

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Дідушка Олега Васильовича «Методи та засоби діагностування технічного стану вакуумних вимикачів», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи

Актуальність теми. Вимикачі електричного навантаження належать до найбільш важливих комутаційних апаратів, від надійності функціонування яких залежить стійкість забезпечення електропостачання споживачів. За допомогою вимикачів здійснюється відключення аварійних струмів короткого замикання, операції комутації номінального робочого струму, а також комутації, пов'язані зі зміною напрямку потоків потужностей в електричних мережах.

Вакуумні комутаційні зайняли превалююче місце серед таких електричних апаратів і мають найбільшу динаміку розвитку, є найбільш перспективними в розподільчих установках середньої номінальної напруги. Вакуумні дугогасильні пристрої мають високу надійність і зносостійкість. Але є також певні недоліки: перенапруги, викликані неодноразовістю комутації полюсів вимикача; розрегулювання контактної системи в процесі довготривалої роботи, висока вартість даного типу комутаційного обладнання.

Для оцінки технічного стану вакуумного вимикача використовуються різні засоби діагностування. Особливу увагу в процесі діагностування технічного стану вакуумного вимикача приділяють дослідженню роботи його приводу від якого залежить надійність роботи усього комутаційного апарату: замикання/розмикання головних і допоміжних контактів із заданими швидкісними та динамічними параметрами. В процесі роботи вакуумного вимикача дугові процеси під час комутації призводять до зношення контактної системи: форми, розміру, маси робочих поверхонь силових контактів, тощо. Існуючі засоби діагностування контактної системи вакуумних вимикачів не завжди забезпечують виявлення прихованих дефектів або тих, що зароджуються, що потребує застосування нових методів діагностування.

Дисертаційна робота Дідушка Олега Васильовича присвячена розв'язку саме такого актуального наукового завдання.

Наукова новизна. Наукова новизна полягає у діагностуванні електромагнітного приводу вакуумного вимикача шляхом розробки нових і вдосконалення відомих математичних моделей технічного стану його елементів.

До основних наукових результатів слід віднести.

Розвинено математичні моделі діагностування контактної системи вакуумного вимикача на основі електромагнітних дугових і електромеханічних процесів при контролі допустимого часу ввімкнення та вимкнення вимикача, що дозволяє визначити ступінь наближення технічного стану контактної системи вимикача до аварійного і забезпечити регулювання синхронної роботи його контактної системи.

Практична цінність результатів роботи полягає у розвитку теоретичної бази для розробки і проектування систем діагностування електромагнітного приводу вакуумного вимикача, розробці рекомендацій з налаштування параметрів систем керування, а також в розробці технічних та програмних засобів для їх дослідження і практичної реалізації.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації, їх достовірність. Ступінь обґрунтованості отриманих у дисертації наукових положень і висновків є достатнім та підтверджується проведенням досліджень із застосуванням теорії загальної електротехніки і теорії магнетизму, методу скінченних елементів для побудови комп'ютерної моделі електромагніту, теорії термогазодинаміки для опису дугових процесів у вакуумній камері, методів комп'ютерного моделювання для дослідження перехідних процесів, що протікають в процесі комутації вимикача та для підтвердження адекватності розроблених математичних моделей, теорії ймовірностей для знаходження помилок першого і другого роду.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності. Дисертаційна робота є завершеною працею. Повний обсяг дисертації складає 148 сторінок друкованого тексту та містить вступ, чотири розділи, висновки, список

використаних джерел з 144 найменувань і 5 додатків. Основний зміст викладений на 114 сторінках друкованого тексту.

У **вступі** обґрунтовано доцільність та актуальність роботи, відзначено зв'язок роботи з науковими програмами та планами, сформульовано мету та задачі дослідження, викладено наукову новизну, практичне значення результатів роботи, а також подані відомості про апробацію дисертаційної роботи.

У **першому розділі** «Аналіз сучасного стану питань діагностування технічного стану вакуумних вимикачів» проведено аналіз сучасного стану питань діагностування комутаційних апаратів, серед яких було розглянуто засоби діагностування приводів вимикачів, а також засоби діагностування контактної системи вимикачів. Уточнено задачі наукового дослідження.

У **другому розділі** «Математичні моделі для діагностування технічного стану вакуумних вимикачів» розроблено модель діагностування технічного стану електромагнітного приводу на основі аналізу вебер-амперних характеристик, що дозволяє оцінити поточний технічний стан електромагніта вимикача за рахунок зіставлення коефіцієнта відхилення із граничними коефіцієнтами. Запропоновано математичну модель виявлення зносу контактної системи вакуумного вимикача, яка дозволяє визначати знос комутаційної системи при ввімкненні та вимкненні вакуумного вимикача. Запропоновано математичну модель оцінки та налаштування синхронної роботи контактної системи вакуумного вимикача, яка дозволяє розраховувати відхилення від допустимого значення часу ввімкнення вимикача та формувати сигнали керуючої дії для оперативного персоналу щодо регулювання рухомих контактів полюсів вимикача.

У **третьому розділі** «Синтез пристроїв діагностування технічного стану вакуумних вимикачів» на основі математичної моделі порівняння вебер-амперних характеристик електромагнітного приводу запропоновано алгоритм та мікропроцесорний пристрій для діагностування електромагнітного приводу вакуумного вимикача. Здійснено синтез апаратного та програмного

забезпечення, необхідного для реалізації мікропроцесорного засобу діагностування. На основі математичної моделі для визначення неузгодження одночасності ввімкнення полюсів вимикача запропоновано пристрій для реалізації системи діагностування неузгодження одночасності ввімкнення полюсів вимикача.

У четвертому розділі «Моделювання системи діагностування технічного стану вакуумного вимикача» розроблено комп'ютерну модель електромагнітного привода вакуумного вимикача і проведено розрахунок його магнітної системи. Наведені результати експериментальних досліджень.

Повнота викладу в опублікованих працях. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 8 наукових працях, серед яких 5 статті у наукових фахових виданнях України, 2 матеріалів міжнародних конференцій, 1 патент України на корисну модель. Публікації за тематикою дисертації підтверджують оприлюднення всіх отриманих результатів.

Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні її наукові результати, що отримані здобувачем.

Важливість одержаних в дисертаційній роботі результатів для науки і промисловості полягає у вирішенні актуального наукового завдання діагностування електромагнітного привода контактної системи вакуумного вимикача, що дозволяє підвищити надійність роботи вакуумного комутаційного апарату.

Недоліками дисертаційної роботи вважаю наступне.

1. Недостатньо обгрунтованим виглядає використання автором моделі електричної дуги Майра. Відома велика кількість інших моделей електричної дуги: Cassie, Hadebank, КЕМА, Schavemaker, Schwarz, модифікована модель Майра (Maugr). Відсутній порівняльний аналіз тощо
2. На стор. 42 у виразах (2.1), (2.2) не коректні визначення миттєвих значень струмів, напруг, потокозчеплень (безперервних). Далі автор без жодних пояснень переходить до дискретних величин.

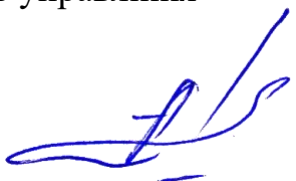
3. Було б доцільно метод діагностування технічного стану електромагнітного приводу на основі аналізу веберамперних характеристик (п.2.1) представити у вигляді алгоритма.
4. Визначення «модель діагностування силових контактів» неважко, краще було б сформулювати як «модель діагностування СТАНУ, або ЗНОСУ силових контактів».
5. Математичний опис (2.28) приведений для миттєвих величин. Доцільно було б навести, як від ці вирази співвідносяться з дискретними значеннями вимірюваних величин, які кількість вимірів, тривалість вимірювання потрібні для формування сигналу виявлення зносу.
6. Не зрозуміло яким чином отримані результати моделювання, що наведені на рис. 4.7 (стор. 93), адже для моделювання у часі процесів електричних та механічних параметрів електромагнітного приводу потребує щонайменше розв'язку диференційного рівняння руху механічної частини приводу та диференційного рівняння електричної рівноваги, які у роботі не наведені.
7. Незрозуміло, чому комп'ютерна модель електромагнітного приводу вакуумного вимикача поміщена аж у 4 розділ, і взагалі, незрозуміло, навіщо вона наводиться – кінцевим продуктом, отриманим в результаті роботи має бути пристрій діагностування, який вже отриманий і без такої моделі. Так само незрозуміло і призначення моделі, розробленої в п.4.2.
8. Автор повсякчас стверджує і доводить підвищення надійної роботи вакуумного комутаційного апарату шляхом розробки нових методів діагностування його технічного стану, але в роботі відсутні будь які вартісні оцінки економічної ефективності або економічного ефекту від впровадження розроблених методів та методик.

Висновок. Аналізуючи виконані в дисертаційній роботі дослідження та отримані в ній висновки і результати з урахуванням повноти публікацій, можна відзначити, що наведені вище зауваження не знижують цінності роботи.

Дисертаційна робота «Методи та засоби діагностування технічного стану вакуумних вимикачів» є завершеною науковою працею, яка за актуальністю

обраної теми, обсягом та рівнем виконаних досліджень, повнотою вирішення наукових та практичних задач, новизною і ступенем обґрунтованості отриманих результатів та практичних висновків, а також за змістом поданого в ній матеріалу, відповідає паспорту спеціальності 05.09.03 – електротехнічні комплекси та системи та вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого КМУ від 24.07.2013р №567, а її автор Дідушок Олег Васильович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Директор Інституту електромеханіки,
енергозбереження і систем управління
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського,
професор кафедри систем автоматичного управління
та електропривода,
професор, доктор технічних наук



О.П. Чорний

Підпис О.П. Чорного засвідчую
Проректор КрНУ



С.А. Сергієнко