

ВІДГУК

офіційного опонента Філяніна Данила Володимировича
на дисертаційну роботу Дем'яненко Роман Ігорович
«Методи та засоби аналізу несиметричних режимів роботи
електротехнічного обладнання»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань

14 – «Електрична інженерія» за спеціальністю

141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Актуальність теми.

Метрополітен є невід'ємною частиною інфраструктури великих міст, забезпечуючи ефективне та стабільне перевезення пасажирів. Вимоги до надійності та безперебійності роботи метрополітену зростають з кожним роком, оскільки будь-які перебої можуть призвести до значних негативних наслідків як для пасажирів, так і для економіки міста. Несиметричні режими роботи електротехнічного обладнання можуть викликати значні проблеми в експлуатації систем метрополітену, включаючи зниження ефективності роботи обладнання, зростання втрат енергії, підвищення ризику аварійних ситуацій та зменшення терміну служби обладнання. Причини несиметричних режимів можуть бути різноманітними, включаючи несправності обладнання, неякісні параметри живлення, а також несприятливі зовнішні фактори. Виявлення та усунення цих причин є важливим завданням для забезпечення надійної роботи систем метрополітену. Тому, дослідження та впровадження новітніх методів і засобів для аналізу несиметричних режимів в електротехнічних системах метрополітену є актуальною задачею.

Дисертація пропонує новітні методи розрахунку миттєвих лінійних струмів за критеріями найменшої суми квадратів струмів, найменшої суми квадратів потужностей та максимального миттєвого коефіцієнта потужності. Ці методи дозволяють підвищити точність діагностики та своєчасність виявлення несправностей в реальному часі, що є критично важливим для ефективної експлуатації систем метрополітену. Запропоновані в дисертації методи та засоби вже були впроваджені в КП «Харківський метрополітен», що підтверджує їхню ефективність і практичну цінність. Використання цих методів дозволило покращити

надійність функціонування обладнання, оптимізувати процеси технічного обслуговування та підвищити безпеку пасажирських перевезень.

Таким чином, актуальність теми дослідження "Методи та засоби аналізу несиметричних режимів роботи електротехнічного обладнання" обґрунтовується високими вимогами до ефективності та стабільності сучасних систем електричного транспорту, значними проблемами, які можуть виникати через несиметричні режими роботи, а також інноваційністю та практичною значимістю запропонованих методів і засобів аналізу та діагностики.

Тема дисертаційних досліджень пов'язана з виконанням науково-дослідної теми «Дослідження якості електричної енергії в електричних мережах підприємств комунального господарства» (0123U104279), яка виконується на кафедрі «Автоматизація та кібербезпека енергосистем» НТУ «ХП» відповідно до наукової програми 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Здобувач брав безпосередню участь у роботі над визначеною темою.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Наукові положення, висновки і рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, є добре обґрунтованими та підтвердженими теоретичними та експериментальними дослідженнями. У роботі проведено детальний аналіз існуючих методів і засобів аналізу несиметричних режимів роботи електротехнічного обладнання в умовах метро, що включає застосування гармонійної оцінки стану, сингулярного розкладу та зваженого методу найменших квадратів. Розроблені нові методи діагностики несиметричних режимів трифазних мереж з ізольованою нейтраллю, що дозволяє підвищити точність і надійність аналізу таких режимів. Проведені експериментальні дослідження підтвердили ефективність запропонованих методів діагностики та аналізу несиметричних режимів, а результати експериментів показали високу точність розроблених методик у реальних умовах експлуатації метро.

Результати дисертаційної роботи використані на КП «Харківський метрополітен» при впровадженні методів та засобів аналізу несиметричних режимів

роботи електротехнічного обладнання (акт про впровадження від 01.05.2024 р.), а також в навчальному процесі на кафедрі «Автоматизація та кібербезпека енергосистем» Національного технічного університету «ХПІ» (акт про впровадження від 02.05.2024 р.)

Таким чином, наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційній роботі, мають високий ступінь обґрунтованості і підтверджені як теоретичними дослідженнями, так і практичними результатами.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів дисертаційного дослідження забезпечується науковою обґрунтованістю вихідних положень, використанням сучасних методів теоретичного аналізу і математичного моделювання, а також експериментальним підтвердженням отриманих результатів. Теоретичні результати дослідження базуються на фундаментальних законах електротехніки та сучасних підходах до аналізу несиметричних режимів роботи електротехнічного обладнання. Проведені експериментальні дослідження на обладнанні КП «Харківський метрополітен» підтвердили високу точність та ефективність розроблених методик і моделей. Результати досліджень також були впроваджені у навчальний процес на кафедрі «Автоматизація та кібербезпека енергосистем» Національного технічного університету «ХПІ», що забезпечує їх додаткову перевірку в умовах навчальних лабораторій. Високий рівень достовірності результатів підтверджується також численними публікаціями в авторитетних наукових виданнях та апробацією на міжнародних і всеукраїнських науково-технічних конференціях.

До основних нових наукових результатів дисертації відносяться наступні положення:

1) У роботі вперше запропоновані методи розрахунку лінійних струмів. При чому запропоновано та математично обґрунтовано три критерії: найменшої суми квадратів струмів, найменшої суми квадратів потужностей та максимального миттєвого коефіцієнта потужності. Це дозволяє цілком перейти у трифазній системі до лінійної системи координат, що у випадку режиму ізольованої нейтралі надає ефективний інструмент аналізу процесів у електричній системі.

2) Далі доведено, що критерії максимального миттєвого коефіцієнта потужності та найменшої суми квадратів співпадають при виконанні умови нульової суми лінійних напруг, яка повинна виконуватись у реально існуючих мережах.

3) У роботі визначено високу ефективність запропонованих методів для розрахунків несиметричних режимів та порушень функціонування обладнання трифазних випрямлячів тягової підстанції метрополітену.

4) На основі розроблених методів розрахунку лінійних струмів запропоновано метод діагностування трифазних випрямлячів тягової підстанції метрополітену в процесі його функціонування без втручання у електричну схему підстанції.

Практична цінність роботи.

На практиці запропонований підхід спрямований на забезпечення надійної роботи обладнання тягової підстанції метрополітену за рахунок діагностування несиметричних відмов у реальному часі. Також, це дозволить зменшити час та вартість технічного обслуговування обладнання тягової підстанції, зокрема трифазного випрямляча. Усунення несиметричних режимів буде сприяти зменшенню втрат електричної енергії, бо несиметрія є одним з вагомих факторів, які суттєво впливають на рівень якості електричної енергії та ефективність системи електропостачання. Про цінність роботи свідчить акт про впровадження від КП «Харківський метрополітен» 01.05.2024 р., де вказано саме про отримані практичні результати.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

За результатами дослідження дисертаційної роботи опубліковано 8 наукових праць, з них у фахових наукових виданнях, рекомендованих ДАК Міністерства освіти і науки України – 4, у реферативній базі Scopus – 3 (Q3), наукових праць, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації – 5. Зазначене вище дозволяє стверджувати, що представлена дисертаційна робота є самостійним, завершеним науковим дослідженням,

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві, зазначена у

дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Оцінка змісту дисертаційної роботи.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям 14 «Електрична інженерія». Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатку. Загальний обсяг дисертації ... сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано основні задачі дослідження, визначено наукову новизну та практичну цінність роботи, наведено дані стосовно апробації отриманих результатів, публікацій за темою дисертації та впровадження основних результатів дослідження, а також розглянуто можливі шляхи їх впровадження у реальні умови експлуатації електротехнічного обладнання метро.

У першому розділі розглядаються питання контролю якості електричної енергії в мережах метрополітену. Здійснено аналіз основних параметрів якості електроенергії, що впливають на роботу електротехнічного обладнання, зокрема, симетричність напруги, гармонійні викривлення, коливання напруги та інші. Вивчено методи оцінки якості електроенергії, включаючи гармонійний аналіз, метод симетричних компонентів та метод балансу потужностей. Розглянуто особливості роботи електротехнічних систем метрополітену в умовах несиметричних режимів та вплив цих режимів на якість електроенергії.

У другому розділі представлено методи розрахунку миттєвих лінійних струмів в умовах несиметричних режимів роботи електричних мереж. Розглянуто різні підходи до визначення струмів, зокрема метод найменших квадратів, метод максимального миттєвого коефіцієнта потужності та метод симетричних

компонентів. Проаналізовано переваги та недоліки кожного з методів, а також їх застосування у реальних умовах експлуатації метро. Представлено математичні моделі, що описують поведінку електротехнічного обладнання в умовах несиметрії, та проведено їх верифікацію на основі експериментальних даних.

Третій розділ присвячений аналізу гармонійного стану та діагностиці несиметричних режимів роботи електричних мереж метро. Описано методи ідентифікації джерел гармонійних викривлень, а також методи локалізації місць виникнення несиметрії. Розглянуто використання методів аналізу гармонійних складових електричних сигналів для підвищення точності діагностики та зменшення впливу несиметрії на роботу електротехнічного обладнання. Представлено результати експериментальних досліджень та їх інтерпретацію.

Четвертий розділ зосереджений на експериментальному дослідженні несиметричних режимів тягової підстанції метрополітену. Наведено методичку проведення експериментів, опис використаного обладнання та програмного забезпечення для збору та аналізу даних. Проведено детальний аналіз результатів експериментальних вимірювань, включаючи виявлення конкретних випадків несиметрії та їх вплив на роботу системи. Розроблено рекомендації щодо покращення надійності та ефективності електротехнічного обладнання в умовах несиметричних режимів експлуатації.

Висновки, сформульовані у роботі, висвітлюють результати дослідження як вирішення висунутих в дисертації завдань. В цілому висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Список літератури із 119 найменувань достатньо широко охоплює предметне поле дослідження, певною мірою відображає опрацювання автором значної кількості іноземних та вітчизняних джерел.

Додаток містить інформацію про практичне впровадження результатів дисертації.

Академічна доброчесність.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Дем'яненко Р.І. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми «Електроенергетика». Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у наукові напрями контролю якості електричної енергії та діагностики обладнання. Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Дем'яненко Романа Ігоровича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження.

У дисертаційній роботі Дем'яненко Р. І. присутні деякі помилки та недоліки:

1) з переліку основних скорочень і умовних позначень потрібно вилучити шість рядків, що починаються зі слова "струм", оскільки вони виглядають як пояснення до формул;

2) рисунки 1.2 – 1.4 не містять пояснень до складових рисунка (що означає k_u тощо);

3) термін «регенеративне гальмування» більше підходить для електромобілів. У контексті роботи краще використовувати термін «рекуперативне гальмування»;

4) деякі назви підрозділу знаходяться в кінці сторінки, що виглядає некоректно;

5) у другому розділі дисертації недостатньо уваги приділено визначенню, які саме методи розрахунку є новими;

6) у третьому розділі потрібно було краще пояснити, що означає термін «відмова діода».

7) у тексті не вказано, що для моделювання використовується програмний пакет – MATLAB з Simulink.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують

загальну наукову новизну і практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Дем'яненка Романа Ігоровича «Методи та засоби аналізу несиметричних режимів роботи електротехнічного обладнання» за своїм змістом відповідає спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, що розв'язує важливу науково-практичну задачу, пов'язану з аналізом та оптимізацією несиметричних режимів роботи електротехнічного обладнання метрополітену

Подана дисертаційна робота. «Методи та засоби аналізу несиметричних режимів роботи електротехнічного обладнання» Дем'яненко Р. І. відповідає спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Дем'яненко Роман Ігорович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Офіційний опонент

Старший викладач кафедри

«Електропостачання» Національного

технічного університету України «Київський

політехнічний інститут імені Ігоря

Сікорського», кандидат технічних наук



Данило ФІЛЯНИН

Підпис Д.В. Філяніна
Завіреко
Вчений секретар
КПІ ім. Ігоря Сікорського
29.07.2024р



Ігоря Колявко