

РЕЦЕНЗІЯ
на дисертацію **Мартінова Дмитра В'ячеславовича**

«Двонаправлені напівпровідникові перетворювачі для систем накопичення електроенергії з підвищеною якістю вихідної напруги» поданої на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 14 «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Сучасні системи електропостачання повинні вміти балансувати попит і пропозицію енергії в будь-який момент, володіти більш гнучким керуванням і забезпечувати максимальну ефективність використання електроенергії. При цьому зростає частка поновлюваних джерел у світі. Зберігання енергії є ключовим джерелом гнучкості і дозволяє будувати енергосистеми з одночасним виробництвом та споживанням електроенергії, що є ключовим елементом «розумної» енергетики.

Розвиток систем накопичення призводить до збільшення двонаправлених потоків електроенергії і відповідно потребує пристроїв, які забезпечують ефективно двостороннє передавання енергії, задовольняють вимоги до якості напруги, мають високу надійність і мінімальні втрати при перетворенні електроенергії.

Це визначає актуальність дисертаційної роботи, яка присвячена вирішенню важливого наукового завдання – підвищення ефективності двонаправлених напівпровідникових перетворювачів для систем накопичення електроенергії.

Актуальність роботи підтверджує ще й той факт, що тема дисертаційної роботи відповідає науково дослідним роботам відділу транзисторних перетворювачів Інституту електродинаміки НАН України відповідно до державних галузевих програм науково-технічних досліджень: НДР: «Розвиток теорії та принципів побудови енергоефективних високочастотних напівпровідникових перетворювачів модульної структури для потужних систем живлення електротехнологічного обладнання з нестационарним навантаженням» "Джерело-4", №ДР 0124U000393 (КПКВК 6541030.; НДР: «Розробити методи та засоби підвищення ефективності та надійності індукційних установок електротермічної обробки металевих розплавів і деталей складної форми» («Елінд П », №ДР 0122U000534.).

Автором запропоновано нову топологію асиметричного перетворювача з магнітозв'язаними дроселями та додатковим дроселем. Така топологія збільшує динаміку – швидкості зміни напрямку потоку енергії, та поліпшує вихідні характеристики, наприклад, зменшує пульсації струму. Топологія використовує всього 2 транзистора та дозволяє усунути наскрізні струми та використовувати дискретні діоди, які мають набагато кращі динамічні властивості, ніж внутрішній діод силових ключів. Доведено, що така структура дозволяє значно зменшити циркуляційні струми і пов'язані з ними втрати потужності в двонаправленому перетворювачі.

Розроблено нові аналітичні моделі асиметричного інвертора з магнітозв'язаними дроселями для систем накопичення енергії, які, на відміну від існуючих, дозволяють розрахувати параметри інвертора на етапі проектування з урахуванням запобігання виникненню циркуляційних струмів. Встановлено, що чим більш високовольтне джерело живлення перевищує низьковольтне, тим більшу додаткову індуктивність потрібно вводити, щоб запобігти циркуляції струмів в асиметричному інверторі з магнітозв'язаними дроселями. Автором знайдено умови для зменшення чи повного зникнення циркуляційних струмів в двонаправленому перетворювачі з магнітозв'язаним дроселем та погодженим послідовним включенням обмоток дроселя.

Автором розроблено модель мережевого інвертора з ШІМ на основі представлення його, як нелінійної імпульсної системи з дискретним керуванням, в якій застосовано частотний критерій стійкості, що дозволяє визначити граничні значення коефіцієнта підсилення та відносної частоти перемикання, при яких забезпечується абсолютна стійкість, що суттєво підвищує точність проектування систем керування інверторів.

Практична цінність роботи полягає в наступному: з використанням розроблених математичних моделей та методик розрахунку створено ряд експериментальних систем електроживлення для систем накопичення енергії які забезпечують високу швидкодію та задану якість вихідної напруги; розроблено аналітичні співвідношення та методики розрахунку параметрів перетворювача; розроблено та експериментально перевірено двонаправлений прототип імпульсного асиметричного інвертора з магнітозв'язаними дроселями потужністю 6 кВт та ККД понад 97%.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечується коректністю методик постановки експериментів і обробки експериментальних даних, їх узгодженням з теоретичними результатами і результатами моделювання, а також підтверджуються практичним використанням, обговоренням на міжнародних конференціях, публікаціями у фахових виданнях і авторським свідоцтвом. Висновки дисертаційної роботи є повними, логічними і відображають її сутність.

Основний зміст дисертаційної роботи Мартинова Д.В. досить повно представлено у 6 наукових працях, 3 опубліковано в наукових фахових виданнях, 1 з яких індексується наукометричною базою SCOPUS.

Основні положення та наукові результати дисертаційної роботи розглядалися на Міжнародній науково-технічній конференції "ЕНЕРГЕТИКА УКРАЇНИ: ВІДНОВЛЕННЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ" (2023 р.), International conference 2021 IEEE 2nd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), International conference 2020 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), «XXII Міжнародній науково-технічній конференції «Силова електроніка та енергоефективність»» (2016 р.).

Автором сформульовано мету, об'єкт і предмет досліджень, сформульовані основні одержані результати.

Результати теоретичних і експериментальних досліджень наведених у роботі отримані особисто або за безпосередньою участю автора.

Зауваження до роботи:

1. В дисертації та висновках представлені результати аналізу симетричного двонаправленого перетворювача з магнітозв'язаними дроселями для випадку, коли ці дроселі однакові. Однак не показано що буде, якщо дроселі будуть різними і на що це вплине.

2. При описі практичної реалізації транзисторного двонаправленого перетворювача потужністю 6кВт не наведено які типи транзисторів та діодів використовувались, що не дозволяє повною мірою оцінити, за рахунок чого отримано високий ККД.

Наведені недоліки не впливають на позитивну оцінку дисертації.

На основі аналізу дисертаційної роботи «Двонаправлені напівпровідникові перетворювачі для систем накопичення електроенергії з підвищеною якістю вихідної напруги» Мартинова Д.В., можна зробити висновок, що представлена робота є повноцінним науковим дослідженням в ході якого отримано нові наукові та практичні результати, що є актуальними для розвитку сучасної силової електроніки. Викладені в дисертаційній роботі наукові положення та висновки переконливі та обґрунтовані як з наукової, так і технічної точок зору. Назва дисертації відповідає її змісту. Дисертація Мартинова Д.В. виконана на високому рівні.

Вважаю, що дисертація Мартинова Д.В. відповідає спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії ...», затвердженого Кабінетом Міністрів України №44 від 12 січня 2022 р., а її автор Мартинов Дмитро В'ячеславович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії.

Рецензент: к.т.н.,
старший науковий співробітник
відділу транзисторних перетворювачів
ІЕД НАН України

В'ячеслав ГУЦАЛЮК

В. Гуцалюка засвідчую

Начальник

відділу кадрів

Кришчишин І.В.

12.08.25р

