

ВПЛИВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ НА ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі було проведено аналіз впливу струмів короткого замикання на обладнання та запропоновано заходи щодо зменшення їх негативного впливу

Ключові слова: струм короткого замикання, вплив на обладнання, запобігання короткого замикання.

Abstract

The paper analyzed the impact of short-circuit currents on equipment and proposed measures to reduce their negative impact

Keywords: short-circuit current, impact on equipment, short-circuit prevention.

Вступ

Однією з найнебезпечніших аварійних ситуацій в електричних мережах є коротке замикання – явище, що виникає внаслідок випадкового або навмисного, не передбаченого нормальним режимом роботи електричного з'єднання фаз струмоведучих кіл електроустановки між собою або із землею. У момент короткого замикання в колах, що примикають до місця виникнення з'єднання, різко зростає струм, перевищуючи найбільш допустимі значення усталеного режиму. Це призводить до значних механічних, термічних та електромагнітних навантажень на елементи електроустановок, що, у свою чергу, може спричинити пошкодження обладнання, пожежі, вибухи та інші тяжкі наслідки [1].

Результати дослідження

Основний вплив короткого замикання на обладнання полягає в тепловому навантаженні. Оскільки струм під час короткого замикання може бути в десятки або навіть сотні разів більшим за номінальний, провідники та компоненти електросхеми швидко нагріваються. Це перегрівання може пошкодити ізоляцію проводів, оплавити пластикові та металеві частини пристроїв, або навіть призвести до займання. Зазвичай використовують системи захисту, такі як запобіжники або автоматичні вимикачі, які спрацьовують під час короткого замикання, щоб запобігти подальшому пошкодженню.

Ще одним наслідком короткого замикання є механічне руйнування компонентів. Коли сила струму зростає миттєво, створюється електромагнітне поле, яке викликає механічні сили у провідниках і з'єднаннях. Це може призвести до руйнування клем, вигинання або розриву шин, а також до відривання контактів. Такі механічні ушкодження не завжди видно одразу, але вони можуть зробити обладнання небезпечним для подальшого використання [1].

Коротке замикання негативно впливає на джерела живлення – це трансформатори, генератори або акумулятори, які постачають енергію до споживачів. У трансформаторах різке зростання струму призводить до локального перегріву обмоток і руйнування масляної або паперової ізоляції, що знижує їхню електричну міцність та відкриває шлях для внутрішніх пробіїв між витками. Ці пробії можуть викликати потужні дуги, здатні спалити частини корпусу й викликати пожежу. У генераторах, через електромагнітні сили, обмотки та ротор зазнають механічного тиску, від якого вони деформуються, виникає дисбаланс обертання, посилюються вібрації, зношуються підшипники, а перегрів елементів обмоток може викликати внутрішні дугові розряди та подальше руйнування ізоляції.

Особливо небезпечними є наслідки короткого замикання для акумуляторних батарей. Накопичене всередині тепло не відводиться, й розпочинається так званий тепловий розгін. Унаслідок цього температура клітин може стрімко піднятися до сотень градусів, корпус батареї деформується, виділяються горючі гази, які легко займаються та навіть вибухають.

У побутових умовах коротке замикання зазвичай призводить до спрацювання автоматичних вимикачів або перегорання запобіжників, які миттєво відключають електроживлення всієї лінії. Хоча такі пристрої не дають аварії розповсюдитися далі та захищають проводку та прилади від пошкоджень, залишають мешканців без світла та електроенергії. Це може спричинити псування продуктів у холодильниках, втрату незбережених даних на комп'ютерах, а також порушення роботи сигналізації чи медичного обладнання, якщо це стосується спеціалізованих приміщень. І це тільки невелика кількість прикладів негативного впливу струмів КЗ на електроприймачів.

У промисловості наслідки бувають ще серйознішими: зупинка автоматизованих виробничих ліній або насосних агрегатів, вихід з ладу систем керування і серверів спричиняють простоювання обладнання, які вимірюються годинами або навіть днями. Матеріальні втрати підсилюються необхідністю дороговартісного ремонту пошкодженого обладнання – кабелів, трансформаторів, вимикачів – а втрата критичних даних може призвести до розриву ланцюгів постачання й зриву контрактних зобов'язань.

Запобігти катастрофічним наслідкам короткого замикання допомагає комплекс заходів: встановлення автоматичних вимикачів із правильними характеристиками спрацювання, пристроїв захисту від дуги та витoku струму, систем моніторингу температури й стану ізоляції, регулярне технічне обслуговування та своєчасна заміна зношених компонентів. Такі превентивні рішення в поєднанні з грамотним проектуванням мереж та резервними ланками дозволяють своєчасно виявляти й ізолювати аварійні ділянки, знижуючи ризик важких наслідків для обладнання, бізнесу та життя людей [2].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Півняк Г.Г. Конспект лекцій з дисципліни «Перехідні процеси в системах електропостачання». Частина I: «Електромагнітні перехідні процеси» для студентів спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / Г.Г. Півняк, Ю.А. Папайка ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2021. – 164 с. URL: <https://ir.nmu.org.ua/entities/publication/c1c686ab-f063-4839-b502-5619c81a0197>

2. Релейний захист та автоматика електричних станцій : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / Рубаненко О. Є., Рубаненко О. О., Гунько І. О. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 125 с. URL: https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2023/Rubanenko_2023_125.pdf

Гладько Вікторія Вячеславівна – студентка, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет.

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

Gladko Victoria V. – 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, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: teptyavira@gmail.com