

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОШУКУ ЗАМИКАНЬ НА ЗЕМЛЮ В МЕРЕЖАХ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ

Зубко В. М., Коробка В. О., Мірошник О. В., Черемісін М. М., Плахтій О. І.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Розроблена система автоматизованого моніторингу розподільних електричних мереж, яка має можливість визначити пошкоджену ділянку розгалуженої лінії електропередавання з ізолюованою нейтраллю з диспетчерського пункту. Для розв'язання проблеми виявлення місць однофазних з.н.з. пропонуються блоки виносні з додатковими датчиками вимірювань струмів частотою 250 Гц.

Постановка проблеми. Повітряні лінії (ПЛ) 6-10-35 кВ виконуються з ізолюованою нейтраллю з метою підвищення надійності при пошкодженні ізоляції. Згідно з ПТЕЕС п. 6.1.28. "В електричних мережах 6 - 35 кВ допускається робота із заземленою фазою; при цьому персонал повинен приступити до пошуку місця замикання негайно і усунути його в найкоротший термін". Однак специфіка сигналізації про однофазні з.н.з., а потім і пошук місця пошкодження такі, що усунення його може затягнутися у часі.

Актуальність теми. Основними видами ушкоджень ПЛ є короткі замикання (к.з.) між фазами (20-30%), а також пробій ізоляції та обрив проводів з падінням їх на землю (70%). Тому Правила улаштування електроустановок [1] та Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [2] під час пошкодження ПЛ передбачають обов'язкову роботу спеціального релейного захисту та автоматики. Згідно [1] лінії при міжфазних к.з. повинні відключатися за секунди або частки секунди, але при однофазних з.н.з. можуть працювати до моменту виявлення місця ушкодження.

Такі вимоги до дії релейного захисту пояснюються тим, що при міжфазних к.з. струми збільшуються до таких меж, що вони можуть приводити до термічних ушкоджень і в неушкоджених елементах мережі. Однофазні з.н.з. в лініях з ізолюованою нейтраллю не приводять до порушення режиму роботи елементів електромережі та порушення режиму електропостачання споживачів, міняється тільки ступінь взаємодії ПЛ 6 – 35 кВ із навколишнім середовищем.

При пробі ізоляції і протіканні струму через опору, остання при вигоранні арматури у залізобетоні втрачає свою міцність. При торканні до такої опори є ймовірність ураження електричним струмом. При падінні проводу обірваної фази ПЛ 6 – 35 кВ на землю в радіусі 8 м утворюється небезпечна зона, у якій людина або тварина можуть бути уражені напругою кроку або напругою дотику. Міжфазні к.з. приводять до відключення ліній і виявляються шляхом контролю режиму або інформацією від споживачів. Однофазні з.н.з. не виявляються в такий спосіб.

Тому ПУЕ §3.2.96 і §3.2.99 передбачають: "Захист від замикань на землю слід виконувати, як правило, з дією на сигнал. Для здійснення захисту допускається використовувати пристрій контролю ізоляції. При цьому пошук ушкодженого елемента повинен здійснюватися спеціальними пристроями. Допускається

пошук ушкодженого елемента почерговим відключенням приєднань".

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогодні в Україні знаходиться в експлуатації близько 3800 підстанцій 35/6-10 кВ із загальною встановленою потужністю 24,9 тис. МВ·А, і від них відходить близько 306 тис. км ПЛ напругою 6-10 кВ. Значна частина підстанцій цього класу напруг експлуатується без постійного чергового персоналу і не має телекерування.

Однією з першорядних задач, що стоїть перед експлуатаційним персоналом електричних мереж, є оперативний пошук та локалізація місць ушкодження ПЛ. Вирішити цю задачу можна за допомогою впровадження пристроїв для визначення місць к.з. на ПЛ, що дозволить значно підвищити надійність їх роботи за рахунок оперативності діагностування та усунення ушкоджень. Це дозволить скоротити аварійний недовідпуск електроенергії споживачам, та запобігти в ряді випадків розвитку аварій та значно зменшити трудомісткість їх ліквідації.

Мета статті. Задача автоматичного визначення місця пошкодження ліній напругою 6-10 кВ складніша ніж в мережах вищих за класом напруг, що пояснюється деревоподібною структурою розподільних ліній 6-10 кВ. Тому метою статті є пошук ефективніших технічних засобів та методів визначення місць пошкодження.

Основні матеріали дослідження. Кафедрою електропостачання та енергетичного менеджменту ХНТУСГ на основі сучасної мікропроцесорної техніки спільно з ДП приладобудівний завод ім. Шевченка та АК "Харківобленерго" розроблена система автоматизованого моніторингу розподільних електричних мереж (СМ РЕМ) [3], яка має можливість визначити пошкоджену ділянку розгалуженої лінії електропередавання з ізолюованою нейтраллю з диспетчерського пункту. Система складається з базової станції, що знаходиться у диспетчера, та блоків виносних, що встановлені на кожному відгалуженні лінії. Між базовою станцією та блоками виносними встановлений мобільний зв'язок. Передбачається, що базова станція у диспетчера знаходиться в режимі постійного прийому або запускається при подачі інформації з вимикача лінії, який спрацював після к.з. Під час виникнення к.з. блоки виносні, в зоні яких протікали стру-

ми к.з., формують інформаційний пакет і передають його базовій станції.

Під час прийому інформаційного пакету в базовій станції в блоці перевірки номера проводиться уточнення відправника даного повідомлення методом порівняння персонального номера, який є в інформаційному пакеті, з номерами, які використовуються в даній системі.

Блок виносний спрацьовує при міжфазних к.з. та визначає пошкоджене відгалуження, якщо його відлаштовано від робочого струму частотою 50 Гц в місці встановлення в лінії. У цьому випадку факти місця виникнення однофазних з.н.з. фіксуватися не будуть.

Для вирішення проблеми виявлення місць однофазних з.н.з. нами пропонуються блоки виносні з додатковими датчиками вимірювань струмів частотою 250 Гц. При цьому враховується, що під час замикання на землю виникає перехідний процес розряду ємностей непошкоджених фаз. Останній служить джерелом гармонік струмів і напруг, кратних 50 Гц - 250 Гц, 350 Гц, 450 Гц і т.д. Так як струми гармонік протікають у провадах ліній і в землі під лініями, то датчики реагують на процес замикання на землю.

Далі інформація передається на диспетчерський пункт автоматично і за спеціальною програмою обробляється. При цьому враховується повнота замикання на землю за величиною напруги нульової послідовності, вимірної на "розімкненому трикутнику" трансформатора напруги і сумарна ємність фаз ліній.

Для визначення місця пошкодження необхідно визначити величину струмів частотою 250 Гц, зафіксованих кожним з блоків виносних, в зоні яких протікали ці струми, I_1, I_2, I_3 .

Порівнюємо виміряні струми, і за максимальним струмом виявляємо пошкоджену лінію.

По мінімальному струму та довжині лінії після місця установки блока виносного визначаємо питомий ємнісний струм, що стікає в землю:

$$I_n = \frac{I_{\min}}{L_{\text{лінії}}}, [A / \text{км}] \quad (1)$$

Знаючи загальну довжину всіх ліній, що відходять від підстанції, визначаємо струм замикання на землю в місці пошкодження ізоляції:

$$I_z = I_n L_{\text{сум.}} \quad (2)$$

Враховуючи лінійне зростання від кінця лінії ємнісного струму: $I_n L_x$, знаходимо відстань до місця пошкодження.

За паспортними даними ліній і вимірними параметрами за допомогою комп'ютерної програми виконується відповідний розрахунок, та виводиться зображення результуючих номограм на монітор. По ним у масштабі визначається орієнтовна відстань до місця з.н.з. L_x , і приймається рішення про направлення бригади для ремонту пошкодження ПЛ.

З 2008 року для реалізації вищевказаного СМ РЕМ проходить виробничі випробування на кількох нетелемеханізованих підстанціях 35/10 кВ АК "Харківобленерго".

Запропонована нами система дозволяє прискорити пошук місця замикання в кожному конкретному випадку ще й методом варіантних розрахунків, попередньо маючи схему електричної мережі й під'їзних шляхів, звівши цей час до 1 години.

Висновок. Система автоматизованого моніторингу розподільних електричних мереж підвищує точність визначення місця пошкодження в мережі з ізолюваною нейтраллю, забезпечуючи надійне і ефективне електропостачання споживачів.

Список використаних джерел

1. Правила улаштування електроустановок. 4-е вид., перероб. і доп. – Х.: Форт, 2011. – 736 с.
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей: Х.: Индустрия, 2007. – 288 с.
3. Пат. № 64352 А України, МКИ 7 G01R31/08, Фіксатор короткого замикання. Черемісін М. М., Зубко В. М., Коробка В. О., Сідоров Г. А., Пироженко А. А. №2003054513; Заявлено 20.05.2003; Опубл. 16.02.2004, Бюл. №2.

Аннотація

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОИСКА ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ В СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Зубко В. М., Коробка В. А., Мирошник А. В., Черемисин Н. М., Плахтий А. И.

Разработана система автоматизированного мониторинга распределительных электрических сетей, которая имеет возможность определять поврежденный участок разветвленной линии электропередачи с изолированной нейтралью с диспетчерского пункта. Для решения проблемы отыскания мест однофазных з.н.з. предлагается блоки выносные с дополнительными датчиками измерения токов частотой 250 Гц.

Abstract

INCREASE SOUGHT EARTH FAULT ON THE WEB WITH ISOLATED NEUTRAL

V. Zubko, V. Korobka, O. Miroshnyk, M. Cheremisin, O. Plahtiy

A computer-aided monitoring of electrical distribution networks, which can identify the damaged part of an extensive transmission lines with insulated neutral point of control. To solve the problem of detection for single-phase ground fault available units with additional remote sensing measurements of current frequency 250 Hz.