

### Література

1. **Mahesh A., Bharatiraja C., Mihet-Popa L.** Review on Inductive Wireless Power Transfer Charging for Electric vehicles – A Review. *IEEE Access*. 2021. Vol. 9. P. 1–1. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3116678>.
2. **Naick J. et al.** Hybrid Integration of Onboard Charger and Wireless Power Transfer for EVs with Shared Coupler, Compensation, and Rectifier in a Grid-Connected Solar PV System for Optimized Fast Charging. *International Journal for Modern Trends in Science and Technology*. 2025. Vol. 11. P. 228–238. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18133859>.
3. **Vu B. et al.** A Hybrid Charger of Conductive and Inductive Modes for Electric Vehicles. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*. 2020. Vol. 68. DOI: <https://doi.org/10.1109/TIE.2020.3042162>.
4. **Basu A., Mukherjee S.** Analysis and Design of a Multiport Converter based Integrated On-board Charger for Electric Vehicle Powertrains. *2021 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)*. 2021. P. 1661–1668. DOI: <https://doi.org/10.1109/ECCE47101.2021.9595435>.
5. **Mukherjee S., Rallabandi V.** Integrated Multiport Conductive and Wireless Architecture for Electric Vehicle Charging. *2025 IEEE Transportation Electrification Conference & Expo (ITEC)*. 2025. P. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1109/ITEC63604.2025.11098068>.

УДК 621.314

### ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СХЕМНИХ РІШЕНЬ ДВОНАПРАВЛЕНИХ НЕІЗОЛЬОВАНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЗАРЯДНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

**Нечаус Андрій Олександрович**, канд. техн. наук, доцент каф. АЕ,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
e-mail: [nechaus@ukr.net](mailto:nechaus@ukr.net), ORCID: 0000-0001-8833-0802

**Кушнарєнко Максим Євгенович**, студент, Харківський національний  
автомобільно-дорожній університет, e-mail: [astral2057@gmail.com](mailto:astral2057@gmail.com)

Двонаправлені силові напівпровідникові перетворювачі призначені для використання у складі гібридних систем електропостачання, які ґрунтуються на альтернативних відновлюваних джерелах та електрохімічних накопичувачах електричної енергії. Стосовно електромобілів, двонаправлені перетворювачі дозволяють реалізувати технології V2X, коли накопичена тяговою акумуляторною батареєю електрична енергія може бути передана назад у зовнішню електричну мережу.

Згідно сучасної класифікації двонаправлених перетворювачів, їх поділяють на дві групи: неізолювані (імпульсні) та ізолювані (трансформаторні) [1, 2]. Деякі автори [3, 4] виділяють третю групу двонаправлених перетворювачів – частково ізолювані. До цієї групи належать, так звані, багато-портові перетворювачі, які підключено до декількох різнорідних джерел/накопичувачів енергії, у цьому випадку одна частина схеми будується як ізолю-

вана, а друга – як неізолювана. Ізолювані перетворювачі забезпечують високий коефіцієнт підвищення напруги, і їх зазвичай використовують у тих випадках, коли потрібна гальванічна розв'язка кіл високої та низької напруги. Однак, будова високовольтного високочастотного трансформатора є досить складною, вартісною, а також, призводить до зниження масо-габаритних показників перетворювача. Неізолювані перетворювачі мають простішу конструкцію, вищу питому потужність, меншу кількість напівпровідникових ключів, однак, їх коефіцієнт підвищення напруги відносно низький, важко забезпечити прийнятну комутацію вентилів, тощо. Дана робота присвячена огляду саме неізолюваних перетворювачів, оскільки, незважаючи на наявні недоліки, згідно проаналізованої літератури, вони мають перспективи подальшого вдосконалення.

Розрізняють наступні схеми неізолюваних перетворювачів:

- імпульсні (Buck та Boost);
- типу Чука (Cuk);
- типу SEPIC та Zeta;
- з чергуванням фаз (Interleaved);
- трирівневі (Three-Level);
- каскадні (Cascaded);
- з перемиканням конденсаторів (Switched-Capacitor).

У сучасній вітчизняній літературі, нажаль, немає формулювань відповідних назв перетворювачів, тому запропонований переклад є альтернативним. Тим не менш, кожна схема має свої переваги та недоліки, порівняно з іншими. Так, наприклад, імпульсні перетворювачі, маючи просту будову, створюють на виході переривчастий струм; перетворювачі типу Чука, SEPIC/Zeta та з чергуванням фаз забезпечують зменшення пульсацій струму по входу та виходу, при цьому останні рекомендовано до використання у високопотужних застосуваннях; трирівневі перетворювачі мають компактну будову без котушок індуктивності, забезпечуючи самобалансування напруги; каскадні – забезпечують високий коефіцієнт підвищення напруги, що, відповідно, зменшує струмове навантаження вентилів; перетворювачі з перемиканням конденсаторів мають компактну та легку конструкцію, однак потребують точного керування зарядом конденсаторів.

Окремими питаннями, які розглядають при виборі схеми перетворювача є: забезпечення умов роботи силових напівпровідникових ключів, якість напруги на вході та виході перетворювача, потреба у додаткових реактивних елементах, метод керування та складність системи, яка його реалізує. Таким чином, однозначного рішення не існує, сучасні публікації підтверджують перспективність можливого розвитку та вдосконалення подібного роду перетворювачів.

### Висновки

Представлено аналітичний огляд схемних рішень неізолюваних дво-направлених перетворювачів постійного струму для використання у складі

зарядних пристроїв електромобілів для реалізації технології V2X. Наведені відомості дозволяють здійснити вибір схеми перетворювача залежно від бажаних вихідних даних: величини напруги тягової акумуляторної батареї, робочого струму перетворювача у різних режимах роботи, коефіцієнту корисної дії, питомої потужності перетворювача, коефіцієнту підвищення напруги, частоти комутації та кількості напівпровідникових ключів. Обрана схема перетворювача потребує подальших досліджень з метою визначення оптимальних параметрів компонентів схеми, вибору методу керування, оцінки якості напруги на вході та виході, а також умов роботи окремих елементів.

### Література

1. **Tong Y. et al.** Bidirectional DC-DC Converter Topologies for Hybrid Energy Storage Systems in Electric Vehicles: A Comprehensive Review. *Energies*. 2025. Vol. 18, no. 9. 2312. DOI: <https://doi.org/10.3390/en18092312>.
2. **Sharma P., Palwalia D., Sharma A.** A REVIEW: BI-DIRECTIONAL DC-DC CONVERTER TOPOLOGIES. *International Journal of Technical Research & Science*. 2024. Vol. 9. P. 27–35. DOI: <https://doi.org/10.30780/specialissue-ISET-2024/029>.
3. **Farajdadian S., Hajizadeh A., Soltani M.** Recent developments of multiport DC/DC converter topologies, control strategies, and applications: A comparative review and analysis. *Energy Reports*. 2024. Vol. 11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.12.054>.
4. **Leontiev D. et al.** Regarding the efficiency of using solar panels of low power to obtain maximum charging current for batteries vehicle. *AIP Conf. Proc.* 5 June 2025; 3238 (1): 050009. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0248928>

УДК 621.314

## ДОСЛІДЖЕННЯ ІЗОЛЬОВАНИХ ДВОНАПРАВЛЕНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ГІБРИДНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

**Нечаус Андрій Олександрович**, канд. техн. наук, доцент каф. АЕ,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
e-mail: [nehaus@ukr.net](mailto:nehaus@ukr.net), ORCID: 0000-0001-8833-0802

**Сербінов Іван Андрійович**, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: [Zawdizel@gmail.com](mailto:Zawdizel@gmail.com)

Для реалізації технології V2X, тобто використання тягової акумуляторної батареї електромобіля як накопичувача електричної енергії, яка може бути використана для живлення зовнішніх споживачів, силова електроніка електромобіля повинна бути побудована з можливістю передачі електричної енергії у двох напрямках – споживання з мережі та передачі у мережу. При цьому перетворювачі бортових зарядних пристроїв називають двонаправленими.