за допомогою інноваційних, ефективніших і надійніших сонячних систем [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://aseu.org.ua/onovlennia-soniachnoi-fotoelektrychnoi-tekhnologii-rozshyrennia-mozhlyvostej-liudej-za-dopomohoiu-innovatsijnykh-bilsh-efektyvnykh-i-nadijnykh-soniachnykh-system/>