

Смирнов Олег Петрович, д.т.н, професор, професор кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, smirnov1oleg@gmail.com

Борисенко Володимир Олександрович, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, vladimirboris88@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІД ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ ДО МЕРЕЖІ ДЛЯ УМОВ УКРАЇНИ

Глобальні фактори, такі як споживання енергії та екологічні проблеми, заохочують використання електромобілів як альтернативних джерел енергії. Розробка технології від електромобіля до електромережі ([Vehicle to Grid \(V2G\)](#)), інтегрування електромобілів з чистими джерелами енергії (енергія сонця, енергія вітру) підвищує значимість електричних транспортних засобів у енергетичній та транспортній галузях [1].

Підключення електромобіля до електромережі V2G забезпечує практичне та економічне рішення для підвищення енергетичної стабільності будинку та електричної мережі у цілому. Останні дослідження підтверджують, що наукові та промислові розробки продовжують покращувати ефективність використання електромобілів як автономних електростанцій [2].

Проведемо розробку технології від електромобіля до мережі ([Vehicle to Grid \(V2G\)](#)) для умов України та обґрунтуємо актуальність та своєчасність проведення таких досліджень. У зв'язку з тим, що така технологія тільки розвивається у світі, ми проведемо розробку V2G для умов України як для сучасного стану розвитку таких технологій, так і на недалеку перспективу.

Актуальність таких досліджень саме в Україні полягає у тому, що енергетична система країни не завжди стабільна, також можливі непередбачені відключення електропостачання тому розробка технології від електромобіля до будинку за технологію ([Vehicle to Home \(V2H\)](#)) є найбільш популярним напрямом серед таких досліджень. Але при розробці загальної технології від електромобіля до мережі V2G ми будемо використовувати також інші технології, наприклад, сонце до електромобіля ([Sun to Vehicle \(S2V\)](#)), електромобіль до інфраструктури ([vehicle to infrastructure \(V2I\)](#)), тощо.

При розробці технології від електромобіля до мережі ([Vehicle to Grid \(V2G\)](#)) для домогосподарств в Україні будемо використовувати вже існуючу сонячну електростанцію зі своїм стаціонарним накопичувачем енергії для будинку. Електрична енергія з сонячних панелей через перетворювач постійної напруги в постійну ([DC-DC Converter 1](#)) заряджає стаціонарний накопичувач енергії для будинку (рисунок 1). Оскільки вихідна потужність фотоелектричних сонячних батарей залежить від сонячного випромінювання, сонячні панелі встановлюються на даху або в місці, яке отримує максимальну кількість сонячного світла.

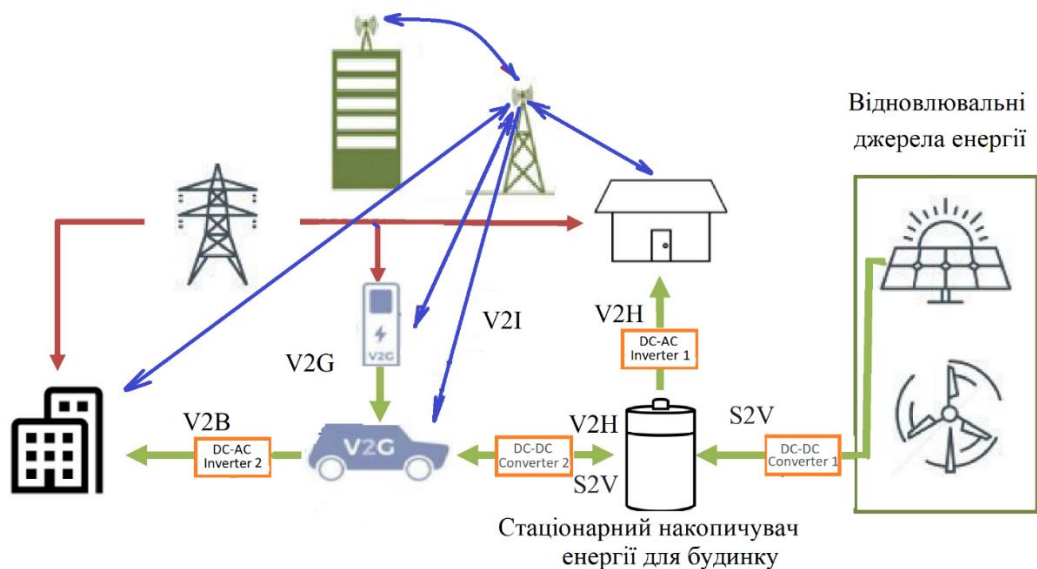


Рисунок 1 – Технологія V2G, що розроблена для домогосподарств України

Постійна напруга стаціонарного накопичувача енергії за допомогою інвертора (DC-AC Inverter 1) (дивись рисунок 1) перетворюється в змінну напругу 220 В, 50 Гц для живлення різних споживачів у будинку та при необхідності за його межами, наприклад, при підключенні електричної газонокосарка, електропили, зварювального апарату або інших електричних приладів.

Двонаправлений перетворювач постійної напруги в постійну (DC-DC Converter 2) (дивись рисунок 1) працює у двох режимах (напрямах):

- заряд акумуляторної батареї електромобіля від відновлювальних та екологічно чистих джерел електричної енергії (сонячна або енергія вітру);
- передача енергії з акумуляторної батареї електромобіля в стаціонарний накопичувач енергії будинку під час відключення централізованого енергопостачання. При цьому енергія, яку може отримати домогосподарство збільшується на величину електричної енергії, що накопичена у акумуляторної батареї електромобіля, природно, з урахуванням мінімального визначеного значення розряду батареї ΔSOC_{Drive} , який встановлює рівень енергії, який потрібний для руху до зарядної станції. При необхідності зарядка електромобіля відбувається також від стандартного зарядного пристрою.

За необхідністю енергію акумуляторної батареї електромобіля можна використовувати для підтримання стабільного та надійного електропостачання в офісній будівлі (як джерело безперебійного живлення під час тимчасового відключення енергії від централізованої енергомережі). Це відбувається за допомогою інвертора (DC-AC Inverter 2) (дивись рисунок 1), який перетворює постійну напругу акумуляторної батареї електромобіля в змінну напругу 220 В, 50 Гц для живлення різних споживачів в офісній будівлі. Керування всіма процесами раціонально виконувати через Internet за технологією електромобіль до інфраструктури (vehicle to infrastructure (V2I)) (дивись рисунок 1). Поки ця функція на території України знаходиться в початкової стадії розвитку. Система керування збирає та оброблює дані в реальному часі:

- рівень заряду електромобіля та мінімальний рівень заряду $\Delta\text{SOC}_{\text{Drive}}$;
- рівень заряду стаціонарного накопичувача енергії;
- прогнозує погодні умови (сонячне випромінювання, швидкість вітру);
- прогнозує енергетичні потреби домогосподарства;
- тарифи на електроенергію (день, ніч).

За результатами цих даних система керування:

- оптимізує роботу сонячної системи та графік роботи стаціонарного накопичувача енергії, щоб отримати максимальну ефективність та енергію від відновлювальних джерел електричної енергії;

- розподіляє процес заряд/розряд між акумуляторної батареєю електромобіля та стаціонарним накопичувачем енергії для будинку. Подальші дослідження можуть бути направлені на то, щоб інтелектуальна система керування технологією V2G взаємодіяла з системою керування акумуляторами (Battery Management Systems (BMS) електромобіля та BMS стаціонарного накопичувача енергії, щоб оптимально розрахувати енергію, яка необхідна для автомобіля та будинку, з метою збільшення терміну служби акумуляторів та мінімізації їх деградації;

- мінімізує витрати на централізоване електропостачання;

- мінімізує витрати при використанні різних побутових приладів відповідно до потреб енергії та заздалегідь визначеного графіка., наприклад, визначає оптимальний час підключення (вночі за нічним тарифом або вдень за рахунок енергії з відновлювальних джерел) різного навантаження: обігрівачів (кондиціонування) приміщень, пральної машини, бойлера тощо.

В подальшому розвитку технологія V2G дозволяє користувачам купувати та продавати електричну енергію за допомогою комунальної мережі гнучким способом. Зв'язок між комунальною мережею та домашньою мережею відбувається за допомогою двохтарифного двохспрямованого інтелектуального лічильника. Цей пристрій відповідає за надання системі керування попередньо визначених тарифів на електроенергію з комунальної мережі та отримання інформації від системи керування щодо кількості енергії, яка обмінюється з комунальною мережею.

За результатами дослідження можна дійти до висновку, що впровадження технології V2G у поєднанні з відновлюваними джерелами енергії може ефективно оптимізувати споживання енергії та зменшити рахунки за електроенергію.

Література

1. Dynamic analysis of the integration of electric vehicles in efficient buildings fed by renewables / A. Buonomano et al. *Applied Energy*. 2019. Vol. 245. P. 31–50. URL: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.03.206> (date of access: 15.09.2023).
2. Electric vehicles integration and vehicle-to-grid operation in active distribution grids: A comprehensive review on power architectures, grid connection standards and typical applications / H. Yu et al. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022. Vol. 168. P. 112812. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112812> (date of access: 15.09.2023).