

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора Пересади Сергія Михайловича на дисертаційну роботу Шевченка Віктора Олександровича на тему: **«Система безпроводної передачі енергії на основі багаторівневих перетворювачів з покращеними масогабаритними параметрами»**, подану в раду Інституту електродинаміки НАН України для здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Актуальність теми досліджень. Дослідження в галузі зеленої енергетики та електричного транспорту підтримуються урядами багатьох країн для запобігання глобальній зміні клімату на планеті. Також активно розвиваються методи, способи, технології і пристрої безпроводної передачі енергії, які мають загальновідомі переваги перед контактними з'єднаннями. Саме тому популярність індивідуального електротранспорту перш за все у високоурбанізованих містах із заторами і обмеженим простором стрімко зростає з року в рік практично в усьому світі і зокрема, в Україні. Безпроводні аналоги для зарядки низьковольтних акумуляторних батарей індивідуального електротранспорту на ринку України поки що відсутні взагалі, що також є важливим аспектом актуальності теми дослідження. На світовому ринку безпроводні зарядні пристрої для малопотужних застосувань знаходяться в зародковому стані, здебільшого у стані випробувань та лабораторних прототипів. Масове поширення систем бездротової передачі енергії та всіх бездротових зарядних пристроїв здебільшого обмежене собівартістю та масогабаритними параметрами таких систем порівняно з дротовими аналогами, не зважаючи на значущі практичні переваги над ними.

Тому дисертаційна робота Шевченка В.О. присвячена вирішенню важливого та актуального наукового завдання, яке полягає у покращенні масогабаритних параметрів системи безпроводної передачі енергії (БПЕ), а саме безпроводного зарядного пристрою (БЗП) для низьковольтних акумуляторних батарей індивідуальних електричних транспортних засобів шляхом огляду, аналізу, порівняння, розрахунків, обґрунтування вибору та впровадження комплексу науково-практичних технічних і програмних методів та засобів.

Актуальність виконання такої наукової роботи підтверджено дослідженнями, які проводились протягом 2017-2020 років у Національному університеті «Чернігівська політехніка» в рамках держбюджетної НДР «Високоєфективна система бездротової зарядки низьковольтних накопичувачів енергії легких електричних транспортних засобів» (№ 0117U007260), де автор був відповідальним виконавцем.

Наукова новизна і теоретичне значення роботи полягає у розробці методів безпроводної передачі енергії з метою покращення масогабаритних

показників безпровідних зарядних пристроїв для низьковольтних акумуляторних батарей індивідуальних електричних транспортних засобів.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в наступному.

1. Вперше запропоновано топологію на основі інвертора Т-типу з розділеними котушками індуктивності в передавальній частині, що дозволяє зменшити масогабаритні показники передавальної частини системи безпровідної зарядки.

2. Вперше розроблено математичну модель пристрою безпровідної зарядки на основі інвертора Т-типу з розділеними котушками індуктивності, що дозволяє оцінювати ККД та розміри магнітних компонентів в залежності від номінальних параметрів компонентів.

3. Вперше розроблено критерії порівняння і проведено порівняльний аналіз сучасних напівпровідників в запропонованому рішенні на основі інвертора Т-типу, який демонструє переваги та недоліки їх практичного застосування.

Практична цінність результатів роботи полягає у тому, що:

1. Розроблено та експериментально перевірено безпровідний зарядний пристрій для низьковольтних накопичувачів електричної енергії номінальною потужністю 110 Вт та номінальною напругою батареї 48 В з ефективністю 90 % на базі інвертора Т-типу та розділеними передавальними котушками індуктивності із покращеними масогабаритними показниками, який рекомендовано для використання в розробках ТОВ «П'єзосенсор» .

2. Сформовано рекомендації щодо практичного застосування різних типів компенсаційних ланок в пристроях БПЕ залежно від різного призначення;

3. Спроектовано та виготовлено оптимізовані розділені передавальні котушки і приймальну котушку індуктивності з подвійною намоткою для БПЕ у БЗП на базі інвертора Т-типу.

4. Розроблено та перевірено замкнуту систему керування покращеним безпровідним зарядним пристроєм на базі ПІ регулятора з алгоритмом виявлення вторинної котушки індуктивності та функцією автоматичної зупинки процесу зарядки і захистом від надмірного перевищення струму та напруги зарядки.

Матеріали дисертаційної роботи застосовуються у навчальному процесі Національного університету «Чернігівська політехніка» під час викладання дисциплін «Електроживлення радіоелектронних апаратів» та «Технології бездротової передачі енергії» для підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеню «бакалавр» за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» та для здобувачів вищої освіти рівня «доктор філософії» освітньої програми 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» відповідно, в лекціях та лабораторних заняттях.

Основні наукові результати дисертації коректно представлено в загальних висновках.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендації. Ступінь обґрунтованості отриманих у дисертації наукових положень і висновків є достатнім, базується на фундаментальних положеннях теорії електротехніки та підтверджується проведенням досліджень із застосуванням відомих теоретичних, аналітичних та чисельних методів, збігом теоретичних розробок і розрахунків з результатами комп'ютерного моделювання та експериментів.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею. Повний обсяг дисертації складає 136 сторінок друкованого тексту та містить вступ, 5 розділів, висновки, список використаних джерел із 111 найменувань і 3 додатків. Основний зміст викладений на 116 сторінках друкованого тексту.

У *вступі* обґрунтовано доцільність та актуальність роботи, відзначено зв'язок роботи з науковими програмами та планами, сформульовано мету, об'єкт, предмет, задачі та методи досліджень, визначені наукова новизна, практичне значення отриманих результатів роботи, а також подані відомості про апробацію дисертаційної роботи.

У *першому розділі* здійснено огляд джерел інформації та аналіз ринку зарядних пристроїв для транспортних засобів, встановлено обмеження для масового поширення бездротових зарядних пристроїв та запропоновано шляхи їх подолання.

У *другому розділі* запропоновано топологію багаторівневого інвертора Т-типу для застосування в системі БПЕ з метою зменшення масогабаритних параметрів; запропоновано, розроблено та досліджено моделі котушок індуктивності круглої форми за допомогою методу скінчених елементів для системи БПЕ з покращеними масогабаритними параметрами.

У *третьому розділі* запропоновано та розроблено модифіковану замкнуту систему керування БЗП на базі ПІ регуляторів, зокрема запропоновано алгоритм виявлення вторинної котушки індуктивності; запропоновано математичну модель замкненої системи керування та проведено оцінку коефіцієнтів регулятора за допомогою перетворення Лапласа та математичного моделювання; досліджено стабільність розробленої замкненої системи керування із врахуванням суттєвої затримки передачі даних між приймальною та передавальною частинами.

У *четвертому розділі* розроблено та проаналізовано математичну модель втрат потужності основних компонентів системи БПЕ на базі інвертора Т-типу порівняно з аналогічною системою БПЕ на базі класичного повномостового інвертора для двох типів транзисторів.

П'ятий розділ дисертації присвячено експериментальним дослідженням з метою підтвердження отриманих теоретичних результатів. Остаточо доведено та підтверджено, що запропоноване рішення має найменші масогабаритні

параметри порівняно з іншими аналогами.

У цілому структура, обсяг та оформлення дисертації відповідають чинним вимогам, які ставляться до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 14 «Електрична інженерія».

Повнота викладу в опублікованих працях. За результатами виконаних досліджень опубліковано 10 наукових праць, із них опубліковано 3 статті в закордонних періодичних наукових виданнях, що індексуються наукометричною базою Scopus, 3 публікації в тезах доповідей міжнародних наукових конференцій, які індексуються наукометричною базою Scopus.

Основні положення та наукові результати дисертаційної роботи розглядалися на міжнародних наукових конференціях: «IEEE II International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS 2018)» (Україна, Харків, 2018р), «IEEE 2nd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON-2019)» (Україна, Львів, 2019р), «IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS-2020)» (Туреччина, Стамбул, 2020р).

Наукові результати дисертації достатньо повно представлені в науково-технічних публікаціях.

Зауваження щодо результатів, змісту і оформлення дисертації

1. При формулюванні основних положень дисертації бажано притримуватись загальноприйнятої форми їх представлення. Це стосується пункту 3 наукової новизни, в якому наукову складову не представлено в явному вигляді. Більшої формалізації вимагає також визначення об'єкту і предмету дослідження.

2. В розділі 3 автор розглядає спрощений об'єкт керування, в той же час ніякого обґрунтування прийнятих спрощень моделі не розглянуто. Чи впливає на процеси керування динаміка акумуляторної батареї?

3. Автор використовує каскадну структуру системи керування напругою, відому також як система з підпорядкованим регулюванням. Для цих систем розроблено і багато років використовуються аналітичні методи синтезу, які набагато досконаліші у порівнянні з розглянутими в роботі.

4. У роботі присутні випадки використання не типової для систем керування термінології.

Зазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Шевченка В.О.

Висновок. Представлена дисертаційна робота є цілісною логічно побудованою науковою працею, викладеною лаконічно і коректно з використанням сучасної наукової та інженерно-технічної термінології. Назва дисертації відповідає її змісту.

При розгляді виконаних в дисертаційній роботі досліджень, висновків та результатів з урахуванням повноти публікацій, можна відзначити, що наведені зауваження несуттєві та не знижують цінність роботи.

Наукова, теоретична і практична цінність розробок, новизна рішень, вірогідність і значущість висновків дають підставу вважати, що дисертація «Система безпровідної передачі енергії на основі багаторівневих перетворювачів з покращеними масогабаритними параметрами» Шевченка Віктора Олександровича є завершеною науковою працею, в якій отримано нові теоретично і практично обґрунтовані результати для створення бездротового зарядного пристрою з покращеними масогабаритними параметрами.

За актуальністю обраної теми, обсягом та рівнем виконаних досліджень, повнотою вирішення наукових і практичних задач, новизною і ступенем обґрунтованості отриманих результатів та практичних висновків, за змістом поданого в ній матеріалу дисертаційна робота відповідає вимогам п.10 та п.11 «Тимчасового порядку присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 06.03.2019 р. № 167 із змінами, внесеними згідно з Постановою КМУ № 608 від 09.06.2021, а її автор Шевченко Віктор Олександрович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Завідувач кафедри автоматизації
електромеханічних систем та електроприводу
Національного технічного
університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
д.т.н., професор.



[Handwritten signature]
С.М. Пересада.

Підпис проф. Пересади Сергія Михайловича засвідчую

