РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію **Багача Руслана Володимировича** за темою **«Підвищення ефективності експлуатації автомобільного електротранспорту з використанням зарядних станцій постійного струму»** подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 27 - «Транспорт» за спеціальністю 274 - «Автомобільний транспорт»

1. Актуальність теми дисертаційної роботи. Актуальність дисертаційної роботи визначається необхідністю вирішення науково-практичного завдання з удосконалення методів підвищення екологічності, енергоефективності, безпеки та зручності експлуатації зарядних станцій електромобілів з батареями літій-іонного типу. Разом з ростом кількості електромобілів виникає питання про створення енергоефективних зарядних станцій та систем зарядних станцій електромобілів, що вимагає високого ККД, коефіцієнта потужності близького до одиниці, високих стандартів електромагнітної сумісності та можливості швидкого заряду. Тому актуальним є покращення показників енергоефективності зарядних станцій, зокрема зниження втрат потужності та емісії вищих гармонік, забезпечення високого коефіцієнта потужності та можливість працювати в режимі регульованого джерела струму та напруги для швидкого заряду.

2. Метою дисертаційного дослідження роботи є розробка методів підвищення енергетичних показників зарядних станцій для електротранспорту шляхом використання активних випрямлячів з корекцією коефіцієнта потужності, що дозволяє покращити характеристики електромагнітної сумісності перетворювачів зарядних станцій електромобілів з мережею електроживлення.

Для досягнення поставленої мети по підвищенню ефективності системи зарядних станцій були вирішені наступні задачі:

– проаналізовані недоліки та шляхи покращення існуючих топології зарядних станцій електромобілів, а також проведений аналіз вимог вітчизняних та міжнародних стандартів в області електромагнітної сумісності перетворювачів зарядних станцій електромобілів;

– розроблена електрична схема та математична модель зарядної станції електромобілів на базі трифазного активного випрямляча напруги з широтно-імпульсною модуляцією;

– виконано синтез регулятора вихідної напруги та вихідного струму активного випрямляча зарядної станції , який працює в ковзаючому режимі;

– проведена розробка комп’ютерної моделі запропонованої топології активного випрямляча зарядної станції та проведенні дослідження енергоефективності та показників електромагнітної сумісності.

3. Об'єкт дослідження – електромагнітні та енергетичні процеси в перетворювальному агрегаті зарядної станції для електромобілів.

4. Предмет дослідження – підвищення ефективності експлуатації автомобільного електротранспорту з використанням зарядних станцій постійного струму.

5. Обґрунтованість та достовірність наукових положень, результатів і висновків. Дисертаційна робота забезпечена обґрунтованістю та достовірністю наукових положень, забезпечена коректним використанням сучасних методів теоретичних та експериментальних досліджень; узгодженістю та кореляцією одержаних результатів з результатами теоретичних досліджень та результатами, що отримано іншими авторами у даному напрямку. Робота виконана на кафедрі автомобільної електроніки Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. Робота виконана відповідно Закону України № 3715-VI від 08.09.2011р. «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні», Розпорядженню від 30.05.2018р. № 430-р м. Київ «Про схвалення національної транспортної стратегії України на період до 2030 р.» і є складовою частиною науково-дослідної роботи кафедри автомобільної електроніки.

6. Наукова новизна:

– вперше запропоновано структуру зарядних станцій для електромобілів на базі дворівневого активного чотириквадрантного випрямляча, яка дозволяє реалізувати заряд літієвих батарей в режимі «постійний струм-постійна напруга» (CC-CV), що на відміну від існуючих аналогів дозволить підвищити показники ККД системи зарядної станції та забезпечити вимоги електромагнітної сумісності згідно міжнародних стандартів IEEE-519, IEC 61000-3-2, IEC 61000-4-3, і двонаправлену передачу електричної енергії;

– вперше розроблено аналітичний метод, що описує зарядно-розрядні характеристики літій-іонних тягових акумуляторних батарей для електромобілів, який на відміну від існуючих, враховує залежність напруги, струму та температури батареї від величини її розряду;

– удосконалено метод синтезу регуляторів вихідної та вихідної напруги зарядної станції електромобілів з активними чотириквадрантними випрямлячами, що на відміну від існуючих дозволяє підвищити швидкодію регулювання вихідної напруги та струму;

– дістали подальшого розвитку аналітичний метод визначення інтегрального значення ККД процесу передачі електроенергії при заряді батареї способом CC-CV, що на відміну існуючих дозволяє визначити ККД циклу заряду.

7. Логіка побудови дисертації.

Структура дисертації логічно побудована. Складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, 4-х розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

Розділ 1 оглядовий, в ньому обґрунтовано напрямок і поставлені завдання обраного дослідження з посиланням на уже відомі дослідження.

Розділ 2 проведений синтез математичних моделей зарядної станції та акумуляторного відсіку електромобілів.

Розділ 3 запропоновано систему автоматичного керування вихідної напруги та вихідного струму активного чотириквадрантного випрямляча зарядної станції з регулятором на базі ковзного режиму.

Розділ 4 проведені дослідження енергетичних характеристик запропонованих систем зарядної станції в комп'ютерному моделюванні.

У розділі Висновки викладено результати проведених досліджень з акцентуванням уваги на найзначущих результатах. Висновки викладені у логічній послідовності до структури дослідження та містять результати вирішення усіх поставлених завдань дослідження.

Зміст роботи відповідає назві дисертації та спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт»

8. Відповідність анотації змісту дисертаційної роботи.

Анотація відповідає змісту дисертаційної роботи.

9. Теоретичну основу проведеного дослідження складають наступні положення:

1. Проведений аналіз науково-технічної літератури щодо тенденції розвитку зарядних станцій електромобілів показав, що даний вид перетворювачів перебуває на етапі його розвитку і потребує як вдосконалення, так і розробки нових рішень та методів, що забезпечать його енергоефективність.

2. Запропоновано структуру зарядної станції електромобілів, яка складається з вхідного трансформатора, трирівневого активного випрямляча та навантаження (еквівалентної моделі блоку літій-іонних батарей електромобіля TeslaModel S), що забезпечує відносно відомих технічних рішень зарядних станцій покращення параметрів ККД, коефіцієнта потужності та коефіцієнта гармонічних спотворень.

3. Для запропонованої схеми зарядної станції електромобілів на базі трифазного активного чотириквадрантного випрямляча виконано синтез системи керування та регулятора вихідного струму та вихідної напруги. Проведено імітаційне моделювання системи керування регулятора активного випрямляча, заснованого на реалізації ковзного режиму при зміні опору навантаження та зі спостерігачем навантаження за допомогою програмного середовища Matlab / Simulink.

4. Приведено методику розрахунку ККД процесу заряду розглянутої системи. На основі поліноміального наближення енергетичних залежностей

IGBT-модулів створено математичну модель розраховувача статичних та динамічних втрат енергії. Проведено аналіз параметрів якості електроенергії, складових втрат енергії та ККД зарядної станції на інтервалі повного заряду акумулятора при різних струмах заряду та частоті ШІМ. В програмному середовищі Matlab розроблено імітаційну модель запропонованої зарядної станції.

10. Практичне значення отриманих результатів полягає в наступному:

Результати дисертаційної роботи, включаючи аналітичні співвідношення та комп'ютерні моделі, мають практичне значення і рекомендуються для застосування у практиці при модернізації і розробці нових перетворювальних агрегатів зарядних станцій електромобілів. Це спрямовано на підвищення якості електричної енергії та ККД.

Основні наукові положення дисертаційної роботи використані:

– у навчальному процесі ХНАДУ при підготовці бакалаврів та магістрів за освітньо-професійними програмами «Електромобілі та автомобільна електроніка» та «Електромобілі та енергозберігаючі технології»;

– у діяльність компанії «Elcars» використовуються науково-практичні методи підвищення ефективності експлуатації автомобільного електротранспорту в міських умовах експлуатації та застосування енергоефективних технологій на електричному автомобільному транспорті та його зарядній інфраструктурі;

– у ТОВ «АВТОДОМ ХАРКІВ» впровадження результатів дисертаційних досліджень дозволяють провести побудову зарядних станцій для електромобілів на базі дворівневого активного чотириквадрантного випрямляча;

– у компанії ТОВ «АКУТЕК» результати роботи впроваджені при розробці джерела безперебійного живлення ІБП60К, що містить літій-іонні накопичувачі та має систему автоматичного заряду.

11. Опублікованість.

Результати дисертаційної роботи повністю відображено в публікаціях у фахових виданнях та у виданні, що входить до міжнародних науко метричних баз.

Основні положення дисертаційної роботи опубліковані у 19 наукових роботах, у тому числі: 1 монографія ; 5 статей у наукових фахових виданнях України та інших держав (з них 1 – у виданнях, що включені до наукометричної бази Scopus (Quartiles – Q2)); 13 тез доповідей у збірниках доповідей на наукових конференціях.

12. Дотримання принципів академічної доброчесності.

На підставі вивчення тексту дисертації, наукових праць здобувача та протоколу контролю оригінальності (перевірку наявності текстових запозичень виконано в антиплагіатній системі Unicheck) встановлено, що дисертаційна робота виконана самостійно, текст дисертації не містить плагіату, а дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності.

ВИСНОВОК:

Дисертація **Багача Руслана Володимировича** на тему **«Підвищення ефективності експлуатації автомобільного електротранспорту з використанням зарядних станцій постійного струму»** є завершеним науковим дослідженням, актуальність теми дисертаційного дослідження, обґрунтованість, достовірність, наукова новизна положень, висновки, рекомендації, які сформульовані в дослідженні, практичні впровадження, кількість та якість публікацій відповідають вимогам п. 6, 7, 8 та 9 «Порядку присудження ступеню доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44. Дисертація оформлена згідно з вимогами освітньо-наукової програми автомобільний транспорт, яка реалізовується в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті і не суперечить вимогам Наказу МОН України від 17.01.2017 року №40. Автор дисертації **Багача Руслана Володимировича** заслуговує на присудження ступеня доктора філософії **у** галузі знань 27- «Транспорт» за спеціальністю 274 - «Автомобільний транспорт».

Рецензент
кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредескула Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Михайло ХОЛОДОВ

Підпис Холодова Михайла Павловича
засвідчую
Проректор [illegible] Михайлевич