

В. М. Кутін
М. В. Кутіна
М. В. Косенюк

АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПОШУКУ ПОШКОДЖЕНЬ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ З ПОВІТРЯНИМИ ЛІНІЯМИ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ НАПРУГОЮ 10 КВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Сутність розв'язку задачі полягає в автоматизації процесу визначення місця пошкодження (ВМП) та підвищення точності на основі сумісного використання статичних та динамічних характеристик нормального і аварійного режимів СЕП. Були досліджені динамічні характеристики аварійного режиму та проаналізовано існуючі методи та засоби ВМП. Запропоновані більш точні методи обчислення первинних параметрів повітряних ліній електропередачі (ПЛ) та навантажень окремих ТП 6-10/0,4 кВ. Вдосконалено дистанційний метод визначення місця міжфазного короткого замикання в повітряних лініях електропередачі напругою 10 кВ з урахуванням їх неоднорідності та структурної розгалуженості, що дозволяє підвищити точність ВМП. Отримав подальший розвиток дистанційний метод визначення місця однофазного замикання на землю із урахуванням неоднорідності та структурної розгалуженості ПЛ, у відповідності до якого місце пошкодження визначається навіть при наявності значного перехідного опору. Система дистанційного визначення місця міжфазного короткого замикання чи однофазного замикання на землю забезпечує абсолютну точність у 5% від загальної довжини магістральної лінії для ліній, що не перевищують 20 км у довжину.

Ключові слова: розподільна мережа, неоднорідність, статичні та динамічні характеристики, метод пошуку, програма пошуку

Abstract

The essence of solving the problem is to automate the process of determining the location of damage (VMP) and increasing accuracy based on the combined use of static and dynamic characteristics of normal and emergency modes of the SEP. The dynamic characteristics of the emergency mode were studied and the existing methods and means of emergency response were analyzed. More accurate methods of calculating the primary parameters of overhead power lines (PL) and loads of individual 6-10/0.4 kV TPs are proposed. The remote method of determining the location of an interphase short circuit in overhead power lines with a voltage of 10 kV has been improved, taking into account their heterogeneity and structural ramifications, which allows to increase the accuracy of VMP. The remote method of determining the location of a single-phase ground fault, taking into account the heterogeneity and structural branching of the PL, has received further development, according to which the location of the damage is determined even in the presence of significant transient resistance. The system for remote determination of the location of phase-to-phase short-circuit or single-phase to ground fault provides an absolute accuracy of 5% of the total length of the trunk line for lines not exceeding 20 km in length.

Keywords: distribution network, heterogeneity, static and dynamic characteristics, search method, search program

Вступ

Складність ВМП в розподільних мережах (РМ) зумовлена такими факторами: неоднорідність; в РМ використовується неоднакова за принципом роботи комутаційна апаратура та засоби автоматики; РМ розподілені в просторі, мають складну та глибоку ієрархію, деревоподібну топологію; в РМ виникає несиметричність режимів, до РМ приєднується різноманітне за характером навантаження, в РМ використовують різні режими роботи нейтралі; інформаційна невизначеність (точність отриманих значень параметрів та контрольованих величин, достовірність звітності енергопідприємств про функціонування автоматики, способи передачі даних по лініях зв'язку, види інформації).[1,2]

Існуючі методи пошуку в значній мірі не враховують ці особливості розподільних мереж. Наприклад, дистанційні методи не враховують неоднорідність та складність структури РМ; метод послідовного ділення мережі – інформаційну невизначеність, а саме: потребує послідовного обходу мережі і вимірювання високочастотного сигналу при однофазному замиканні на землю (ОЗЗ), не чутливий до к. з. в кінці мережі і ОЗЗ через перехідний опір, що більший 100 Ом.

Вплив перелічених факторів значно ускладнює процедуру пошуку місць пошкоджень, що збільшує час на проведення операцій та витрати на ВМП. Тому існує задача створення методів і засобів, які

дозволять врахувати неоднорідність та складну топологію розподільних мереж для підвищення рівня автоматизації та точності ВМП. Рішення цієї задачі лежить на шляху сумісного використання статичних та динамічних характеристик об'єкта на основі методу послідовного аналізу.

Мета роботи – підвищення рівня надійності, безпеки і ефективності використання систем електропостачання з повітряними лініями електропередач напругою 10 кВ шляхом автоматизації процесу пошуку і зменшення похибки визначення місця пошкодження на основі сумісного використання статичних і динамічних характеристик в нормальному і аварійному режимі їх роботи.

Результати досліджень.

1. Для визначення відстані до місця однофазного замикання на землю запропонований метод, заснований на штучному створенні режиму двофазного замикання на землю, який реалізується шляхом обрання пошкодженої фази і штучного замикання наступної по послідовності фази. Теоретичні дослідження показали, що відстань до місця ОЗЗ в цьому випадку може бути визначена за результатами вимірювання реактивної складової напруги петлі подвійного замикання на землю і струму подвійного замикання на землю. Похибка вимірювання відстані до місця ОЗЗ в цьому випадку залежатиме тільки від точності початкових даних (x_n) і похибки вимірювальної системи.[3]

2. Запропонований і теоретично обґрунтований метод дистанційного визначення відстані до місця КЗ. Метод заснований на принципі вимірювання і фіксації реактивної складової напруги петлі КЗ (U_p) на шинах підстанції, а на кожному приєднанні, що відходить різниці струмів у момент виникнення КЗ ($I_{пркз}$) і струму навантаження ($I_{прн}$) до моменту виникнення КЗ. Визначення відстані до місця КЗ здійснюється за допомогою переносного пристрою, на вхід якого подаються дві зафіксовані величини і яке реалізує алгоритм $l_g = (U_p / (I_{пркз} - I_{прн})) / x_n$.[4,5]

3. Точність визначення відстані до місця КЗ підвищується за рахунок виключення впливу на результати вимірювань струму навантаження решти приєднань, підключених до шин підстанції. А також за рахунок ітераційного алгоритму розрахунку, що дозволяє врахувати неоднорідність РМ.

4. Автоматизація процесу розрахунку відстані до міжфазного КЗ досягається за рахунок використання програми розрахунку „RVMKZ”.

Надійність фіксації досягається за рахунок контролю стану кожного приєднання.

5. Конструктивне спрощення виконання пристрою може бути досягнуте за рахунок рознесеної структури пристрою. На підстанції встановлюється тільки блок вимірювання і фіксації контрольованих величин, а обчислювально-індикаторний блок може бути переносним і використовуватися для ряду підстанцій.

Висновки

1. Теоретично обґрунтовано методи розрахунку первинних параметрів повітряних ліній напругою 6-35 кВ для використання при визначенні місць пошкоджень. Це дозволяє підвищити точність дистанційного методу визначення місця пошкодження в РМ.

2. Вдосконалено дистанційний метод визначення відстані до міжфазного к. з., що ґрунтується на фіксації параметрів доаварійного та аварійного режимів роботи на кожному приєднанні, який враховує неоднорідність параметрів ділянок магістралі і навантаження на відгалуженнях, що дозволяє отримати методичну похибку визначення місця пошкодження до 5%.

3. Вдосконалено метод визначення відстані до місця однофазного замикання на землю на основі послідовного аналізу нормального і аварійного режимів роботи, коли неперервно контролюють активний опір ізоляції мережі відносно землі і при досягненні граничного значення, визначають пошкоджену фазу, штучно замикають непошкоджену фазу, фіксують струм аварійного режиму і реактивну складову напруги петлі подвійного замикання на землю. За результатами вимірювання та фіксування цих величин обчислюють відстань до місця однофазного замикання на землю, що дозволяє визначити пошкодження при замиканні через великий перехідний опір (обрив проводу, спікання землі, опори) і автоматизувати цей процес.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гребенюк А. М. Методи та пристрої захисту при обриві проводів кар'єрних розподільних і тягових мереж : автореф. дис. . канд. техн. наук : 05.09.03 / Гребенюк А. М. ; Держ. вищ. навч. закл. "Нац. гірн. ун-т". Дніпропетровськ, 2012. 20 с.
2. Кутін В.М. Комбінована система визначення місць пошкодження в повітряних розподільних мережах напругою 6-35 кВ/ В. М. Кутін, В. В. Луцяк //Технічна електродинаміка : тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки» К.,2008,С.57-61.

3. Підвищення точності вибору та ефективності використання силових трансформаторів розподільчих мереж/ І. М. Луценко, С. В. Кошеленко, П. С. Циган // Вісник КрНУ –Кременчук : 2017.- Вип.5/2017 (106). С .14-20.

4. Кутіна М. В. Визначення ознак аварійного режиму обриву проводу в повітряних лініях електропередачі напругою 6-35 кВ/ М. В. Кутіна // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. 2011. №2 (14). С.145-149.

5. Кутін В. М. Комбінована система визначення місць пошкодження в повітряних розподільних мережах напругою 6-35 кВ/ В. М. Кутін, В. В. Луцяк // Технічна електродинаміка : тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки» К., 2008, С.57-61.

Кутін Василь Михайлович – доктор технічн. наук, професор кафедри комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, e-mail: vmkytin@gmail.com.

Кутіна Марина Василівна – канд. технічн. наук, доцент кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, e-mail: mkytina@gmail.com.

Косенюк Марк Володимирович – студент, кафедра комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів, Вінницький національний технічний університет.

Vasyl Mykhailovych Kutin - doctor of technical engineering. of Sciences, professor of the Department of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, e-mail: vmkytin@gmail.com.

Kutina Marina Vasylivna – Candidate of Science, senior lecturer in Department of electrical power consumption and power management, e-mail: mkytina@gmail.com.

Koseniuk Mark Volodymyrovych – student, Department of Computerized Electromechanical Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University.