

ДІАГНОСТИЧНІ ОЗНАКИ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НАПРУГОЮ 6-35 КВ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ЛОКАЦІЙНОГО МЕТОДУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано застосування локаційного методу для визначення місць пошкоджень в мережах напругою 6-35 кВ. Встановлені діагностичні ознаки неоднорідностей необхідні для розшифрування рефлектограм мереж напругою 6-35 кВ.

Ключові слова: розподільні мережі, локаційний метод, пошук пошкоджень

Abstract

It is proposed to use the location method to determine the places of damage in networks with a voltage of 6-35 kV. The established diagnostic signs of inhomogeneities are necessary for deciphering the reflectograms of networks with a voltage of 6-35 kV.

Keywords: distribution networks, location method, search for damage

Вступ

Найбільш ненадійним елементом системи електропостачання є повітряні лінії електропередачі напругою 6-35 кВ, які мають деревоподібну топологію. При віддалених к.з. і пошкодженнях за трансформаторами в повітряних лініях напругою 6-35 кВ струми к.з. мало відрізняються від струмів навантаження [1-3]. Процес пошуку пошкодження є складною повсякденною задачею оперативного персоналу і характеризується низьким рівнем автоматизації, тому може тривати протягом декількох годин. Несиметричний режим роботи мережі негативно впливає на роботу споживачів, особливо двигунів [4-6].

Метою роботи є підвищення спостережуваності при розшифровці рефлектограм отриманих в результаті застосування локаційного методу для зондування систем електропостачання з повітряними лініями електропередач напругою 6-35 кВ.

Результати досліджень.

Контроль роботоздатності повітряної ЛЕП зводиться до своєчасного виявлення пошкоджень. Будь-який вид пошкодження так само як і інші неоднорідності створюють на рефлектограмі додаткові відбиті імпульси. Кожна з неоднорідностей носить активний, індуктивний або ємнісний характер, тому важливо детально дослідити характер зміни форми відбитого імпульсу. З цією метою проводився аналіз попередніх досліджень [7-8] та нові дослідження.

Результати дослідження показали, при $R_n < Z_h$, де Z_h – хвильовий опір лінії при проходженні сигналом границі між більшим і меншим опорами, відбитий імпульс змінює свою полярність на протилежну, при $R_n > Z_h$, тобто при проходженні сигналом границі між меншим і більшим опорами, імпульс зберігає свою полярність. При цьому у лінії існує режим змішаних хвиль. При $R_n > Z_h$ відбиття в лінії відсутні, вся випромінювана потужність виділяється на опорі навантаження й у лінії створюється режим хвиль, що біжать. Дослідження показали, при $R_n \geq 0,5Z_h$, в лінії встановлюється режим, близький до короткого замикання, а при $R_n \geq 5Z_h$, виникає режим, близький до холостого ходу.

Для зменшення втрат електричної енергії необхідно узгодити опір навантаження із хвильовим опором лінії, тобто, необхідно зменшити відбитий сигнал. При діагностуванні ЛЕП локаційним методом, навпаки, чим більша амплітуда імпульсу, відбитого від неоднорідності досліджуваної лінії, тим легше він виділяється на фоні інших відбиттів. В разі накладання сигналу на неоднорідну лінію поряд з імпульсами, відбитими від кінців лінії та відгалужень, на рефлектограмі будуть присутні й імпульси, відбиті від неоднорідностей лінії.

Приєднання відгалуження до лінії може розглядатися не тільки як приєднання ємнісного навантаження, але і як приєднання відгалуження із хвильовим опором, що зменшує загальний хвильовий

опір у місці приєднання. Тому варто очікувати, що імпульс, відбитий від місця приєднання відгалуження, буде завжди від'ємним.

У місці приєднання відгалуження результуючий хвильовий опір зменшується вдвічі (паралельне з'єднання однакових опорів лінії і відгалуження). Для місця розгалуження коефіцієнти відбиття і переломлення можна визначити, як [8]:

$$K_v = ((Z_h/2) - Z_h) / ((Z_h/2) + Z_h) = -1/3 \quad (1)$$

$$K_p = 2(Z_h/2) / (Z_h/2 + Z_h) = 2/3 \quad (2)$$

Результати дослідження показали, що у місці відгалуження виникає від'ємний відбитий імпульс з амплітудою, рівною 1/3 падаючого, пройшовши далі, переломлений імпульс має позитивну полярність і становить приблизно 2/3 від падаючого. Отже, відгалуження вносять істотні зміни, а відбиті імпульси ускладнюють рефлектограму.

В реальних лініях електропередачі індуктивним навантаженням лінії є обмотка силових трансформаторів, тому проводилися дослідження впливу величини індуктивного навантаження на форму відбитого імпульсу. При різній величині індуктивності відбитий імпульс, крім додатної частини, має явно виражену від'ємну частину, як при короткому замиканні, але зі збільшенням індуктивності поступово стає додатним і вже при величині $L_n = 161,8 \text{ мкГн}$ відбивається, як при холостому ході. Збільшення тривалості зондувального імпульсу до 0,5 мкс приводить до того, що при величині $L_n > 161,8 \text{ мкГн}$ імпульс, відбитий від індуктивності, має ще від'ємну частину. Отже, завдяки значній за величиною індуктивності обмоток трансформаторів розподільних мереж, імпульс рефлектометра відбивається від них без зміни полярності, але з амплітудою трохи меншою, ніж у випадку холостого ходу на місці приєднання обмотки. Зі збільшенням потужності трансформатора й зменшенням індуктивності його обмотки, амплітуда відбитого імпульсу зменшується. При розпізнаванні рефлектограм місця приєднання обмоток трансформаторів можна вважати приблизно аналогічними розімкнутому кінцю лінії (режим холостого ходу).

Висновки

За результатами досліджень встановлені діагностичні ознаки неоднорідностей необхідні для розшифрування рефлектограм електроліній з деревоподібною топологією і з реальними видами навантажень та неоднорідностей, що зустрічаються на лініях. На основі цих ознак на рефлектограмах ідентифікуються імпульси, відбиті від наявних у лінії неоднорідностей: місця коротких замикань і обривів, місця приєднання відгалужень, кінці ліній і відгалужень, обмотки під'єднаних трансформаторів, кабельні вставки, муфти й т.д.

ПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кутін В. М. Інформаційно-вимірювальна система визначення місць пошкодження в розподільних мережах змінного струму напругою 6-35 кВ / В. М. Кутін, В. В. Вашковський // Вісник Вінницького політехнічного інституту 2000. №5 С.24-31.
 2. Стасенко Р. Ф. Автоматизация сельских электрических сетей / Р. Ф. Стасенко, П. П. Фещенко. К.: Техника, 1982. 128 с.
 3. Кискачи В. М. Селективная сигнализация замыканий на землю с использованием высших гармоник тока нулевой последовательности / В. М. Кискачи // Электричество 1967. №9 С. 24-30.
 4. Карпов И. В. Прибор для отыскания места замыкания в воздушных сетях 6-10 кВ / И. В. Карпов, С. П. Борисов, В. С. Парнацкий // Энергетика 1967. №12 С. 25-27.
 5. Кутин В. М. Поиск поврежденных в распределительных электрических сетях / В. М. Кутин, П. К. Пискаряев К.: Техника, 1994 138 с.
 6. Минуллин Р. Г. Методы и аппаратура определения мест повреждения в электросетях / Р. Г. Минуллин Казань: ИЦ «Энергопрогресс» 2002. 152 с.
 - 7 Кутіна М. В. Застосування локаційних методів для визначення виду і місця ушкоджень в розподільних мережах напругою 6-10 кВ / М. В. Кутіна // V Всеукраїнська науково-технічна конференція молодих вчених і спеціалістів ; тези наукових доповідей. Кременчук, 2007. С. 189.
 - 8 Кутіна М. В. Метод виявлення обриву лінії в повітряних розподільних мережах напругою 6–35 кВ / М. В. Кутіна, М. О. Ллюхін // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету імені Остроградського. 2009. № 4 (57), Ч.1. С. 166 – 167.
- Кутіна Марина Василівна** – канд. технiчн. наук, доцент кафедри електротехнiчних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, e-mail: mkytina@gmail.com.
- Бойко Владислав Анатолієвич** – студент групи Е-21мс, кафедра електротехнiчних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет.
- Kutina Marina Vasylyvna** – Candidate of Science, senior lecturer in Department of electrical power consumption and power management, e-mail: mkytina@gmail.com.
- Boyko Vladyslav Anatolievich** – student of group E-21ms, Department of Electrical Engineering Systems of Power Consumption and Energy Management, Vinnytsia National Technical University.