

ВІДГУК
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Діхтярука Ігоря Віталійовича
«Підвищення надійності електропостачання споживачів в повітряних
розподільних мережах напругою 10кВ за рахунок секціонування
автоматичними роз'єднувачами»,
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.14.02 - електричні станції, мережі і системи

Актуальність теми

Основним завданням електричних мереж є задоволення потреб споживачів в електричній енергії відповідної якості при мінімальних витратах і достатньому рівні надійності. Принципи побудови, розвитку сучасних і перспективних систем електропостачання, методи й засоби керування їхніми режимами повинні відповідати рівню й темпу загального прогресу науки та техніки. Зокрема, повинно бути забезпечене раціональне використання матеріальних ресурсів при одночасному виконанні всіх вимог до надійності електропостачання. У рішенні цих проблем, важливу роль відіграють теорія й методи вибору схем секціонування розподільних електричних мереж, як одного з найважливіших і першочергових етапів прийняття оптимальних рішень при будівництві нових і реконструкції діючих мереж.

Тому питання, поставлені та вирішені автором в дисертаційній роботі, що розглядається, є без сумніву актуальними, оскільки вони направлені на підвищення надійності розподільних електричних мереж з повітряними лініями напругою 6-10кВ, за умови мінімізації довгострокових капіталовкладень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Актуальність дисертації роботи підтверджується також фактом проведення досліджень згідно з планом науково-дослідних робіт Чернігівського національного технологічного університету в рамках держбюджетних тем: «Підвищення ефективності роботи електричних мереж» (ДРН[№] 0113U006409) та «Принципи побудови розподільної електричної мережі напругою 10 кВ із застосуванням новітньої

комутаційної апаратури. Рекомендації» (ДР№ 0113U004405), в яких здобувач був виконавцем окремих етапів.

Основні наукові результати, отримані в дисертації, їх новизна

Метою дисертаційної роботи є розробка нових та розвиток існуючих методів і засобів оптимізації секціонування схем розподільчих електричних мереж з повітряними лініями електропередачі.

Відповідно до поставленої мети, автор успішно вирішує основні завдання досліджень, що коректно сформульовані на початку дисертації. При цьому були отримані нові наукові результати, головними з яких можна вважати:

1. Автором удосконалено метод секціонування розподільних електричних мереж шляхом використання автоматичних роз'єднувачів під час безструмових пауз автоматичного повторного включення (АПВ), що дозволило досягти відповідного підвищення надійності електропостачання з меншими витратами у порівнянні з традиційними засобами.

2. В роботі вперше запропоновано при оптимізації місць секціонування замість дискретної моделі розподілу потужності споживачів в мережі використовувати неперервну. Це дозволило відмовитись від застосування громіздких евристичних методів дискретної оптимізації та отримати більш обґрунтовані результати з меншою витратою обчислювальних ресурсів.

3. Науково обґрунтовано новий метод секціонування розподільних мереж з урахуванням наявності джерел розподіленої генерації (ДРГ), який відрізняється від існуючих врахуванням можливості двостороннього живлення споживачів та появи локальних енергоостровів.

Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і результатів

У дисертаційній роботі зібрано та проаналізовано значний фактичний матеріал, який викладено за цією тематикою у науково-технічній літературі, а також опрацьовано накопичений тривалий практичний досвід. На ці результати автор

спирався під час визначення основних задач досліджень. Таким чином обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Діхтярука І.В. базується на чіткій постановці мети і задач дисертації, а також в зіставленні і порівнянні отриманих автором результатів з експериментальними даними. Можна стверджувати, що приведені в дисертаційній роботі висновки і рекомендації щодо використання результатів досліджень достатньо обґрунтовані і відповідають умовам експлуатації діючих електричних мереж.

Достовірність результатів дисертаційних досліджень забезпечується коректністю постановок математичних задач та використанням сучасних методів наукових досліджень. Зокрема, для розв'язання поставлених задач використовувались фундаментальні положення теоретичної електротехніки, математичного аналізу, теорії ймовірності, теорії розрахунку механічних систем, теорії електроприводу, теорії стійкості розподілених систем, методи математичної статистики, методи математичного моделювання. Адекватність розроблених математичних моделей підтверджується також ефективністю запропонованих технічних рішень в умовах проектування й експлуатації реальних розподільних електричних мереж.

Значення отриманих результатів для їх практичного застосування та наукової діяльності.

Значення отриманих результатів не викликає сумнівів, і полягає в тому, що впровадження розроблених засобів в сучасних і перспективних електричних мережах дозволяє суттєво підвищити обґрунтування прийняття рішень по їх секціонуванню та забезпеченню надійності електропостачання. Результати дисертаційної роботи мають теоретичну та практичну цінність для фахівців наукових та проектних організацій, що займаються дослідженнями питань розвитку розподільних електричних мереж середньої напруги.

Результати, отримані в дисертаційній роботі, були впроваджені у виробничій діяльності підприємства ЗАО ЗЕТО «Торговий дім Елво-Україна» та при встановленні новітнього комутаційного обладнання в енергопостачальних компаніях України та інших країн. А також реалізовані в нормативному документі СОУ-Н

40.1-00100227-99:2014 «Побудова схем секціонування розподільчої електричної мережі напругою 6-10кВ. Методичні рекомендації», який використовується під час розробки проектів перспективного розвитку та реконструкції розподільних електричних мереж України.

Короткий аналіз змісту дисертації і відповідність його поставленим задачам

У **вступі** обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, розкрито стан наукового завдання та його значення, сформульовано мету і завдання дослідження, основні науково-методичні положення, які складають наукову новизну і практичне значення роботи.

У **першому розділі** розглянуто проблему підвищення надійності розподільних електричних мереж з урахуванням сучасної теорії надійності. Виявлено, що існуючі розподільні мережі напругою 10 кВ не мають достатнього рівня оснащення засобами секціонування та дистанційного визначення місць пошкодження, що не дозволяє забезпечити необхідний рівень надійності електропостачання споживачів. Запропоновано використовувати автоматичні секціонуючі роз'єднувачі для підвищення надійності електропостачання споживачів.

У **другому розділі** запропоновано застосовувати автоматичну зміну конфігурації електричної мережі за рахунок її секціонування роз'єднувачами, що мають відповідні привід та автоматику. Суть такого секціонування розподільної електричної мережі полягає у виділенні окремих ділянок електричної мережі під час безструмової паузи АПВ (по аналогії з роботою відокремлювачів в мережах напругою 35-110 кВ). Виділення ділянок може починатися після другого циклу АПВ, оскільки перший цикл АПВ дозволяє усунути основну масу нестійких пошкоджень.

У **третьому розділі** показано, що використання середнього значення навантаження для визначення недовідпуску електричної енергії споживачам є некоректним, оскільки середнє сумарне навантаження споживачів неадекватно описує характер його зміни.

Для визначення раціональних місць встановлення секціонуючих комутаційних

апаратів в електричних мережах напругою 10 кВ довільної конфігурації без резервування, з ручним та автоматичним включенням резерву, а також в аналогічних мережах з ДРГ, запропоновано дискретний розподіл споживачів по довжині ЛЕП представити у вигляді відповідних функціональних залежностей, у яких основна потужність зосереджена на початку чи кінці лінії, або розподілена рівномірно.

У **четвертому розділі** для визначення ефективності використання автоматичних роз'єднувачів в розподільних мережах було проведено техніко-економічні розрахунки для секціонування типових моделей ЛЕП з ручним чи автоматичним резервом та без резервування.

Для типових моделей ЛЕП визначено, що використання автоматичних роз'єднувачів для секціонування розподільних мереж напругою 10 кВ довільної конфігурації (включаючи мережі з ДРГ) дозволяє покращити індекси надійності SAIDI, SAIFI та ENS на величину до 70%.

Загальні висновки по дисертації є коректними, відображають наукові й практичні результати, отримані автором.

Список використаних джерел із 112 найменувань охоплює сучасні вітчизняні та зарубіжні публікації.

У **додатку** наведено приклади розрахунків, виконаних автором в діючих електричних мережах та документи, що підтверджують впровадження результатів дисертаційної роботи.

Загалом структура дисертації відповідає вимогам МОН України щодо дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук, а її оформлення не викликає особливих зауважень.

Оцінка змісту дисертації та її завершеності

Таким чином, в процесі роботи над дисертацією Діхтярук І.В., використавши сучасні методи і технічні засоби, провів сукупність наукових досліджень, розв'язав актуальні теоретичні та практичні задачі і досяг поставленої мети – запропонував нові заходи для підвищення надійності електропостачання споживачів в повітряних розподільних мережах середньої напруги. Робота є завершеною

науковою працею. Дисертація написана технічно грамотно. Оформлення дисертації відповідає вимогам ДСТУ.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно висвітлені у 12 наукових працях, з них 6 статей – у наукових фахових виданнях України (дві статті у виданні, яке включене до міжнародної наукометричної бази даних SCOPUS). Матеріали роботи доповідались й обговорювались на шести Міжнародних науково-технічних конференціях.

Аналіз робіт дозволяє зробити висновок, що в них в повному об'ємі опубліковані матеріали дисертації. В цілому, рівень і кількість публікацій, апробація матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

Автореферат дисертації повністю відображає основні положення дисертаційної роботи. В ньому розкрито внесок дисертанта в даний науковий напрям, показані новизна розробок, теоретичні і практичні значення результатів проведених досліджень. Автореферат відповідає змісту роботи та документу «Основні вимоги до дисертацій та авторефератів дисертацій».

По дисертаційній роботі вважаю за необхідне зробити наступні зауваження:

1. В першому розділі дисертації на стор.21-22 автор використовує посилання на постанову НКРЕ України №232 від 17.02.2011 та постанову НКРЕ України №249 від 29.12.2011р., проте на даний момент діючою є постанова НКРЕКП України №392 від 14.06.2018р.
2. На стор. 25 автор стверджує, що «при паралельній роботі... зменшуються втрати потужності та електричної енергії». Але це буде вірним тільки для мереж одного конструктивного виконання та з однаковим перерізом провідників, чого в дійсності ніколи не буває. В реальних мережах при правильно обраній конфігурації роздільна робота забезпечує більш ефективний режим, ніж паралельна.

3. Твердження автора, що при розімкнутій схемі «найбільш доцільним засобом впливу на характеристики їх режиму є зміна електричних зв'язків між елементами мережі, що визначають структуру розподільної електричної мережі» можуть вважатись вірними тільки в межах задач, що вирішуються в дисертаційній роботі. В інших випадках використання засобів регулювання напруги та реактивної потужності можуть виявитися більш доцільними.
4. Автор весь час підкреслює економічну доцільність використання автоматичних роз'єднувачів замість реклоузерів (наприклад, на стор.30). Але реклоузер має значно більше функцій, ніж роз'єднувач, тому коректне техніко-економічне порівняння варіантів використання цих засобів має це враховувати.
5. Постановка задачі оптимізації визначає обрання відповідних методів для її вирішення, а не навпаки. Тому твердження на стор.65, що «аналітичний розв'язок неможливий за допомогою існуючих методів дискретної оптимізації» виглядає як не зовсім коректно сформульоване.
6. На рис. 3.5 дисертації наведено неперервні функції, якими автор пропонує представляти дискретний розподіл споживачів по довжині ЛЕП, проте незрозуміло чому саме такі залежності вибрав автор для характеристики розподілу. Також відомо, що такий підхід до вирішення задач дискретної оптимізації супроводжується похибками заокруглення при реалізації рішення на практиці. Бажано було б порівняти значення цих похибок для різних функцій.
7. В авторефераті на рис. 7 автор наводить неперервні функції виду $P_{1\Sigma}^* = f(L_{1\Sigma}^*)$, але в подальшому він використовує інший вид $y = f(x)$, що викликає певні труднощі в сприйнятті матеріалу.

Зазначені зауваження не мають принципового характеру, не ставлять під сумнів наукову новизну та достовірність одержаних в дисертації результатів. Вони не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Діхтярука І.В., її наукову новизну і практичну цінність.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота *Діхтярука Ігоря Віталійовича* «Підвищення надійності електропостачання споживачів в повітряних розподільних мережах напругою 10кВ за рахунок секціонування автоматичними роз'єднувачами» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.14.02 – електричні станції, мережі і системи. Вона є завершеною науково-дослідницькою роботою, яка розв'язує важливу для теорії та практики задачу, що полягає у підвищенні надійності електропостачання споживачів в розподільних електричних мережах напругою 6-10кВ.

Виходячи з актуальності теми, високого рівня наукової новизни й достатньої апробації основних положень, теоретичного та практичного значень, повноти викладу в опублікованих працях, вважаю, що дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника” які пред'являються до робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Її автор, *Діхтярук Ігор Віталійович*, заслуговує на присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.14.02 – "Електричні станції, мережі та системи".

Офіційний опонент, завідувач відділу оптимізації систем електропостачання Інституту електродинаміки НАН України доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Ю.І. Тугай

23.11.2018

