

Запропонований метод вдосконалення контролю електричних перешкод та шумів забезпечує ефективний захист електронних систем автомобіля від електромагнітних завад, пікових перенапруг і шумів. Інтеграція інтелектуальних систем моніторингу, нових фільтрів та захисних рішень дозволяє підвищити надійність і стабільність роботи автомобільної електроніки. Незважаючи на наявні проблеми впровадження, зокрема вартість та технічні обмеження, ці методи сприяють підвищенню безпеки та ефективності автомобілів в умовах зростаючого впливу електромагнітних завад.

Література

1. Hossain, K. A. (2023). Study on electromagnetic interference (EMI) and electromagnetic compatibility (EMC): sources and design concept for mitigation of EMI/EMC. *Journal of Liberal Arts and Humanities (JLAH)*, 4(8), 68-96.
2. Jakubowski, K., Paś, J., & Rosiński, A. (2021). The Issue of Operating Security Systems in Terms of the Impact of Electromagnetic Interference Generated Unintentionally. *Energies*, 14(24), 8591.
3. Giri, D. V., Sabath, F., & Hoad, R. (2020). High-power electromagnetic effects on electronic systems. Artech House.

УДК 621.314

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Багач Руслан Володимирович, доктор філософії (PhD), доцент кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: bagach.ruslan@gmail.com, ORCID: [0000-0003-0157-5933](https://orcid.org/0000-0003-0157-5933)

Латвинський Владислав Дмитрович, асистент кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: latvin2000@gmail.com, ORCID: [0009-0002-4891-2925](https://orcid.org/0009-0002-4891-2925)

Актуальність теми роботи пов'язана з індуктивно-ємнісним перетворювачем, який є ключовим компонентом системи зарядки ємнісного накопичувача. Правильний підбір схеми цього перетворювача для конкретного пристрою дозволяє досягти оптимальних показників енергоефективності. Розглянуто задачу вибору найбільш енергоефективної схеми індуктивно-ємнісного перетворювача, який може бути використаний для зарядки ємнісних накопичувачів у станціях заряджання електромобілів [1-3].

Мета дослідження — здійснити аналітичний огляд наявних схем індуктивно-ємнісного перетворювача струму та обрати найбільш енергоефективну схему для зарядки ємнісного накопичувача.

Індуктивно-ємнісний перетворювач — це пристрій, який використовується для перетворення електричної енергії з однієї форми в іншу з використанням індуктивних (катушки) та ємнісних (конденсатори)

компонентів. У системах зарядки ємнісних накопичувачів (конденсаторів) він служить для ефективного перетворення напруги і забезпечення стабільного процесу зарядки з мінімальними втратами енергії.

Основні характеристики індуктивно-ємнісного перетворювача:

1. Індуктивність і ємність: Перетворювач використовує котушки індуктивності та конденсатори для накопичення та передачі енергії.

2. Резонанс: Пристрій часто працює на резонансній частоті, коли індуктивний та ємнісний опір компенсуються, що дозволяє максимально ефективно передавати енергію.

3. Енергоефективність: Через можливість працювати при резонансі, перетворювач мінімізує втрати енергії на опір елементів, що особливо важливо для систем з ємнісними накопичувачами.

4. Стабільність: Він забезпечує стабільну зарядку конденсаторів, що важливо для уникнення перезарядки та збільшення терміну служби.

Індуктивно-ємнісний перетворювач використовується в різних сферах, де потрібна передача або зберігання енергії, зокрема: у системах бездротової зарядки, енергетичних схемах для зарядки суперконденсаторів, а також у пристроях зберігання енергії в електротехнічних системах. Його ключова роль полягає в тому, щоб ефективно перетворювати і передавати електричну енергію, зменшуючи втрати і підвищуючи загальну ефективність системи.

В результаті проведеного аналітичного огляду існуючих схем індуктивно-ємнісних перетворювачів було обрано схему, що відповідає необхідним критеріям енергоефективності. Наразі більшість джерел живлення в різних електронних системах базується на індуктивно-ємнісних перетворювачах струму. У цій роботі розглянуто індуктивно-ємнісний перетворювач у складі системи зарядки ємнісного накопичувача, який належить до імпульсних високопотужних пристроїв [4,5].

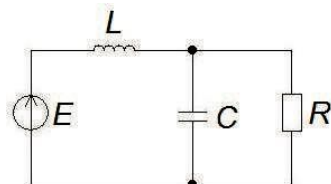


Рисунок 1 – Г-подібна схема індуктивно - ємнісного перетворювача

На сьогодні найпоширенішими схемами індуктивно-ємнісного перетворювача є Г-подібна та Т-подібна схеми Бушера (рис. 1), а також мостова схема Штейнметца (рис. 2). Вони відрізняються послідовністю та кількістю компонентів, а також застосуванням індуктивних котушок.

До переваг Г-подібної схеми індуктивно-ємнісного перетворювача (рис. 1) належать низький рівень спотворень, простота конструкції та хороші масогабаритні характеристики. Однак серед її недоліків можна відзначити низькі показники коефіцієнта корисної дії (ККД) і коефіцієнта потужності [5,6].

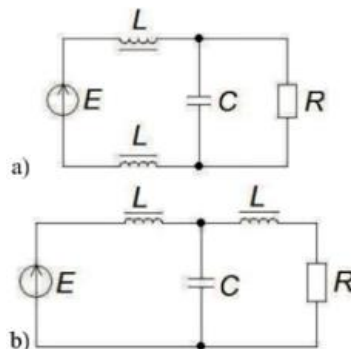


Рисунок 2 – Схеми Бушєро а) Г-подібна; б) Т-подібна

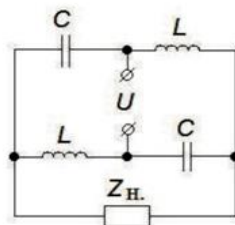


Рисунок 3 – Мостова схема Штейнметца

У Т-подібній схемі Бушєро (рис. 2, б) та схемі Штейнметца (рис. 3) спостерігаються вищі показники ККД та коефіцієнта потужності, проте вони поступаються за масогабаритними характеристиками та рівнем спотворень напруги в електромережі [7].

Для забезпечення більш точного стабілізування струму навантаження та поліпшення масогабаритних показників індуктивно-ємнісного перетворювача необхідно використовувати симетричну схему з індуктивними котушками, які мають взаємну індуктивність, що забезпечується магнітним зв'язком між ними. Наприклад, у Т-подібній схемі Бушєро котушки індуктивності, розташовані на основному магнітопроводі, з'єднані за допомогою магнітного зв'язку (рис. 2, а).

У порівнянні з послідовною схемою, симетрична схема Бушєро є кращою завдяки своїм покращеним енергетичним та масогабаритним характеристикам, а також підвищеним стабілізаційним властивостям (рис. 2, б) [7,8].

Ця схема відрізняється простотою, надійністю та високою енергетичною ефективністю. Індуктивно-ємнісні перетворювачі, побудовані за схемами Бушєро та Штейнметца, широко використовуються в системах зарядки ємнісних накопичувачів струму.

Розглянемо також Г-подібну схему індуктивно-ємнісного перетворювача, яка має такі переваги, як простота конструкції, низький вплив на живильну

мережу та відмінну електромагнітну сумісність. Однак її недоліком є низька енергетична ефективність [9].

На основі аналізу джерел [1–9] складено порівняльну таблицю (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз схем індуктивно-ємнісного перетворювача.

Критерій порівняння	Г-подібна схема Бушєро	Симетрична Т-подібна схема Бушєро	Мостова схема Штейнменца
Конструкція	Проста	Проста	Складна
Рівень спотворень	Низький рівень нелінійних спотворень	Низький рівень нелінійних спотворень	Високий рівень нелінійних спотворень
Масогабаритні показники	Низькі	Низькі	Високі
Енергетичні показники	Низькі енергетичні показники	Високі енергетичні показники ККД та коефіцієнт потужності	Високі енергетичні показники ККД та коефіцієнт потужності

У ході аналітичного огляду було досліджено наявні схеми індуктивно-ємнісних перетворювачів. З результатів порівняльного аналізу (табл. 1) видно, що симетрична Т-подібна схема Бушєро з магнітним зв'язком між індуктивними котушками є найбільш вдосконаленою, демонструючи покращені стабілізаційні властивості та енергетичні показники. Вона також має меншу масу і габарити, що робить її кращим варіантом для застосування в індуктивно-ємнісних перетворювачах для систем зарядки ємнісних накопичувачів та електромобільних зарядних станцій.

Висновки

В результаті порівняння різних схемотехнічних рішень індуктивно-ємнісного перетворювача було обрано симетричну Т-подібну схему Бушєро, оскільки вона демонструє кращі енергетичні показники в порівнянні з іншими дослідженими схемами. Використання цієї більш енергоефективної схеми в пристроях імпульсної техніки дозволить знизити витрати на електроенергію та зменшити потребу в дорогих компонентах.

Література

1. Гнатов, А. В., Аргун, Щ. В., Багач, Р. В., Гнатова, Г. А., Тарасова, В. В., & Ручка, О. О. (2021). Аналіз найбільш поширених методів визначення стійкості енергетичних систем. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: електронне наукове спеціалізоване видання*, (20), 17–26.
2. Багач Р. В. (2024). Підвищення ефективності експлуатації автомобільного електротранспорту з використанням зарядних станцій постійного струму (Doctoral dissertation, Харківський національний автомобільно-дорожній університет).

3. Багач, Р. (2024). Підвищення електромагнітної сумісності і енергоефективності зарядної станції електромобілів. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*, (25), 53–62.

4. Багач, Р. (2023). Дослідження акумуляторних блоків електромобілів та зарядних станцій на основі активного трифазного випрямляча струму. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*, (24), 62–71.

5. Спірін, В. М., Губаревич, В. М., Маруня, Ю. В., & Салко, С. В. (2018). Покращення електромагнітної сумісності однофазного мостового випрямляча з паралельним активно-ємнісним навантаженням. *Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України*, (50), 083-083.

6. Сідак, Д. О. (2024). Дослідження перспективних схем перетворювачів електричної енергії для сонячних електростанцій.

7. Калюжний, С. В. (2012). Електромеханічні системи узгодженого обертання з живленням від струмопараметричного вентиляційного перетворювача (Doctoral dissertation, –НТУ „ХПІ”, Харків, 2012.–20 с.

8. Щур, І. З., Козій, В. Б., & Голубовський, П. Й. (2017). Вентильний електропривод на основі регульованого індуктивно-ємнісного перетворювача. *Вісник Національного університету Львівська політехніка. Електроенергетичні та електромеханічні системи*, (870), 83-90.

9. Кабан, В. П. (2016). Ефективність застосування індуктивно-ємнісних перетворювачів Г-подібної структури в системах комбінованого живлення. *Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України*, (44), 129-133.

УДК 629.331

АВТОМОБІЛЬНА ЕЛЕКТРОНІКА – ІННОВАЦІЇ ВИКЛИКИ ТА ПРОБЛЕМИ ЇЇ ВИКОРИСТАННЯ

Білаш Ігор Олександрович, студент,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

e-mail: 1912zakon1912@gmail.com

Гнатов Андрій Вікторович, д.т.н., професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, kalifus76@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0932-8849

Вступ

Автомобільна електроніка є ключовим елементом сучасного автотранспорту, який дозволяє підвищити безпеку, комфорт та ефективність експлуатації транспортних засобів. Вона охоплює широкий спектр систем і технологій, що інтегруються в автомобілі для контролю різних процесів та покращення взаємодії з водієм та навколишнім середовищем [1-3].

Основні компоненти автомобільної електроніки

Сучасні автомобілі містять численні електронні системи, які виконують важливі функції: