

Ефективність використання сонячних батарей для тролейбусу

Богдан Мальцев¹, Леонід Іванов¹

1. Кафедра КІТАМ, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА,
Харків, пр. Науки 14, e-mail: bohdan.maltsev@nure.ua

Кафедра КІТАМ, Харківський національний університет радіоелектроніки, УКРАЇНА,
Харків, пр. Науки 14, e-mail: Leonid.ivanov@nure.ua

Анотація: У роботі виконано огляд основних понять, характеристик та типів сонячних батарей, а також проведено аналіз переваг та недоліків.

Ключові слова: сонячна батарея, громадський транспорт, тролейбус, альтернативна енергетика.

I. ВСТУП

В багатьох країнах світу активно розвивається зелена енергетика. Ведуться дослідження і впроваджуються розробки по використанню альтернативних джерел енергії, в тому числі, енергії сонця.

Одним із актуальних питань використання альтернативних джерел енергії є накопичення та перетворення енергії сонця за рахунок використання сонячних панелей для модернізації громадського транспорту [1].

Сонячна батарея — з'єднання фотоелектричних перетворювачів (фотоелементів) — напівпровідникових пристроїв, що прямо перетворюють сонячну енергію в постійний електричний струм.

Сфери застосування сонячних батарей різноманітні: портативна електроніка, електромобілі, авіація, енергозабезпечення виробництв та споживачів, дорожні покриття, медицина, космос тощо.

Метою даної роботи є дослідження можливостей застосування сонячної енергії у роботі тролейбусів.

Транспорт у майбутньому беззаперечно стане екологічно чистим завдяки використанню альтернативних джерел енергії для забезпечення перевезень. Поступове зменшення вартості та поширення розповсюдження сонячних панелей у різних галузях промислового виробництва є відправною точкою для переведення громадського транспорту в екологічно чистий вид пересування.

Серед переваг застосування сонячних панелей на дахах тролейбусів можна назвати наступні:

1. Як резервне джерело живлення - забезпечення автономності ходу тролейбусів у випадку відключення постачання електроенергії. При цьому сонячні батареї можуть забезпечити енергією не тільки підтримку клімат-контролю в салоні, Wi-Fi зв'язок, але і роботу двигуна деякий час;

2. Розміщувати сонячні панелі на дахах тролейбусів зручніше, ніж на авто, оскільки площа даху набагато більша. Таким чином вирішується головна проблема — наявність достатньої площі для розміщення необхідної кількості сонячних панелей;

3. Тривалий термін експлуатації без заміни компонентів та незначна ймовірність поломки системи.

4. І, безумовно, це екологічна безпека. Сонячні батареї не шкодять навколишньому середовищу, їх робота майже безшумна.

Проте, сучасні сонячні панелі не здатні повністю забезпечити потрібну тривалість руху через нестабільну сонячну активність у різні пори року. Отже, обов'язковим є додаткове заряджання акумуляторів на стаціонарних електропідстанціях. Як наслідок, головним у розвитку зеленої енергетики для міського транспорту є створення батарей з тривалим терміном експлуатації.

II. ТИПИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ

Існують три типи сонячних батарей:

- тонкоплівкові;
- монокристалічні;
- полікристалічні.

Фотоелементи на основі кремнію є найпоширенішими.

Тонкоплівкові фотоелементи (рис.1) використовують тонкі плівки, що є найбільш дешевою технологією. Для їх виготовлення використовується аморфний (розплавлений) кремній, що наноситься шляхом напилення на різні поверхні: полімерну плівку, скло, пластик. Завдяки цьому є можливість виготовлення фотоелементів з різним ступенем прозорості та забарвлення, а це, в свою чергу, створює більш широкий спектр їх застосування [2-3].

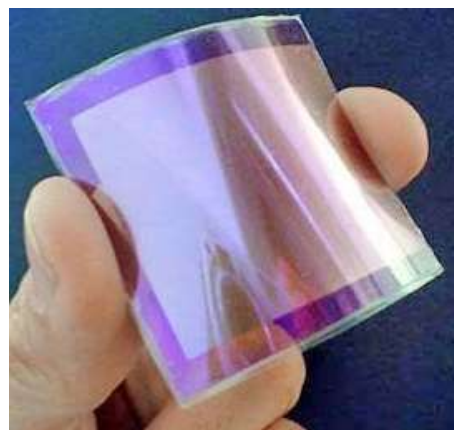


Рис.1. Зовнішній вигляд тонкоплівкового фотоелементу

Тонкоплівкові панелі не вимагають попадання на них прямого сонячного проміння, працюють при розсіяному випромінюванні, завдяки чому сумарна потужність, що виробляється за рік, більша на 10 – 15%, ніж виробляють традиційні кристалічні сонячні панелі (монокристалічні та полікристалічні). Також потрібно сказати, що встановлення плівкових сонячних батарей можливе не тільки на дахах, але й на бічних поверхнях будівель [2]. Завдяки сучасній технології виробництва і відсутності металевих частин такі панелі важать в 2 рази менше, ніж стандартні фотомодулі.

Недоліком є те, що такі фотоелементи найменш ефективні (наприклад, ККД перетворення світла у електричну енергію досягає 13% в нових модулях Solar Frontier S-серії). Гарантійний термін використання до 5 років, вони дуже залежні від погодних умов.

Монокристалічні фотоелементи найбільш складні і дорогі. Для їх виготовлення використовується цільний кристал кремнію. На кремнієві фотоелементи нанесена сітка з металевих електродів. Це найбільш ефективні панелі, в яких високий ККД перетворення світла у електричну енергію досягає 25% [2].

Монокристалічні панелі мають алюмінієву рамку, вони закриті протиударним антибліковим склом. Монокристалічні фотоелементи (рис.2) мають темно-синій або чорний колір. Сонячні панелі монтується у надійний корпус, що забезпечує експлуатаційний термін тривалістю 25-40 років.

Недоліком монокристалічних панелей є їх ціна, що обумовлено складністю їх виробництва. Крім того, для досягнення максимальної продуктивності панелей необхідно контролювати їхню орієнтацію щодо сонця, що передбачає встановлення додаткового обладнання.



Рис.2. Монокристалічна сонячна батарея

Прикладом можливої монокристалічної панелі є модуль LR6-72НРН. Має потужність 550 Вт, що є дуже високим показником на початок 2021 року. Коефіцієнт корисної дії фотомодуля складає 21,3% в парі з інвертором, дозволяє її ефективно використовувати за програмами «зелених тарифів» або автономного енергозабезпечення. Має низький рівень нагрівання, поверхня панелі надійно захищена 3,2-міліметровим загартованим склом.

Конструкція здатна витримувати снігове навантаження до 5200 Па та вітрове навантаження до 2400 Па. Стійка до впливу солоної вологи, аміаку та пилу, що підтверджено незалежним тестуванням.

Клас захисту приладу IP68 означає, що він повністю захищений від проникнення пилу та витримує

короткочасне занурення у воду на глибину до 1-го метра. Випадковий контакт електричних елементів з людиною виключається.

Полікристалічні моделі відрізняються різнобічною орієнтацією кремнієвих кристалів. Полікристалічні фотоелементи дешевші у виготовленні. Для їх виготовлення використовуються пресовані кристали різної форми, тому їх іноді ще називають мульткристалічними фотоелементами. Панелі на основі аморфного кремнію виготовляються з його гідриду. Така технологія дозволяє розташовувати фотоелементи на гнучких поверхнях.

Полікристалічні фотопанелі спеціально розроблені для отримання максимальної ефективності при використанні в умовах інсоляції не більше 1200 кВт*ч/м² на рік, яка притаманна центрально-європейському регіону.

Сучасні полікристалічні панелі достатньо ефективні, ККД перетворення світла у електричну енергію в цих моделях доведено до 17-20%.

Особливістю полікристалічних моделей є їх функціонування безпосередньо в умовах денного розсіяного освітлення та стабільна висока надійність в екстремальних умовах навколишнього середовища (сильний солоний туман, аміак, піщані вітри, град тощо). Майже всі види батарей ефективно працюють в температурному діапазоні від -40°C до +85°C.

Завдяки малій вазі таке обладнання не перевантажує покрівельну конструкцію, його можна встановлювати там, де традиційні панелі не підходять за вагою, а також на бічних поверхнях. Полікристалічна сонячна батарея має вигляд (рис.3).

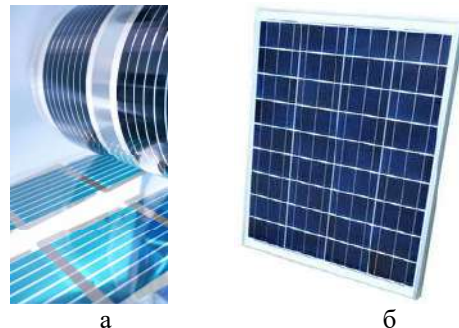


Рис.3. Полікристалічна сонячна батарея:
а – на гнучкій поверхні; б – на рівній поверхні

Всі види панелей потребують прозорого зовнішнього шару зі скла чи полімерів для захисту від вологи і механічних пошкоджень.

Полікристалічні сонячні панелі доцільно встановлювати в промислових сонячних електростанціях. В космосі також користуються полікристалічними сонячними панелями, але при цьому чистота кремнію в них доходить до 99,999%. Їх виробляють за складною технологією багатшарового нанесення, що дає можливість перетворювати на електрику сонячне випромінювання різної частоти. Це доводить ККД до неймовірних 40%, які поки що неможливо отримати в земних умовах.

Останнім часом з'явився дуже цікавий і перспективний гібрид сонячних батарей – Smartflower. Він схожий на величезну квітку соняха. Розмір

пелюсток до 10 метрів, сервомотор повертає їх за сонцем і регулює кут нахилу. А під час сильного вітру, вночі або в дощ агрегат автоматично складає робочі поверхні і опускає їх у безпечне положення. Заявлена потужність 3,2 кВт/годину, за рік можна отримати від 3200 до 6400 кВт залежно від клімату. «Сонячна квітка» вже користується масовим попитом в Європі і США [4].

III. ПЛЮСИ ТА МІНУСИ СОНЯЧНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ТРАНСПОРТУ

Конструктивно сонячні панелі транспортних засобів не відрізняються від своїх стаціонарних варіантів. Вироблена енергія використовується як забезпечення роботи двигуна, так і електроживлення бортових систем транспорту, і кондиціонування в салоні.

У процесі вироблення енергія може накопичуватися в акумуляторних батареях з метою подальшого використання. Застосування сонячних елементів дозволяє наростити запас ходу транспортних засобів і при цьому обійтися без підзарядки тягових акумуляторів від традиційної електромережі [3-4].

Головне питання полягає в тому, чи переважають переваги сонячної станції її недоліки.

З одного боку, в довгостроковому плані сонячна енергія стане дешевше, ніж існуюча електроенергія. З іншого боку, вона вимагає значних фінансових вкладень і підходить не для кожного типу застосування.

Незважаючи на те, що впровадження сонячних панелей є досить перспективним напрямком в енергетиці, глобальному та швидкому переведенню транспорту на використання таких систем перешкоджає ціла низка факторів. Так, ефективна робота батарей забезпечується лише у сонячну ясну погоду. Якщо ж небо похмуро, або машина працює в нічний та вечірній час, то застосування сонячних панелей неможливе.

Таким чином, у більшій частині сучасного транспорту сонячні батареї можуть використовуватися лише як допоміжний енергетичний компонент як доповнення до стандартних акумуляторів.

Крім того, слід враховувати і фінансову сторону застосування сонячних батарей. Незважаючи на те, що генерування енергії здійснюється безкоштовно, самі сонячні панелі досить дорогі. Більшість їх компонентів виробляється з використанням кремнію на екологічно небезпечних підприємствах, і це є одним із головних факторів гальмування процесу переходу транспорту на сонячні панелі.

Сонячні батареї мають ряд недоліків в силу суто конструктивних особливостей. Панелі не здатні протистояти сильним вібраціям та іншим навантаженням, характерним для транспортного засобу, що рухається [3].

IV. ВИСНОВКИ

Таким чином, у роботі проведено ретельний аналіз типів сонячних батарей, окреслено їх переваги та недоліки.

На основі отриманих даних був зроблений висновок про те, що основна перевага сонячних батарей – це

можливість використовувати енергію завдяки застосуванню сонячних елементів як для забезпечення роботи двигуна, так і для електроживлення бортових систем транспорту, що дасть можливість наростити запас ходу транспортних засобів і, при цьому, обійтися без підзарядки тягових акумуляторів від традиційної електромережі.

Проте, існують недоліки для їх широкого застосування, а саме: висока вартість сонячної батареї та неможливість протистояти сильним вібраціям та іншим навантаженням, характерним для транспортного засобу, що рухається міськими шляхами.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

[1] Solar Energy and Battery Development for Unmanned Aerial Vehicles: Leading to Increased Proliferation?: Salus Journal, № 2, 2018. [електронний ресурс].

Режим доступу: http://www.salusjournal.com/wp-content/uploads/sites/29/2018/09/Westbrook_Salus_Journal_Volume_6_Number_2_2018_pp_59-77.pdf

[2] Дуфанець І.Б., Зелених О.М., Пинчук М.В., Голубов-ська О.М. Проблеми забезпечення сучасними навчально-тренувальними засобами підготовки екіпажів бойових машин: Збірник тез-доповідей Міжнародної науково-технічної конференції: Перспективи розвитку озброєння та військової техніки сухопутних військ. – Львів, 2018.

[3] Переваги й недоліки сонячної енергетики [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ukrenerho.com/perevagi-i-nedoliki-sonyachnoyi-energetiki/>

[4] Як влаштовані і працюють сонячні батареї [електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pobuduvati.ru/zamiskij-budinok/elektrika/cikavi-elektrotehnicni-novinki/8116-jak-vlashtovani-i-pracjуют-sonjachni-batarei.html>