

ПРОБЛЕМИ РОЗРАХУНКУ СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ ТА СПОСОБИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі було проведено аналіз проблем, пов'язаних з розрахунком струмів короткого замикання в електричних мережах

Ключові слова: струм короткого замикання, електроенергетична система, обмеження струмів коротких замикань, математичне моделювання, автоматизовані системи проектування, перехідні процеси.

Abstract

The paper analyzes the problems associated with the calculation of short-circuit currents in electrical networks.

Keywords: short-circuit current, power system, short-circuit current limitations, mathematical modeling, automated design systems, transient processes

Вступ

Розрахунок струмів короткого замикання (КЗ) – критично важливий етап під час проектування та експлуатації електричних мереж та обладнання. Він є важливим для забезпечення підтримання необхідного рівня безпеки людей та збереження нормальної роботи обладнання, оскільки високі струми можуть викликати руйнування елементів електромережі, пожежі та загрозу життю персоналу. Розрахунки струмів КЗ також дозволяють правильно підібрати захисну апаратуру та налаштувати її так, щоб аварійні ділянки відключалися швидко й селективно, не порушуючи роботу всієї енергосистеми. Крім того, ці розрахунки допомагають уникнути зайвих капіталовкладень та витрат на обладнання, забезпечуючи оптимальну енергетичну ефективність і відповідність нормативним вимогам [1].

Результати дослідження

Розрахунок струмів короткого замикання (КЗ) є критично важливим для забезпечення надійності та безпеки електроенергетичних систем. Однак, цей процес супроводжується низкою проблем, які можуть впливати на точність та ефективність розрахунків.

Однією з основних проблем є зростання рівнів струмів короткого замикання у сучасних електричних мережах. Це зумовлено збільшенням потужності генерувальних джерел, розвитком розподільних мереж, впровадженням в них відновлюваних джерел енергії й нових технологій, [2]. Внаслідок цього підвищуються вимоги до електрообладнання, зокрема вимикачів, шинних систем та інших елементів електричних установок. Їх необхідно проектувати з урахуванням зростаючих рівнів КЗ, що ускладнює вибір технічних рішень і може призводити до зростання фінансових витрат внаслідок впровадження струмообмежувальних пристроїв, реакторів та використання секціонування мережі, що дозволяє зменшити навантаження на обладнання. Це допоможе уникнути перевантажень і полегшить вибір електроапаратури, здатної працювати в аварійних режимах.

Ще однією складністю є математичне моделювання процесів короткого замикання. Для різних класів напруги (наприклад, 6, 10, 20 кВ) необхідно враховувати багато параметрів, таких як опори елементів мережі, вплив трансформаторів і джерел живлення на перехідні процеси [3]. Це ускладнює сам процес розрахунку та аналізу отриманих результатів, особливо у великих енергосистемах, де кількість взаємопов'язаних елементів є значною. Складність математичного моделювання процесів КЗ можна подолати шляхом використання сучасного програмного забезпечення для аналізу електромереж. Програми, які базуються на методах скінченних елементів і точному чисельному аналізі, дозволяють моделювати складні електричні системи та отримувати більш точні результати розрахунків.

Оскільки з кожним роком рівень струмів коротких замикань у мережах зростає постає задача розроблення нових сучасних методів та засобів для їх зменшення. Впровадження спеціальних реакторів,

обмежувачів струму та інших технічних рішень допоможуть знизити вплив аварійних режимів. Однак їх застосування потребує додаткових інженерних розрахунків та аналізу можливого впливу на роботу мережі. Обмеження струмів короткого замикання потребує впровадження нових технологій, таких як надпровідні обмежувачі струму та адаптивні системи керування електромережею. Вони дозволяють оперативно реагувати на зміну параметрів мережі та запобігати небезпечним стрибкам струму.

Вибір електрообладнання для мереж з високими рівнями струмів КЗ стає складним завданням. Важливо правильно підбирати апарати, здатні витримати очікувані струми короткого замикання без пошкоджень. Недостатній запас міцності або помилки у розрахунках можуть призвести до аварійних ситуацій, виходу з ладу обладнання і навіть загрози життю персоналу. Для того щоб цього уникати важливо застосовувати автоматизовані системи проєктування та бази даних із сертифікованими характеристиками електричних апаратів. Це допоможе інженерам приймати обґрунтовані рішення та вибирати оптимальні пристрої, які здатні ефективно працювати в умовах аварійних режимів короткого замикання.

Отже, розрахунок струмів короткого замикання є складним інженерним завданням, що вимагає врахування багатьох факторів. Для його ефективного виконання необхідно використовувати сучасні методи аналізу, програмне забезпечення та технічні рішення, які допомагають зменшити ризики і підвищити безпеку електроенергетичних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пантелєєва І. В. Проблема координації рівнів струмів короткого замикання в енергосистемах / Вчені записки ТНУ ім. В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки, енергетика. Том 31 (70) Ч. 2, №1, 2020. С. 34-39. DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.1-2/07>
2. Лежнюк П. Д., Лисий В. М. Оцінювання впливу факторів, які впливають на енергоефективність ВДЕ під час балансування режимів електроенергетичних систем. <https://doi.org/10.31649/mccs2022.11>
3. Скрипник С. О., Шеїна Г. О. Порівняння струмів короткого замикання електричної мережі 6(10) кВ та 20 кВ / Наукові праці ДонНТУ. Серія: Електротехніка і енергетика, №1 (22), 2020. С. 21-26. <https://doi.org/10.31474/2074-2630-2020-1-21-26>

Маліновський Анатолій Андрійович – студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Тептя Віра Володимирівна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: teptyavira@gmail.com

Malinovskiy Anatolii A. - student, Vinnitsa National Technical University, student of the department of electric power stations and systems; Vinnitsa, Ukraine.

Teptia Vira V. - Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the department of electric power stations and systems, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: teptyavira@gmail.com