

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Розіскулова Сергія Сергійовича
"Взаємозалежні перехідні процеси у колах електророзрядних установок з керованими напівпровідниковими комутаторами", представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.05 – теоретична електротехніка

1. Актуальність теми дисертації.

При розробці та вдосконаленні сучасних електророзрядних установок (ЕРУ), що використовується, зокрема, для промислового виробництва колоїдних розчинів та поверхнево активних мікропорошків, виникає необхідність підвищення динамічних характеристик електричних кіл, а саме швидкості наростання струму та імпульсної потужності у навантаженні. Таке підвищення може бути досягнуто шляхом врахування та використання взаємозалежних перехідних процесів у електричних колах ЕРУ. Проведені дослідження показали можливість підвищення даних параметрів за допомогою введення в кола ЕРУ проміжних накопичувальних конденсаторів, керованих напівпровідникових комутаторів, низькочастотних електричних фільтрів та узгодженого змінення характеристик кола навантаження під час протікання в ньому перехідних процесів. Вибір типів і параметрів таких електричних схем щодо забезпечення необхідного підвищення згаданих динамічних характеристик потребує проведення аналізу взаємозв'язаних перехідних процесів, які виникають в різних колах ЕРУ. Тому тема досліджень дисертації, спрямована на розвиток теорії взаємопов'язаних перехідних процесів на фронті та спаді струму в навантаженні щодо забезпечення регулювання тривалості фронту та спаду та значень імпульсної потужності є актуальним науковим завданням.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Про теоретичну обґрунтованість наукових положень свідчить коректне використання фундаментальних положень теоретичної електротехніки та електрофізики, адекватність прийнятих у математичних моделях припущень, акти впровадження результатів роботи. Основні положення і результати досліджень за темою дисертації доповідались і схвалені на Міжнародних науково-технічних конференціях: "Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні" (м. Київ, 2009, 2010); "Фізика імпульсних розрядів у конденсованих середовищах" (м. Миколаїв, 2013 р.); "Силова електроніка і енергоефективність" (м. Алушта 2013 р.); "Проблеми сучасної електротехніки" (м. Київ, 2014, 2016, 2020 р.).

3. Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується тим, що основні висновки, сформульовані за результатами роботи, отримані з використанням фундаментальних положень теоретичної електротехніки, пройшли експериментальну перевірку та задовольняють загальноприйнятим критеріям достовірності. Тому наведене зумовлює достовірність одержаних автором результатів, що пройшли відповідну апробацію, опубліковані в спеціалізованих наукових виданнях і обговорювалися в колах фахівців з теоретичної електротехніки.

4. Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій визначається наступним:

1. Вперше шляхом математичного моделювання та експериментальних досліджень показана можливість одночасного примусового обмеження тривалості наростання струму в навантаженні ЕРУ та підвищення швидкості його наростання, що забезпечує підвищення потужності імпульсу.

2. Шляхом моделювання навантаження еквівалентним активним опором та врахування граничних і часових умов відповідно до імпульсних характеристик струмів удосконалено метод аналізу взаємозалежних перехідних процесів у колах ЕРУ.

3. Розвинуто методи покращення динамічних характеристик струму в навантаженні ЕРУ за рахунок введення в електричні кола керованих напівпровідникових комутаторів та накопичувальних конденсаторів, що дозволило зменшити фронт спадання імпульсного струму у 10 разів.

4. Вперше розроблено схему заміщення та математичну модель, що її реалізує, для аналізу перехідних процесів в полімерній ізоляції коаксіальних кабелів при її неоднорідній деградації в умовах експлуатації у розглядуваних ЕРУ.

5. Розвинуто методи впливу на перехідні процеси у колах ЕРУ шляхом використання фільтрів низької частоти та коаксіальних кабелів.

5. Практичне значення отриманих результатів.

Розроблено методики розрахунку взаємозалежних перехідних процесів, що виникають у колах ЕРУ з керованими напівпровідниковими комутаторами при зміні електричного опору навантаження установок. Визначено доцільні діапазони зменшення загальної тривалості перехідних процесів у їхніх колах та тривалості наростання і спадання розрядного струму в колі навантаження. Отримані результати використано для розробки і створення електророзрядних установок потужністю 1 - 5 кВт, амплітудою струмів до 1 кА.

Результати роботи було використано при виконанні НДР в Інститутах НАН України, Інституті розвитку територіальних громад, заводі "Південкабель" (м. Харків) і при розробці навчальних курсів кафедри теоретичної електротехніки НТУУ "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського".

6. Повнота викладення наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях.

Основний зміст дисертації відображено здобувачем у 18 наукових працях, у тому числі в 12 статтях у наукових фахових виданнях України, з яких 6 входять до міжнародної наукометричної бази Scopus. Опубліковано також матеріали доповідей на 6 науково-технічних конференціях.

У перерахованих вище публікаціях повністю розкриті основні наукові результати, що становлять суть дисертаційної роботи.

7. Структура та оформлення дисертаційної роботи.

Дисертаційної робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків зі списком опублікованих праць здобувача за темою дисертації і конференцій, на яких доповідались отримані

результати, актами впровадження отриманих у дисертації результатів та розрахунками, що доповнюють основну частину дисертації.

У розділі 1 наведено аналіз відомих наукових публікацій за темою дисертації, обґрунтовано актуальність її виконання.

У розділі 2 визначено особливості та закономірності взаємної залежності процесів наростання і спадання імпульсних струмів в колах ЕРУ з регульованими комутаторами навантаження. Зокрема виявлено і підтверджено закономірності підвищення динамічних параметрів ЕРУ при примусовому обмеженні тривалості наростання розрядних струмів.

Виконано порівняння впливу різних з'єднувальних провідників на динамічні параметри струмів у колі навантаження електророзрядних установок та розроблено метод змінення характеру перехідних процесів у цьому колі шляхом введення в нього послідовних електричних фільтрів низької частоти.

У розділі 3 підтверджено доцільність використання в довгих колах навантаження електророзрядних установок силових коаксіальних кабелів і необхідність урахування впливу радіальної неоднорідності їхньої ізоляції на характер перехідних процесів у розрядному колі ЕРУ. Для урахування такого впливу в дисертації розроблено диференційну схему заміщення і математичну модель ізоляції сучасних силових високовольтних кабелів, які можуть мати радіальну неоднорідність її електрофізичних параметрів. Проведено аналіз перехідних процесів, які можуть виникати в радіально неоднорідній електроізоляції коаксіальних кабелів.

У розділі 4 удосконалено метод підвищення динамічних характеристик розрядного струму у навантаженні електророзрядних установок шляхом введення в їхні розрядні кола керованих напівпровідникових комутаторів струму та використання алгоритмів узгодженого змінення структури цих кіл під час спадання імпульсних струмів у навантаженні та при підключенні до них заряджених накопичувальних конденсаторів. Цей метод забезпечує підвищення динамічних характеристик імпульсних струмів за рахунок зменшення тривалості їх фронтів. Розроблено також метод аналізу взаємозалежних перехідних процесів наростання і спадання струмів у колах змінної структури електророзрядних установок, який забезпечує отримання та розв'язання відповідних різницевих рівнянь і визначення граничних динамічних характеристик імпульсних струмів при різних рівнях усереднених опорів навантаження.

8. Відповідність дисертації встановленим вимогам.

За структурою, характером викладення матеріалу, апробацією результатів дисертаційна робота "Взаємозалежні перехідні процеси у колах електророзрядних установок з керованими напівпровідниковими комутаторами" відповідає вимогам щодо кандидатських дисертацій (п. 9, 11 "Порядку присудження наукових ступенів", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 зі змінами від 19.08.2015 № 656 щодо кандидатських дисертацій). Зміст автореферату повною мірою відображає зміст дисертаційної роботи: принципові результати, основні наукові положення, висновки та рекомендації.

9. Рекомендації щодо використання результатів дослідження.

Отримані у дисертації результати та розроблені рекомендації доцільно використовувати при створенні експериментальних та промислових електророзрядних установок об'ємного електроіскрового диспергування металів у рідинах для виробництва мікро- та нанопоршків металів та їх поверхнево активних сполук, які використовуються в якості носіїв та складових каталізаторів різних електрохімічних процесів. Використання результатів є також доцільним при розробці керівних документів з виготовлення силових кабелів на заводі "Південкабель" (м. Харків) та при розробці методичних матеріалів на кафедрі теоретичної електротехніки НТУУ "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського".

10. Зауваження по дисертації.

1. При представленні експериментальних даних (с. 7, 14 автореферату та с. 88-90 дисертації) відсутній опис використаних засобів вимірювання та оцінка похибки цих вимірювань. Також відсутнє фактичне порівняння розрахункових та експериментальних даних, то ж фрази зі с. 6 автореферату: "Розбіжність розрахунків за отриманими аналітичними виразами з експериментальними результатами була не більшою 5-10%", зі с. 14 автореферату "розбіжність аналітичних розрахунків з експериментальними результатами складала не більше 6-9 %, що свідчить про їх достовірність" здаються дещо не переконливими.

2. Незважаючи на актуальність напряму третього розділу дисертації, присвяченого дослідженню процесів нерівномірної деградації електричної ізоляції силових кабелів при їх експлуатації, вона у певній мірі відрізняється за тематикою від решти роботи.

3. В тексті автореферату та дисертації не описано як враховувався вплив величини ємності конденсатору $C_{ш}$ на перехідні процеси у контурі з навантаженням (див. рис. 11 на с. 13 автореферату). Адже згідно зі змістом роботи, включення саме цього елемента забезпечує покращення енергоефективності схеми, що розглядається. Включення $C_{ш}$ послідовно з навантаженням (L_n та R_n) призводить до утворення $R_n - L_n - C_{ш}$ контуру, перехідні процеси у якому описуються диференціальними рівняннями другого порядку, а не першого як ті, що наведені у роботі (див. (13) на с. 14 автореферату; (4.22), (4.25), (4.27) на с. 124 дисертації). Слід було б указати за яких співвідношень параметрів схеми таке спрощене представлення перехідних процесів можливе.

4. З автореферату не зрозуміло чи був досягнутий "коефіцієнт корисної дії більше за 0,9" (с. 14 автореферату) і якщо так, то чому він дорівнював, використання якої схеми та за яких умов дозволило його отримати.

5. До недоліків з оформлення слід віднести:

- нечітке представлення залежностей в авторефераті (наприклад, рис. 3 на с. 6, рис. 10 на с. 12, рис. 12 на с. 14), що суттєво ускладнює їх сприйняття;
- в авторефераті в ряді випадків не наведені вирази для параметрів, які входять в формули (див. наприклад (1) на с. 6), хоча вони описані в тексті дисертації;

- наведені в авторефераті осцилограми імпульсів струму та напруги (рис. 4 на с. 7 та рис. 13 на с. 14) представлені дуже нечітко: з них неможливо визначити розміри поділок, хоча в тексті дисертації ці визначення є;

- терміни "вимушений перехідний процес" та "вільний перехідний процес" (с. 10-12 автореферату та 101, 106, 125 дисертації) не є такими, що прийняті у теоретичній електротехніці.

Зауваження до дисертації не стосуються її принципових положень і результатів, тому не знижують її цінності.

11. Загальні висновки.

Дисертаційна робота Розіскулова Сергія Сергійовича "Взаємозалежні перехідні процеси у колах електророзрядних установок з керованими напівпровідниковими комутаторами" є завершеною науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що у своїй сукупності мають важливе значення для підвищення ефективності методів опису взаємозалежних процесів у колах електророзрядних установок, призначених для реалізації новітніх електротехнологій.

Враховуючи актуальність теми дисертаційної роботи, а також отримані достовірні результати, що мають наукову і практичну цінність, та достатню повноту представлення основних положень дисертаційної роботи в опублікованих працях, вважаю, що дисертація відповідає вимогам п. 9, 11 "Порядку присудження наукових ступенів", затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 зі змінами від 19.08.2015 р. № 656 та паспорту спеціальності 05.09.05 – теоретична електротехніка.

На підставі викладеного та враховуючи рівень кваліфікації здобувача, вважаю, що автор дисертаційної роботи, Розіскулов Сергій Сергійович, заслуговує присудження наукового ступеню кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.05 – теоретична електротехніка.

Офіційний опонент, доктор технічних наук,
професор, завідувач кафедри теоретичних основ
електротехніки Національного технічного
університету "Харківський політехнічний інститут"



Марина РЕЗИНКИНА

Підпис засвідчую
Вчений секретар




Олександр ЗАКОВОРОТНИЙ

Пост. до СВР
15.04.2021р
