

ВІДГУК

офіційного опонента Бржезицького Володимира Олександровича на дисертацію Іванова Володимира Михайловича «Удосконалення високовольтних імпульсних трансформаторів з напівпровідниковими комутаторами для електротехнологічних установок», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.13 – «Техніка сильних електричних та магнітних полів»

Актуальність обраної теми

Створення електрофізичних установок, що дозволяють одержувати та використовувати надвисокі напруги та відповідні струми в певних типах технологій відноситься в сучасних умовах до особливо складних та важливих завдань.

Одним із основних елементів систем множення напруги електротехнологічних установок (генераторів імпульсів) є трансформатори. Трансформаторним джерелам живлення властивий високий коефіцієнт корисної дії, завдяки якому ці джерела можуть застосовуватися не тільки в одноразовому, а й у частотному режимах. Це дозволяє генерувати імпульси надвисокої напруги, які в подальшому можуть застосовуватись для створення нових технологій. Тому покращення характеристик та параметрів високовольтних імпульсних трансформаторів є актуальною проблемою. Вирішення цієї проблеми дасть змогу підвищити ефективність існуючих електротехнологічних процесів або створити нові, перспективні електротехнології. В зв'язку з цим, актуальність обраної дисертантом теми не викликає сумнівів.

Актуальність теми дисертації визначається також її зв'язком із науково-дослідними роботами Науково-дослідного та проектно-конструкторського інституту «Молнія» Національного технічного університету «Харківський

політехнічний інститут», з виконанням держбюджетних науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України: «Дослідження процесів при обробці продуктів і систем за допомогою комплексу високовольтних імпульсних дій» (№ ДР 0198U000383); «Розробка і дослідження нових методів високовольтних імпульсних дій при обробці продуктів і генерації озону» (№ ДР 0103U003740); «Розробка методів генерування високоінтенсивних чинників в коронному розряді з розширеною зоною іонізації» (№ ДР 0105U008735); «Розробка методів енергозощаджуючого очищення речовин за допомогою імпульсного коронного розряду з розширеною зоною іонізації» (№ ДР 0108U010894); «Розробка нових енергозбережних методів поліпшення роботи двигунів внутрішнього згорання на основі імпульсного коронного розряду» (№ ДР 0110U007359) та госпдоговірної науково-дослідної роботи «Створення і апробація дослідного зразка установки для перевірки можливості використання імпульсного коронного розряду для конверсії сирого коксового газу у газ, що містить в основному синтез-газ ($H_2 + CO$)» (Замовник ПАТ «Ясиновський коксохімічний завод», м. Макіївка).

Це дає підставу стверджувати, що наукова задача, що сформульована в дисертації, є актуальною.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Іванова В.М. є високим й базується на повному аналізі літературних джерел за даною проблемою, гармонійній постановці мети і завдань дослідження, використанні сучасних методів дослідження, зіставленні і критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників та якісному формулюванні отриманих висновків.

Обґрунтованість результатів, які одержані здобувачем, базується також на узгодженості даних експерименту та проведених розрахунків.

Достовірність експериментальних даних забезпечується використанням сучасних засобів та методик проведення вимірювань.

У роботі дисертант використовує математичний апарат диференціальних рівнянь, фізичне і математичне моделювання із застосуванням прикладних комп'ютерних програм.

Експериментальні дослідження проводились на повномасштабних зразках джерел з використанням експериментальних високовольтних стендів, оригінальних і традиційних методів вимірювань.

Основні наукові положення, що сформульовані у дисертації, полягають в наступному:

- вперше експериментально досягнуто час наростання імпульсів напруг – менше 100 нс на формуючому пристрої з ємністю не менше 5×10^{-10} Ф при імпульсній напрузі до 1 МВ від імпульсного трансформатора з мінімальною індуктивністю розсіювання 5×10^{-7} Гн, яку отримано при виконанні магнітопроводу трансформатора з електротехнічної сталі;

- удосконалено феромагнітний магнітопровід в імпульсному трансформаторі за рахунок виконання його хрестоподібним, рознесеного розташування обмоток і раціонального розподілу потоку магнітної індукції, що дозволило зменшити його індуктивність розсіювання в 3 рази (порівняно з типовим виконанням імпульсного трансформатора);

- отримало подальший розвиток положення щодо режиму використання напівпровідникового комутатора, при якому не існує принципових обмежень по амплітуді напруги U на виводах високовольтної обмотки імпульсного трансформатора з ємнісним навантаженням C_n , якщо джерелом енергії з його ввідної сторони є індуктивність намагнічування L_μ з амплітудою струму в ній i_a , та напруга U визначається за виразом

$$U = i_a \times \sqrt{L_\mu / C_n};$$

- вперше запропонована і реалізована рекуперация енергії в генераторах з ємнісним навантаженням на основі імпульсного

трансформатора за допомогою напівпровідникових ключів та певного підбору моментів часу вмикання та вимикання цих ключів;

– удосконалені режими роботи високовольтних генераторів на основі імпульсного трансформатора з напівпровідниковими ключами в якості комутаторів, що розмикають, які забезпечують відсутність коротких сплесків з неприпустимо високою амплітудою на напівпровідниковому ключі при його розмиканні.

Основні результати дисертації обговорювалися на конференціях міжнародного рівня та дістали схвалення фахівців.

Наукові результати здобувача успішно впроваджені при створенні нових електрофізичних установок для різноманітних технологічних процесів на підприємствах України.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Результати дослідження достатньо повно викладені в 21 публікації за темою дисертації, у тому числі 15 публікацій у наукових фахових виданнях України, 4 – у закордонних періодичних фахових виданнях, 2 – у матеріалах конференцій.

Рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації відповідають установленим вимогам.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання полягає в наступному:

– запропонована схема з використанням двох імпульсних трансформаторів з коефіцієнтом трансформації $n = 31/3 = 10,3$ у кожного, яка дозволила створити компактне трансформаторне імпульсне джерело живлення з напругою до 1 МВ та з часом наростання імпульсів до 100 нс на навантаженні – ємності до 1,6 нФ;

– експериментально показана можливість досягнення стану електромагнітної сумісності керованих силових напівпровідникових приладів з імпульсним трансформатором при їх розташуванні в компактному

загальному корпусі $300 \times 210 \times 150$ мм³, робочій імпульсній напрузі до 20 кВ, частотах проходження імпульсів до 50 000 імпульсів/с, середній потужності, яка споживається з мережі, до 1,5 кВт;

– надано практичні рекомендації з електромагнітної сумісності керованих напівпровідникових комутаторів та електротехнологічних установок в умовах дії сильних електромагнітних завад.

Оцінка змісту дисертації

Дисертаційна робота здобувача Іванова В.М. складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, додатка та списку використаних джерел.

У вступі наведені: мета роботи, задачі для її досягнення, актуальність, наукова новизна, практичне значення роботи.

У першому розділі виконано аналітичний огляд схем і параметрів високовольтних джерел напруги електротехнологічних пристроїв з використанням напівпровідникових ключів, а також імпульсних трансформаторів, які використовуються або можуть бути використані в технологічних електроустановках.

У другому розділі обґрунтовано вибір напрямку досліджень і розглянуто методики як теоретичних, так і експериментальних досліджень.

У третьому розділі описані результати теоретичних і експериментальних досліджень удосконалених високовольтних імпульсних трансформаторів в потужних низькоіндуктивних генераторах напруги.

У четвертому розділі наведені результати експериментальних досліджень високовольтних імпульсних трансформаторів з напівпровідниковими комутаторами для електротехнологічних установок з високою частотою проходження імпульсів.

У висновках сформульовані основні результати роботи.

У дисертації наведено в цілому завершену науково-дослідну роботу, результатом якої є удосконалення високовольтних імпульсних трансформаторів з напівпровідниковими комутаторами для електрофізичних установок, що дозволило модернізувати існуючі і створити нові

електротехнологічні установки з використанням сильних імпульсних електричних та магнітних полів.

Дисертація має відповідне викладення та оформлення (російською мовою). По кожному розділу і роботі в цілому наведені предметні висновки.

Зміст автореферату відповідає основним положенням дисертації.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. У матеріалах досліджень не відображені питання електричної міцності високовольтної ізоляції імпульсних трансформаторів.
2. Відсутні дослідження використання напівпровідникових комутаторів у колах високовольтних обмоток імпульсних трансформаторів.
3. По тексту дисертації та автореферату слід відзначити зауваження:
 - в переліку умовних позначень дисертації відсутні терміни: ВАХ, КПД;
 - в авторефераті на сторінці 1 в 4 абзаці замість «...трансформаторів на основі напівпровідникових комутаторів» наведено: «...трансформаторів у зв'язці з напівпровідниковими комутаторами...»;
 - на сторінці 3 в 10 абзаці замість «витримування» наведено «дотримання»;
 - на сторінці 5 в 4 абзаці замість «виконання формуючих ліній» наведено «виконання формують ліній»;
 - на сторінці 6 в 1 абзаці замість «все трансформаторне коло» наведено «увесь трансформаторне коло»;
 - на сторінці 12 замість «ємності» наведено «місткості»;
 - на сторінці 12 замість «обкладинках» наведено «обкладаннях».

Вказані зауваження не є визначальними і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Іванова Володимира Михайловича є завершеною науковою працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані теоретичні і експериментальні результати досліджень, що розв'язують важливу наукову задачу удосконалення високовольтних імпульсних трансформаторів з

напівпровідниковими комутаторами, та забезпечують покращення характеристик і створення нових електротехнологічних установок з використанням дії сильних електричних та магнітних полів.

Дисертаційна робота «Удосконалення високовольтних імпульсних трансформаторів з напівпровідниковими комутаторами для електротехнологічних установок» відповідає паспорту спеціальності 05.09.13 – «Техніка сильних електричних та магнітних полів» та вимогам п. п. 9, 11 і 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», який затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 №567, а її автор, Іванов Володимир Михайлович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.13.

Офіційний опонент

в.о. зав. кафедри техніки і

електрофізики високих напруг

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут»

доктор технічних наук, професор

В.О. Бржезицький

Підпис професора доктора

технічних наук Бржезицького

Володимира Олександровича

підтверджую

Вчений секретар НТУУ

«Київський політехнічний інститут»

кандидат філософських наук, доцент



А.А. Мельниченко