

РЕЦЕНЗІЯ

к.т.н., доцента кафедри електричної інженерії
та інформаційно-вимірювальних технологій
Національного університету «Чернігівська політехніка»
Бодунова Вадима Миколайовича

на дисертаційну роботу

Пахалюка Богдана Петровича на тему:

«Напівпровідникові перетворювачі з покращеними масогабаритними параметрами для бездротової зарядки на основі імпедансної ланки в резонансному режимі»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Актуальність обраної теми дисертаційного дослідження

Системи бездротової передачі енергії, які починали виникати ще в середині минулого століття, набули високого інтересу лише в останнє десятиліття з розвитком технологій і особливо з розвитком портативних акумуляторних електроприладів та електротранспорту. Особливий інтерес до цієї технології виникає у компаній, які займаються прокатом електроскутерів, оскільки використання такої технології дозволяє значно зменшити витрати на їх обслуговування та заряджання. Додатково підвищується електробезпека через відсутність роз'ємів та кабелів живлення.

Таким чином, тематика дисертаційної роботи Пахалюка Б.П. є актуальною та важливою в умовах сьогодення.

Зв'язок дисертації з науковими програмами, планами, темами

Результати досліджень є складовою частиною науково-практичних розробок в рамках пріоритетного напрямку розвитку науки і техніки в Україні «Енергетика та енергоефективність». Робота виконувалася відповідно до тематичного плану науково-дослідних робіт Національного університету «Чернігівська політехніка» в рамках науково-дослідних тем «Високоєфективна система бездротової зарядки низьковольтних накопичувачів енергії легких електричних транспортних засобів» №0117U007260, «Високоєфективні системи бездротової передачі електричної енергії на основі нових топологій напівпровідникових перетворювачів» №0118U003865, «Забезпечення максимальної ефективності автономних електроенергетичних систем на основі фотоелектричних перетворювачів для спеціальних застосувань» №0123U100975.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій

Ознайомлення зі змістом дисертації дає підстави зробити висновок, що сформовані автором наукові положення, висновки і рекомендації є достовірними та обґрунтованими. Дисертаційна робота логічно побудована, її автор системно підійшов до постановки наукового завдання, формулювання задач, обравши вірні методи та прийоми дослідження.

Достовірність наукових результатів та обґрунтованість наведених автором висновків зумовлена правильно сформованими методологічними положеннями дослідження, які ґрунтуються на використанні положень фундаментальної теорії електричних кіл, теорії лінійних та нелінійних систем, теорії математичного моделювання, теорії автоматичного управління, теорії оптимізації та фізичного експерименту.

Обґрунтованість наукових пропозицій автора, висновків та представлених рекомендацій підтверджується їх апробацією на міжнародних науково-технічних конференціях, науковими публікаціями.

Структура і зміст дисертаційної роботи.

Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, шести розділів, списку використаних джерел та дев'яти додатків. Загальний обсяг роботи становить 233 сторінки, з них основний текст – 154 сторінки. Список використаних джерел налічує 168 найменувань.

У вступі обґрунтовано актуальність теми; сформульовано наукове завдання; відзначено зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; сформульовано мету та завдання дослідження; визначено об'єкт, предмет і методи дослідження; представлено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертації.

Перший розділ дисертації присвячений дослідженню існуючого стану технології бездротової передачі енергії. Розглянуто наявні на ринку комерційні зразки систем живлення електроскутерів. Визначено основні параметри системи передачі енергії для подальшого дослідження.

В другому розділі дисертації було виконано порівняльний аналіз перспективних топологій систем бездротової передачі енергії. За допомогою імітаційного моделювання проаналізовано вплив основних параметрів на показники ефективності.

У третьому розділі дисертації отримано аналітичну модель системи бездротової передачі енергії з використанням імпедансної ланки. Кожен зі

станів системи був описаний системою диференціальних рівнянь, та отримано аналітичні рівняння режимів роботи схеми.

Четвертий розділ дисертації присвячений оптимізації системи бездротової передачі енергії на основі імпедансної ланки з використанням генетичного алгоритму. Отримані рішення корелюють з вибраним діапазоном робочих параметрів акумуляторів низьковольтних транспортних засобів.

У п'ятому розділі проведено аналіз варіантів систем керування та запропоновано систему керування з предиктором Сміта, засновану на спрощеній імітаційній моделі, що дозволило зменшити перерегулювання і час виходу на очікуване значення струму.

У шостому розділі наведені результати проведення експериментальних досліджень з використанням малопотужних прототипів систем бездротової передачі енергії. Експериментально підтверджено, що запропонована топологія дозволяє отримати кращі значення ккд порівняно із класичним рішенням.

Дисертаційна робота є логічною, послідовною та завершеною працею, що виконана автором самостійно. Наукове дослідження оформлене відповідно до встановлених вимог та містить усі необхідні структурні елементи.

Наукова новизна одержаних результатів

Отримані здобувачем результати мають наукову новизну. Вона полягає в тому, що науково обґрунтовано структуру та параметри системи бездротової індуктивної передачі енергії з покращеними масогабаритними показниками.

Поставлені в роботі задачі вирішені повністю.

Серед наукових здобутків Пахалюка Б. П. на особливу увагу заслуговують такі:

Вперше розроблену математичну модель багатокотушечної системи бездротової передачі енергії з використанням імпедансної ланки в імпедансному режимі, що дозволяє розрахувати пасивні компоненти в залежності від номінальної робочої точки.

Вперше запропоновано спосіб керування системою бездротової енергії з використанням імпедансної ланки в резонансному режимі, яка враховує суттєву затримку передачі даних між приймальною та передавальною частинами і покращує функціональність та надійність пристрою.

Практичне значення результатів дослідження

Теоретичні положення дисертаційної роботи мають практичну цінність. Вони можуть використовуватися при проектуванні конкурентоспроможних систем безпроводного заряджання електроскутерів та інших акумуляторних пристроїв.

Запропоновано використання імпедансної ланки як одночасного інвертора і передавача для систем бездротової передачі енергії в резонансному режимі, що дозволяє зменшити кількість напівпровідникових і реактивних елементів, а також спростити систему керування.

Розроблено малопотужні прототипи, які дозволили порівняти запропоноване рішення на основі імпедансної ланки в резонансному режимі і показали, що воно має значно вищі показники ефективності та менші значення розмірів реактивних компонентів у порівнянні з класичним рішенням.

Отримані результати дослідження використано на ТОВ «Системи проектування та точного синтезу» при модернізації технологічних розробок.

Також отримані результати досліджень використовуються в навчальному процесі Національного університету «Чернігівська політехніка» при навчанні здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» та освітньо-наукового рівня «доктор філософії» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Повнота викладення наукових результатів дисертації в опублікованих працях

За результатами дослідження опубліковано 16 наукових праць, з них: чотири статті у періодичному науковому виданні, проіндексованому у міжнародній наукометричній базі даних Scopus, дві статі у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України, два патенти та вісім праць апробаційного характеру.

Наукові публікації відповідають вимогам п. 8, 9 Порядку присудження ступеня 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.

Дотримання норм академічної доброчесності

За результатами аналізу представлених матеріалів фактів порушення академічної доброчесності не встановлено.

Дисертант дотримувався норм та принципів академічної доброчесності, норм законодавства про авторське право, порушень яких, як і академічного плагіату, не виявлено. У дисертації наявні посилання на відповідні джерела, зазначені у списку використаних джерел, визначено особистий внесок автора в опублікованих у співавторстві працях.

Висновки та пропозиції, що викликають певні сумніви, зауваження на окремі суперечності та можуть слугувати підґрунтям дискусії під час захисту дисертації

Зауважуючи загальний високий рівень дисертаційного дослідження, слід зазначити наступні зауваження та дискусійні положення:

1. Некоректно сформульовано об'єкт та предмет дослідження, а саме «Об'єктом дослідження є електромагнітні процеси в напівпровідникових перетворювачах...» та «Предметом дослідження є напівпровідникові перетворювачі...» (с.21). Оскільки предмет дослідження має міститися в межах об'єкта, зазначені об'єкт та предмет дослідження доцільно було поміняти місцями.

2. В анотації (с.3) наявні ключові слова, які не відносяться до тематики дослідження, наприклад, «розосереджена генерація», «приватні домогосподарства».

3. Перший пункт наукової новизни (с. 22), який стосується запропонованої структури системи бездротової передачі енергії, в наведеному формулюванні коректно було перенести до практичного значення отриманих результатів, також в практичне значення потрібно було включити інформацію з актів про впровадження (додатки Б та В).

4. Потребує пояснень показник «ефективність» μ на рисунках 2.4 та 2.5, який далі в роботі не використовується.

5. З тексту дисертації не зрозуміло, чому вагові коефіцієнти V_i мають саме такі числові значення, як наведено на стор.124, формула (4.12).

6. Потребує пояснень поділ результатів оптимізації на дві групи за умовами $J > 0.3$ та $J < 0.3$ (розділ 4).

7. В розділі 6 досліджуються експериментальні зразки з потужностями до 10 Вт. Доцільно було проаналізувати отримані результати (особливо, присвячені балансу енергії) з точки зору їх перерозподілу при масштабуванні масогабаритних параметрів перетворювача та збільшенні вихідної потужності до одиниць кВт.

8. По тексту наявні стилістичні та пунктуаційні помилки, опечатки, наприклад, при форматуванні списків, нумерації формул та таблиць в додатках Г, Д, Е та ін.

Зазначені зауваження не мають принципового характеру та не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Загальні висновки та оцінка дисертації

Дисертаційна робота на тему «Напівпровідникові перетворювачі з покращеними масогабаритними параметрами для бездротової зарядки на основі імпедансної ланки в резонансному режимі» є самостійною та завершеною працею, має наукову новизну та практичне значення.

Дисертаційне дослідження відповідає спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

За змістом, структурою, обсягом та оформленням дисертаційна робота відповідає вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (зі змінами) та «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №44 від 12 січня 2022.

Зазначене дозволяє зробити висновок що Пахалюк Богдан Петрович, автор дисертації на тему «Напівпровідникові перетворювачі з покращеними масогабаритними параметрами для бездротової зарядки на основі імпедансної ланки в резонансному режимі» заслуговує на присудження ступеня доктор філософії за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Рецензент:

к.т.н., доцент кафедри електричної інженерії
та інформаційно-вимірювальних технологій
Національного університету
«Чернігівська політехніка»
МОН України

В.М. Бодунов