

УДК 681.325

Ірина Воронко

КЛАСИФІКАЦІЯ ВИДІВ КОРОТКИХ ЗАМИКАНЬ У ЛІНІЯХ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ТА ЇХ МОНІТОРИНГ

У даній статті запропонована класифікація видів коротких замикань у лініях електропередач і показаний їх моніторинг за допомогою комп'ютерної системи контролю й ідентифікації режимів функціонування.

В данной статье предложена классификация видов коротких замыканий в линиях электропередач и показан их мониторинг с помощью компьютерной системы контроля и идентификации режимов функционирования.

In this paper the classification of short circuits in power lines and them to for monitoring by the computer system to monitor and identifications modes of operation.

Ключові слова: лінії електропередач, коротке замикання, електрична мережа, моніторинг.

Актуальність. На сьогодні для забезпечення ефективного функціонування електричних мереж і силового електроустаткування залізниці, а отже, надійності їхньої роботи, створені комп'ютерні методи і технічні засоби реєстрації й аналізу сталих і перехідних режимів їх функціонування. Згідно із статистичними даними, більшість аварій, які виникають в електроенергетичних системах, припадає на лінії електропостачання (ЛЕП). Враховуючи той факт, що залізничні транспортні системи представляють собою територіально-розподілені об'єкти, то дуже важливою є задача визначення виду пошкодження та знаходження відстані до місця короткого замикання (КЗ) з точки зору оперативності знаходження і ліквідації наслідків аварії. На основі проведених досліджень[1-3] можна зробити висновок, що методи визначення місця короткого замикання в електричній мережі базуються в першу чергу на параметрах електропостачальної системи і результатів виміру параметрів режимів при виникненні аварії та виду самої аварії.

Мета. Провести аналіз видів пошкоджень в електричних мережах, зробити класифікацію видів коротких замикань і навести осцилограми моніторингу електричних параметрів ліній електропередач.

Тривалий досвід експлуатації систем електропостачання показує, що у зв'язку з їхньою специфікою більшість аварій на лініях електропередачі становлять КЗ, які можуть бути миттєвими та стійкими. Миттєві короткі замикання є самоусуваючими. У випадку стійких КЗ варто визначити місце КЗ і проконтролювати усунення пошкодження.

© *Воронко І. О., 2012*

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

Причини виникнення КЗ у повітряних або в кабельних лініях, в генераторах чи трансформаторах є дуже різноманітними. Вони виникають у результаті електричних і механічних пошкоджень ізоляції; в результаті розвитку дефектів в ізоляторах і ізоляційних конструкціях; при перекритті забрудненої і зволоженої ізоляції; в результаті обривів проводів і тросів; розривів струмоведучих частин і фаз кабелів у з'єднуючих муфтах при зміщенні землі; в результаті часткових пошкоджень ізоляції при монтажі й будівництві; при часткових розрядах, що змінюють напруженість електричного поля на границях між елементами ізолюючих конструкцій; а також в результаті дії грозових і внутрішніх перевантажень, замикання на землю однієї фази в мережі з ізольованими нейтраліями; помилкових дій персоналу й ін. У зв'язку з цим методи та засоби підвищення надійності роботи електричних мереж у першу чергу мають бути направлені на підтримку визначеного експлуатаційного рівня електричної міцності ізоляції і на попередження умов для розвитку аварій, які, наприклад, можуть сприяти переходу однофазних замикань на землю в міжфазні КЗ. У більшості випадків у місці КЗ виникає електрична дуга з високою температурою, що призводить до руйнувань струмоведучих частин, ізоляторів і електричних апаратів. При КЗ до місця пошкодження підходять більші струми (струми КЗ), вимірювані тисячами амперів, які перегрівають неушкоджені струмоведучі частини й можуть викликати додаткові пошкодження, тобто розвиток аварії. Отже, замикання, при якому струми в лініях електропередач і в електрообладнанні, що примикають до місця його виникнення, різко зростають, перевищуючи найбільший допустимий струм тривалого режиму, називається коротким замиканням [7], вони поділяються на симетричні та несиметричні короткі замикання. Основні види короткого замикання показані рис. 1.

- Міжфазні короткі замикання – трифазні та двофазні – вони у свою чергу виникають у мережах як із заземленою, так із ізольованою нейтраллю.

- Однофазні короткі замикання – відбуваються тільки в мережах із заземленою нейтраллю.

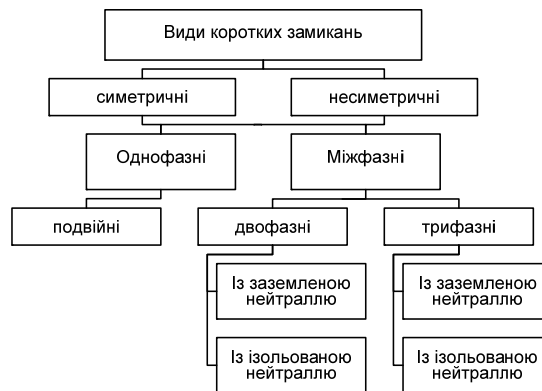


Рис. 1. Види коротких замикань

Отже, на ЛЕП виникають трифазні, двофазні та однофазні короткі замикання (КЗ), як у мережах із заземленою, так і з ізольованою нейтраллю. Найбільша кількість пошкоджень на ЛЕП припадає на однофазні КЗ – до 85 %. Визначення відстані до місця пошкодження [1, 2] під час виникнення двофазних та особливо трифазних КЗ ніяких труднощів не становить. Більш істотні труднощі виникають з визначенням місця пошкодження під час однофазних КЗ. Тому під час виникнення

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

на лінях коротких замикань важливе значення має визначення виду пошкодження та які з фаз були пошкоджені. Пошкодження можна визначити за допомогою спеціальних цифрових реєстраторів [5, 6], які здійснюють моніторинг і діагностику електричної мережі. Залежно від особливостей електричної мережі моніторинг може здійснюватись неперервно (на базі стаціонарних пристроїв), періодично (з певною визначеною періодичністю, наприклад, раз у рік) або за необхідністю (у процесі впровадження нових потужних електроприймачів, компенсувальних пристроїв тощо).

Приклад дослідження моніторингу і реєстрації параметрів нормальних і аварійних режимів, які виконуються синхронно за часом і роботою системи захисту, включаючи також визначення відстані до місця аварії для мереж електропостачання на Південно-західній залізниці. За допомогою комп'ютерної системи [6] контролю та ідентифікації режимів функціонування проводились дослідження на рівні тягових підстанцій. На рис. 2, 3 показано результат моніторингу параметрів режимів на фазовій контактній мережі тягової підстанції «Новоград». Із осцилограм, що зареєстровані комп'ютерною системою моніторингу, і реєстрації режимів силових електричних мереж залізниці на тяговій підстанції Новоград видно, що 02.03.2010 р. о 12 годині 25 хв., 41 сек. і 790 мс. було коротке замикання на лінії фідера контактної мережі №1 Коростень. Аварія з'явилась на фазі А. Відстань до короткого замикання 79,248 км. Довжина лінії 86,331 км.

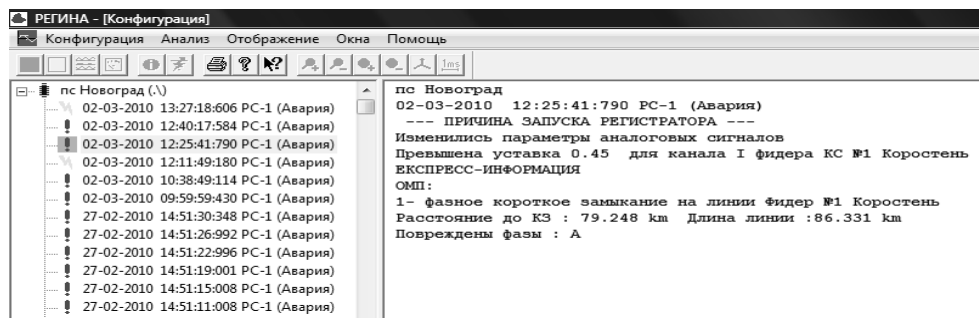


Рис. 2. Реєстрація аварії на фазовій контактній мережі тягової підстанції «Новоград»

Як показано на осцилограмі, аварійний режим продовжувався біля трьохсот мілісекунд. Результати виміру реалізовані на відмітці курсору і наведені в лівому вікні осцилограми. Значення діючого струму короткого замикання в момент аварії $I_{дій}=0,4820$ кА, а величина миттєвого струму, що вимірюється по лінії курсору, відповідно $I_{мить}=0,6816$ кА. Діапазон зміни струму від -1,44 кА до 1,44 кА. Дійсне значення напруги $U_{дій}=21,8$ кВ і відповідно миттєве значення напруги по лінії курсору $U_{мить}=10,6$ кВ. Діапазон зміни напруги відповідно від -38,37 кВ до 38,37 кВ. На осцилограмі також показано значення струму і напруги на фідері контактної мережі №2 Судилково. Дійсне і миттєве значення струму на цьому фідері дорівнює нулю, а напруги, відповідно $U_{дій}= 25,3$ кВ, $U_{мить} = -26,5$ кВ. При необхідності є також можливість показати роботу системи захисту, тобто динаміку відключення фідера від навантаження в момент аварійного режиму. При появі аварії автоматично формується файл експрес-аварійної інформації, який передається на всі рівні управління електропостачанням.

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

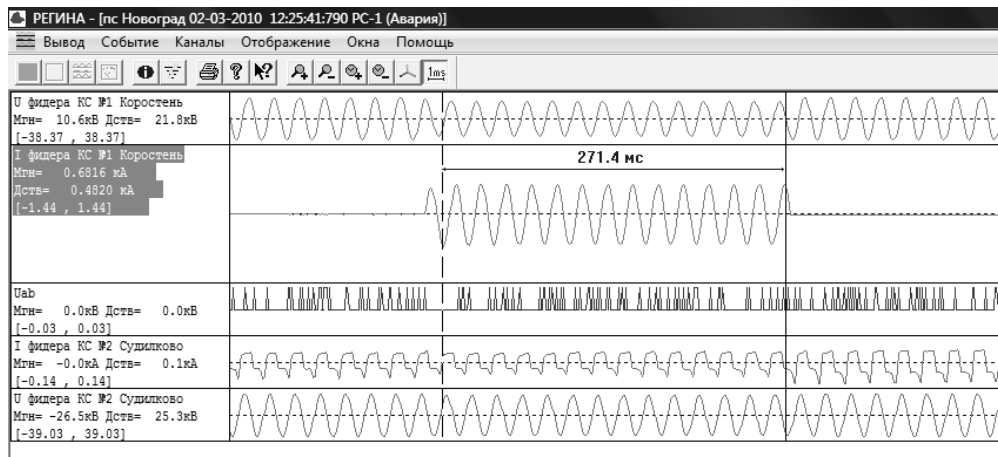


Рис.3. Осцилограми аварійного режиму на фідері контактної мережі тягової підстанції «Новоград»

Системою зареєстровано доаварійний, аварійний і післяаварійний режим тягової мережі електропостачання залізниці синхронно з роботою системи захисту і фіксацією часових параметрів. Отримані дані є основою ідентифікації типу аварійного режиму, спроможності його оперативної ліквідації, а також визначення рівня впливу на системні параметри функціонування електричної мережі.

Висновки. 1. Запропонована класифікація видів коротких замикань у лініях електропередач, сформульована на основі узагальнених понять і визначень, які використовуються під час експлуатації ліній електропередач. 2. Наведений, як приклад, моніторинг параметрів режимів на фазовій контактній мережі тягової підстанції Новоград, осцилограма якого представляє зареєстровані доаварійний, аварійний і післяаварійний режими роботи тягової мережі електропостачання залізниці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Попов М.Г. Определение мест коротких замыканий на высоковольтных линиях передач // Энергетика. – 2004. – № 2.
2. Баран П.М., Кідиба В.П., Равлик О.М., Чорний Н.І. Визначення місця пошкодження на лініях з відгалуженнями // Вісн. Нац. ун-ту «Львівська політехніка». – 2006. – № 563. – С. 10–13.
3. Сопель М.Ф., Тутик В.Л., Щербакова І.А. Математические модели и информационные технологии идентификации аварийных режимов электрических сетей // 36. наук. праць ІПМЕ НАНУ, Вип. 46, 2008. – С.192–199.
4. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Буткевич О.Ф., Сопель М.Ф. Застосування засобів моніторингу перехідних режимів в ОЕС України для розв'язання задач диспетчерського керування // Праці Інституту електродинаміки НАН України, 2009, вип. 23. – С. 147-155.
5. Стогній Б.С., Сопель М.Ф. Інформаційно-діагностичний комплекс "Регіна" // Новини енергетики. – 2000. – №10. – С.44-47.
6. Информационно-диагностический комплекс «Регина». МЧП «Анигер». – Киев, 2008.
7. ГОСТ 26522-85. Межгосударственный стандарт. Короткие замыкания в электроустановках. Термины и определения. Переиздания 2005 г.