

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МОДУЛЬНИХ СИСТЕМИ ДЛЯ ІНТЕГРАЦІЇ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ В КОРПУС ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Вольський Михайло Валерійович, студент-магістр, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Аргун Щасяна Валіковна, докт. техн. наук, професор кафедра автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: shasyana@gmail.com, ORCID: [0000-0001-6098-8661](https://orcid.org/0000-0001-6098-8661)

Інтеграція сонячних панелей у корпус електромобіля стає все більш актуальною в умовах стрімкого розвитку електромобільних технологій та підвищення екологічних стандартів. Такий підхід дозволяє не лише зменшити вплив на навколишнє середовище, але й підвищити автономність транспортного засобу, скоротивши залежність від зарядних станцій.

Модульна система інтеграції сонячних панелей пропонує гнучке та адаптивне рішення для електромобілів. Вона розроблена з метою забезпечення можливості легкої заміни або додавання панелей залежно від потреб користувача чи технічних вимог. Така модульність дозволяє оперативно адаптувати електромобіль до змін у ринкових умовах або кліматичних особливостях конкретного регіону.

Основні переваги модульної системи представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Основні переваги модульної системи

Параметр	Модульна система сонячних панелей	Традиційні сонячні панелі
Гнучкість та адаптивність	Легко змінювати конфігурацію панелей відповідно до кліматичних умов і потреб користувача	Фіксована установка, що обмежує можливості адаптації
Витрати на обслуговування	Низькі витрати на заміну окремих модулів, зменшення часу простою	Високі витрати на ремонт та обслуговування всієї системи
Ефективність	Можливість оптимального розміщення для досягнення максимального збору енергії	Фіксоване розташування з обмеженими можливостями оптимізації
Масштабованість	Придатність для різних типів електромобілів: міські авто, вантажівки	Обмежена масштабованість через фіксований дизайн
Технології	Використання легких композитних матеріалів, спеціальних покриттів для захисту	Традиційні матеріали, без значних інновацій у захисті та легкості

Досліджувальна модульна система включає використання новітніх матеріалів та технологій для забезпечення максимальної ефективності сонячних

панелей. Наприклад, використовуються легкі композитні матеріали для зменшення загальної маси системи, що зменшує вплив на динамічні характеристики автомобіля. Панелі мають спеціальне покриття, яке захищає їх від механічних пошкоджень та впливу погодних умов, таких як дощ, сніг або град. Крім того, для підвищення ефективності використовується технологія мультиточкових з'єднань, що дозволяє зменшити електричні втрати в системі.

Для оптимізації конструкційних рішень та оцінки продуктивності системи за різних умов експлуатації необхідно використовувати комп'ютерне моделювання, яке дозволяє точно визначити оптимальні кути нахилу панелей та їх розміщення для максимального збору енергії у різних географічних регіонах. Також важливою частиною дослідження є розробка алгоритмів управління енергією, які дозволяють оптимізувати використання отриманої сонячної енергії та зменшити витрати електроенергії на допоміжні системи автомобіля. Наприклад, алгоритми можуть визначати, коли енергію слід спрямувати на зарядку акумулятора, а коли на живлення допоміжних систем, таких як кондиціонер або обігрів.

Виклики та подальші дослідження

Незважаючи на очевидні переваги, існують також виклики, пов'язані з інтеграцією сонячних панелей у корпус електромобіля. Одним із головних є забезпечення достатньої продуктивності системи у різних кліматичних умовах, особливо в регіонах з низьким рівнем сонячного випромінювання. Наприклад, у північних регіонах, де кількість сонячних днів обмежена, ефективність панелей може значно знижуватися. Для подолання цього виклику проводяться дослідження з розробки панелей з покращеною ефективністю в умовах низької освітленості, а також систем акумуляування енергії для використання її у періоди, коли сонячне випромінювання недостатнє.

Іншою проблемою є інтеграція панелей у дизайн автомобіля таким чином, щоб зберегти аеродинамічні властивості та естетичний вигляд. Для цього використовуються новітні технології проектування, що дозволяють вбудовувати панелі в елементи кузова, такі як дах, капот або двері, без значного збільшення опору повітря. Також важливо забезпечити надійність кріплення панелей, оскільки автомобіль постійно піддається вібраціям та динамічним навантаженням.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення впливу різних кліматичних умов на ефективність системи, а також на розробку більш досконалих алгоритмів управління енергією для підвищення загальної ефективності транспортних засобів. Також планується дослідження нових матеріалів для підвищення ефективності та надійності сонячних панелей, зокрема матеріалів з підвищеною стійкістю до механічних пошкоджень та впливу ультрафіолетового випромінювання.

Інтеграція модульних сонячних панелей у корпус електромобіля може стати важливим кроком у напрямку сталого транспорту. Ця технологія має потенціал не лише для зменшення залежності від традиційних джерел енергії, але й для створення нових можливостей у сфері дизайну та виробництва

електромобілів, роблячи їх більш адаптивними до потреб споживачів та умов експлуатації.

Висновки

Інтеграція модульних сонячних панелей у корпус електромобіля має значний потенціал для підвищення ефективності та автономності транспортних засобів. Гнучкість модульної системи дозволяє адаптувати конфігурацію панелей відповідно до кліматичних умов та потреб користувача, що знижує витрати на обслуговування та підвищує ефективність використання енергії. Хоча існують певні виклики, такі як збереження аеродинамічних властивостей та забезпечення продуктивності в умовах низької освітленості, перспективи розвитку цієї технології є досить обнадійливими. Подальші дослідження спрямовані на вдосконалення матеріалів та розробку інтелектуальних систем управління енергією, що дозволить ще більше підвищити загальну ефективність та надійність електромобілів з інтегрованими сонячними панелями.

Література

1. Ben Said-Romdhane, M., Skander-Mustapha, S.: A Review on Vehicle-Integrated Photovoltaic Panels. In: Motahir, S. and Eltamaly, A.M. (eds.) *Advanced Technologies for Solar Photovoltaics Energy Systems*. pp. 349–370. Springer International Publishing, Cham (2021)
2. Commault, B., Duigou, T., Maneval, V., Gaume, J., Chabuel, F., Voroshazi, E.: Overview and perspectives for vehicle-integrated photovoltaics. *Applied Sciences*. 11, 11598 (2021)
3. Diahovchenko, I., Petrichenko, L., Borzenkov, I., Kolcun, M.: Application of photovoltaic panels in electric vehicles to enhance the range. *Heliyon*. 8, (2022)
4. Esmaeili, S.E., Aldandan, A., Dallol, L., ALdhefeeri, M., AlSalili, O., Badreddine, F., Hussain, G.: Design and implementation of a one-seater solar car. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*. 12, 1–14 (2024)
5. Hnatov, A., Arhun, S., Ponikarovska, S.: Energy saving technologies for urban bus transport. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*. 14, 4649–4664 (2017). <https://doi.org/10.15282/ijame.14.4.2017.5.0366>
6. Paulus, A., Arhun, S., Hnatov, A., Dziubenko, O., Ponikarovska, S.: Determination of the best load parameters for productive operation of PV panels of series FS-100M and FS-110P for sustainable energy efficient road pavement. Presented at the (2018)
7. Sagaria, S., Duarte, G., Neves, D., Baptista, P.: Photovoltaic integrated electric vehicles: Assessment of synergies between solar energy, vehicle types and usage patterns. *Journal of Cleaner Production*. 348, 131402 (2022)