

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Лук'янова Миколи Олексійовича
на тему «Розосереджена система живлення електротранспорту
на основі сонячних панелей»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації
за спеціальністю 171 Електроніка

Обґрунтування вибору теми дисертаційної роботи

Розробка систем живлення електротранспорту на основі сонячних панелей та модульних перетворювачів є актуальною, оскільки сприяє розвитку відновлюваних джерел енергії та зменшенню викидів CO₂. Використання корекції зворотного зв'язку дозволяє ефективно балансувати потужність окремих модулів перетворювача, що дозволяє масштабувати сонячну електростанцію за допомогою стандартних промислових перетворювачів.

Наукові дослідження були виконані здобувачем на кафедрі електронних пристроїв та систем КПІ ім. Ігоря Сікорського в рамках проекту «Система енергозабезпечення високочастотних вентиляно-індукторних двигунів дрона з багатокомірковими перетворювачами і просторово-часовою модуляцією», номер державної реєстрації – № 0120U102131, під керівництвом д.т.н., професора Вербицького Євгена Володимировича, а також в Гданському Політехнічному університеті в рамках проекту – «Smart and Green Energy Systems and Business Models (SMARTGYsum)» – угода № 955614 Marie Skłodowska-Curie.

Зважаючи на викладене вище, тема дисертаційної роботи, безумовно, є актуальною, а її вибір обґрунтовано достатньою мірою.

Оцінка структури та змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 178 сторінок.

У вступі висвітлено мету і задачі дисертації, об'єкт, предмет дослідження, наукову новизну, а також практичне значення отриманих в роботі результатів.

У першому розділі дисертації, автор проаналізував сучасні виклики при з'єднанні сонячних панелей з електричними мережами електротранспорту. Дослідження показало, що інтеграція сонячних панелей в тягові лінії може зменшити навантаження на централізовані підстанції і поліпшити якість електропостачання. Для визначення найкращого місця підключення сонячних панелей в роботі порівнюються різні методи інтеграції, включаючи використання трансформаторів низької частоти, кондиціонерів постійного струму. На основі аналізу останніх тенденцій у фотовольтаїчних системах автор виявив актуальну наукову проблему для вирішення — розробка модульної систем перетворення енергії, а також її системи керування задля забезпечення масштабування системи й зменшення її вартості.

У другому розділі автор застосував розроблену методику порівняння різних топологій перетворювача, що ґрунтується на порівнянні ціни та втрат у напівпровідникових елементах для аналізу популярних топологій перетворювачів у фотовольтаїці. Це дозволило вибрати оптимальну топологію для модульного перетворювача. Також, автор провів оцінку економічних вигід встановлення різних систем, у тому числі послідовно з'єднаних перетворювачів, перетворювачів з гальванічною ізоляцією та гібридних багатопортових перетворювачів з накопичувачами енергії. У результаті порівняння були отримані відносні оцінки вартості та втрат як для традиційних фотовольтаїчних рішень, так і для запропонованої модульної системи перетворювача.

У третьому розділі автор описує структуру модульного перетворювача та проводить розробку універсальної системи керування таким перетворювачем. Для цього аналізується стійкість вбудованої системи керування та визначається вплив розробленої системи керування на загальну стійкість системи. Також встановлюються параметри регуляторів для забезпечення оптимальної роботи перетворювача з необхідними запасами по стійкості.

У четвертому розділі автор проводить моделювання та експериментальну перевірку розробленого модульного перетворювача. Для цього в роботі приводяться побудовані моделі в середовищі MATLAB Simulink для різних типів підключення перетворювачів - паралельно/послідовно за входом/виходом. Під час моделювання вимірювалися дисбаланси струмів та напруги кожного модуля. Результати показали відповідність теоретичних розрахунків і здатність розробленої системи керування усувати дисбаланс струмів/напруг як для послідовно, так і для паралельно з'єднаних перетворювачів.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Лук'янова М.О. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171 Електроніка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Електроніка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Системи живлення електротранспорту».

Аналіз звіту подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння показав, що дисертаційна робота Лук'янова Миколи Олексійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

– розроблено методику оцінки втрат енергії та вартості силових перетворювачів на основі встановленої потужності, що дозволяє систематизувати процес вибору комірки для модульного перетворювача сонячної електростанції;

– запропоновано модульну каскадну структуру силового перетворювача на основі окремих комірок для інтеграції сонячних панелей в систему живлення електротранспорту, що дозволяє використовувати стандартні перетворювачі для масштабування параметрів системи;

– вперше розроблено метод регулювання струму та напруги комірки з функцією балансування на основі корекції сигналу зворотного зв'язку. Це вирішує проблему рівномірного розподілення потужності між комірками перетворювача.

Достовірність та обґрунтованість отриманих наукових результатів забезпечується коректним використанням методів теорії автоматичного керування, методик розрахунку і аналізу електромагнітних процесів в перетворювачах електроенергії та результатами експериментальних досліджень, проведених в середовищі MATLAB Simulink.

За результатами ознайомлення зі змістом дисертації можна зробити висновок, що розроблені автором наукові положення, висновки й рекомендації є обґрунтованими та достовірними. Дисертаційна робота має логічну структуру, задачі сформульовано коректно, а обрані методи дослідження відповідають складності поставлених задач. Основні положення та висновки дисертації мають достатній рівень апробації, були представлені та одержали схвалення на міжнародних науково-практичних конференціях.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою, вона має внутрішню єдність та логіку. Мова і стиль дисертації в цілому задовільні та відповідають вимогам стандартів оформлення науково-дослідних робіт. В роботі використано загальноприйняту сучасну наукову термінологію. Обсяг і структура дисертації відповідають вимогам чинних нормативних документів.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

Наукові результати дисертаційної роботи достатньою мірою висвітлені у 14 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 1 стаття у фаховому науковому виданні категорії Б; 3 статті у міжнародних періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus (з яких 1 стаття у виданні Q1), 1 стаття опублікована за результатами обговорення на конференції IEEE, має ISSN і проіндексована в Scopus.

Основні положення і результати роботи доповідалися й обговорювалися на 7 науково-технічних конференціях міжнародного рівня: 2023 IEEE 17th International Conference on Compatibility, Power Electronics and Power Engineering (CPEPOWERENG, Tallinn, Estonia, 2023); 2022 IEEE 8th International Conference on Energy Smart Systems (ESS, Kyiv, Ukraine, 2022); 2020 6th IEEE International

Energy Conference (ENERGYCon, Gammarth, Tunisia, 2020); XV Konferencja Naukowa Sterowanie w Energoelektronice i Napędzie Elektrycznym (SENE, Łódź, Poland, 2022); XI Konferencja Naukowo-Techniczna Innowacyjne Materiały i Technologie w Elektrotechnice (i-MITEL, Poland, 2023), VI міжнародна науково-технічна конференція «Smart-технології в енергетиці та електроніці – 2021» (STEE-2021, смт. Лазурне, Україна, 2021); Doctoral School of Energy and Geotechnology III, 21st International Symposium Topical Problems in The Field of Electrical and Power Engineering (Parnu, Estonia, 2022).

У дисертації наявні посилання на відповідні джерела, зазначені у списку використаних джерел.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

До дисертаційної роботи виникли наступні зауваження, а також питання, що потребують обговорення та/або уточнення.

1. В другому пункті наукової новизни відсутнє визначення ступеня новизни (вперше, вдосконалено, уточнено тощо). Він потребує уточнення під час захисту.

2. Інформацію про особистий внесок автора в опублікованих у співавторстві працях подано окремим документом, що ускладнило аналіз тексту дисертаційної роботи.

3. Імена і прізвища авторів в бібліографічному описі деяких джерел зі списку використаних джерел представлені некоректно – зроблені скорочення, які не дозволяють ідентифікувати авторів – що ускладнило роботу зі списком першоджерел.

4. В оглядовій частині дисертаційної роботи й списку використаних джерел не представлено результати патентного пошуку, що обмежує оцінку поточного рівня розвитку області техніки, яка досліджується. Чи проводився патентний пошук і які перспективи патентування запропонованих рішень?

5. В оглядовій частині наведено такий вид з'єднання сонячних панелей, як «підмодульне з'єднання», але не наведено пояснень в чому полягає його суть і чим воно відрізняється від з'єднання «модульне з'єднання».

6. В оглядовій частині відсутній аналіз характеристик фотоелектричних панелей при вертикальному встановленні. Чи вплине такий спосіб встановлення на показники енергетичної ефективності при використанні запропонованих здобувачем технічних рішень (модульної топології перетворювача, конфігурації системи балансування тощо)?

7. Відповідно до чинних «Вимог до оформлення дисертації» у висновках рекомендується вказувати можливі напрями продовження досліджень за тематикою дисертації. Які напрями подальших досліджень за тематикою дисертації існують? Які із них мають найкращі перспективи розвитку?

8. Твердження «елементи з'єднують послідовно для підвищення напруги і паралельно для підвищення потужності», с. 34-35, є некоректним. Потужність підвищується і за послідовного з'єднання елементів. Деякі терміни не є загально

прийнятими і, можливо, потребують уточнення або обґрунтування їх використання, як, наприклад: «багатопортовий», «висока модульність» тощо. Щодо терміну «іоністор», який використовувався раніше, зараз загальноприйнятим є використання терміну «суперконденсатор».

9. За текстом дисертації зустрічаються несуттєві орфографічні, синтаксичні та стилістичні помилки (гідроелектроелектростанції, потужністю, рідко, дороговизна, «оскільки потужні сонячні станції», масиву, мостовим перетворювачем, підвищуючі перетворювачі, акумулятори з двонапрямленими зарядними пристроями, данамічні втрати, динамічних втрат, статичні втрати транзистора тощо).

Треба відмітити, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Лук'янова Миколи Олексійовича на тему «Розосереджена система живлення електротранспорту на основі сонячних панелей» виконана на високому науковому рівні з дотриманням принципів академічної доброчесності та є завершеним науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі 17 Електроніка та телекомунікації. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6-9 «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 № 44 від 12 січня 2022 року, зі змінами, внесеними згідно з Постановами КМ № 341 від 21.03.2022 та № 502 від 19.05.2023.

Здобувач Лук'янов Микола Олексійович заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 17 Електроніка та телекомунікації за спеціальністю 171 Електроніка.

Рецензент:

Доцент кафедри
електронних пристроїв та систем
КПІ ім. Ігоря Сікорського,
канд. техн. наук, доц.

