

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Карбівської Тетяни Олексіївни
«Перетворювачі електроенергії з модульною структурою та
зниженим рівнем пульсацій для контактного зварювання»

представлену на здобуття наукового ступеня
доктора філософії за спеціальністю 171 Електроніка

Актуальність теми дисертації.

Дисертаційна робота Карбівської Т.О. присвячена дослідженню перетворювачів в якості джерел живлення для контактного зварювання. Контактне зварювання – це складний технологічний процес, який застосовується для створення нероз'ємних з'єднань і знайшов широке використання в багатьох галузях промисловості, зокрема, автомобілебудуванні, машинобудуванні, суднобудуванні. Одним із факторів, що впливає на якість зварних з'єднань, є нелінійний електричний опір зони зварювання, який залежить від матеріалу, товщини і стану поверхні деталей та електродів. Це вносить свої складнощі в побудову джерел живлення для контактного зварювання.

Особливу увагу приділяють зварюванню мініатюрних деталей відповідального призначення, де відсутність виплесків часточок розплавленого металу, а також висока повторюваність відтворення параметрів зварних точок має критично важливе значення. Використання імпульсів постійного струму з малим розмахом пульсацій дозволяє отримати зварні з'єднання високої міцності без виплесків металу. Основне завдання формування необхідних для зварювання параметрів покладається на джерело живлення, яке зобов'язане забезпечувати необхідну форму, амплітуду та тривалість імпульсу зварного струму. Використання модульного способу побудови джерела живлення з *n* уніфікованими модулями перетворювачів, що підключені паралельно та працюють на спільне навантаження, дозволить покращити точність формування струму, підвищити рівень потужності в навантаженні, технологічність, гнучкість перебудови та рівень уніфікації перетворювача.

Зважаючи на сказане, можна зробити висновок, що тема дисертаційної роботи «Перетворювачі електроенергії з модульною структурою та зниженим рівнем пульсацій для контактного зварювання» є актуальною і спрямованою на вирішення важливої науково-практичної задачі – розвитку принципів побудови перетворювачів електричної енергії для контактного зварювання в частині забезпечення високих показників енергоефективності та точності формування зварювального струму.

Наукова новизна отриманих результатів та обґрунтованість наукових положень.

Наукова новизна отриманих автором результатів полягає у вирішенні наукової задачі дослідження перетворювачів з модульною структурою та зниженим рівнем пульсацій для контактного зварювання. В ході написання роботи автором було вперше показано, що використання топології перетворювача для контактного зварювання, в якому за рахунок додавання ланки компенсації пульсацій струму навантаження та використання модульної структури забезпечується отримання високих показників енергоефективності та точності формування імпульсів струму.

Науковим результатом є вперше побудована математична модель одного модулю перетворювача з модульною структурою та зниженим рівнем пульсацій, яка враховує паразитні опори елементів схеми, дозволяє виконувати аналіз динамічних характеристик та визначення прийнятних з практичної точки зору параметрів налаштувань регулятора. Також була вперше побудована математична модель перетворювача для довільної кількості модулів, яка дозволяє виконувати аналіз її динамічних характеристик та визначення прийнятних з практичної точки зору параметрів налаштувань регулятора.

Також науковим результатом є вдосконалена методика синтезу регулятора, яка базується на запропонованій моделі одного модуля перетворювача та дозволяє отримати опорні налаштування регулятора і шляхом поступового наближення забезпечити його прийнятні з практичної точки зору параметри.

Наукова новизна обґрунтована коректним використанням автором основних положень теорії електричних та електронних кіл, теорії лінійних та нелінійних імпульсних систем, теорії автоматичного регулювання. Математичний апарат використано коректно у всіх випадках застосування. Вважаю, що представлені в роботі наукові положення слід вважати досить обґрунтованими.

Повнота викладення основних результатів дослідження в опублікованих працях.

Результати дисертації в достатній мірі відображені в 20 наукових публікаціях, з яких 4 статі у наукових виданнях, що входять до переліку фахових видань затверджених МОН України за спеціальністю дисертації, 3 статті у періодичних наукових виданнях інших держав, 3 статті, що входять до наукометричних баз даних Web of Science та Scopus, а також 13 тез доповідей в збірниках матеріалів конференцій.

Відсутність порушення академічної добросесності.

Аналіз тексту дослідження та використаних здобувачем джерел, свідчить про відсутність порушення академічної добросесності автором дисертації.

Оцінка змісту дисертаційної роботи та її завершеності.

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 106 найменувань та 5 додатків. Загальний обсяг роботи складає 179 сторінок, у тому числі 124 сторінки основного тексту, 55 рисунків та 1 таблиця.

Вступ містить обґрунтування актуальності теми дисертації, мету та задачі наукових досліджень, дані про зв'язок роботи з науковими програмами, формулювання наукової новизни, практичного значення отриманих результатів, а також дані про апробацію результатів дисертації та публікацій.

Перший розділ присвячено огляду особливостей контактного зварювання та принципів побудови джерел живлення для контактного зварювання. У розділі обґрунтовано вибір транзисторного перетворювача з використанням імпульсного способу керування, а також обґрунтовано вибір перетворювача з модульною структурою.

Другий розділ присвячено огляду топологій транзисторних перетворювачів, які можуть бути використані як базовий модуль джерела живлення з модульною структурою для контактного зварювання. Проведено оцінку енергоефективності транзисторних перетворювачів як джерела живлення для контактного зварювання. Обґрунтовано вибір топології базового модуля джерела живлення для контактного зварювання.

Третій розділ присвячено побудові математичних моделей базового модуля перетворювача та перетворювача з модульною структурою та зниженим рівнем пульсацій. Показано, що модель перетворювача з модульною структурою для контактного зварювання та зниженим рівнем пульсацій є універсальною для довільної кількості базових модулів, що працюють на спільне навантаження.

Четвертий розділ присвячений побудові імітаційної та фізичної моделей базового модуля перетворювача. Показано, що обрана топологія перетворювача дозволяє отримати низький рівень пульсацій струму навантаження.

У загальних висновках автор представила наукові та практичні результати дисертаційного дослідження та рекомендації щодо їх використання.

У додатках наведені додаткові розрахунки елементів матриць, які не ввійшли до основного тексту, перелік публікацій автора за темою дослідження та відомості про апробацію результатів роботи, відзнаки, які були отримані за результатами апробації дисертаційної роботи, та акти впровадження результатів дисертаційного дослідження.

Дисертаційна робота повністю відображає хід розв'язання поставлених у роботі задач та досягнення мети дослідження.

Відповідність дисертаційної роботи спеціальності та зауваження по роботі.

Дисертація за змістом повністю відповідає спеціальності 171 – Електроніка, за якою вона представлена до захисту.

Вважаю за необхідне зробити наступні зауваження до роботи:

1. У висновку до першого розділу сказано, що найбільш серйозний вплив на якість зварних з'єднань мають форма та амплітуда імпульсу

зварювального струму (с.48), втім у розділі наведений аналіз нелінійної зміни опору у зварювальному колі під час зварювання.

2. Автором не проводився аналіз різних режимів при контактному зварюванні, наприклад, коли мають місце попередній нагрів або проковування, що також впливає на вибір джерела живлення для контактного зварювання.
3. При аналізі якості зварних з'єднань, які отримані при контактному зварюванні, автор акцентує увагу на виплесках, які можуть з'явитися внаслідок збільшення зварювального струму, в тому числі пульсацій, але не аналізує непровари, які зустрічаються частіше внаслідок коливань напруги мережі живлення.
4. При аналізі не розкрита тема впливу мережі живлення на роботу джерел живлення для контактного зварювання – коливань напруги, несинусоїдності тощо.
5. Автором вказано, що одним із недоліків існуючих джерел живлення контактного зварювання, є невідповідність вимогам електромагнітної сумісності, втім це питання не розкрито повною мірою.
6. На рис. 2.4 некоректно представлена еквівалентна схема синхронного понижуючого перетворювача (еквівалентні опори).
7. Розділ 3 перевантажений проміжними математичними виразами, було б доцільно представити їх у додатках, або використовувати спеціалізовані програмні продукти для обчислення стійкості запропонованої системи керування перетворювачем.
8. У розділі 4 було б доцільно навести умови, за якими було обрано параметри спроектованої схеми перетворювача для імітаційного моделювання та практичної реалізації, зокрема частоти перемикання транзисторів та пасивних компонентів.
9. У якості навантаження перетворювача обране резистивне навантаження, незмінне з плином часу. Було б доцільно дати пояснення такому припущення, особливо за наявності детального

аналізу зміни опору зварювального кола під час зварювання у першому розділі.

Втім, зазначені зауваження не знижують високого наукового рівня дисертації та в цілому не впливають на позитивну оцінку роботи.

Загальні висновки за дисертаційним дослідженням.

Аналіз виконаної Карбівською Т.О. дисертаційної роботи вказує на те, що вона є самостійним завершеним науковим дослідженням, в якому отримано нові актуальні, обґрунтовані результати. Робота розв'язує важому науково-технічну задачу побудови перетворювачів з модульною структурою на зниженим рівнем пульсацій для контактного зварювання. Дисертація є завершеною науковою працею та відповідає вимогам пунктів 9-12 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою КМУ № 167 від 06 березня 2019 р.

На підставі вищесказаного вважаю, що Карбівська Тетяна Олексіївна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 171 – Електроніка.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, доцент,
завідувачка кафедри систем
автоматизації та електроприводу
ДВНЗ «Приазовський державний
технічний університет»,
МОН України

« 03 » 12 2021

С.К. Поднебенна

*Підписане Поднебененою С.К. за свідгуком
Членами член ВК:
03.12.2021*

