

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИСТРОЇВ КОНТРОЛЮ АДРЕСНОСТІ МІСЦЬ КОРОТКИХ ЗАМИКАНЬ В ЕЛЕКТРИЧНИХ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ 6-10 КВ НА БАЗІ PLC ТЕХНОЛОГІЙ

Пазій В. Г.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Запропоновано новий підхід в розробці технічних засобів контролю місць коротких замикань (к.з.) в електричних мережах, що відрізняється наявністю нових можливостей передачі інформації по PLC каналах зв'язку.

Постановка проблеми. У практичній експлуатації завжди мають місце випадкові пошкодження повітряних ліній (ПЛ): однофазні й багатofазні замикання, обриви проводів та інші. Одним з важливих завдань експлуатації ПЛ є швидке визначення місця пошкодження й проведення ремонтно-відновлювальних робіт. При великій довжині й розгалуженості розподільних мереж зазначене завдання може ефективно вирішуватися тільки при використанні спеціальних технічних засобів, що визначають пошкоджену лінію й відстань до місця пошкодження [1].

Визначення місця короткого замикання на лініях особливо важливо, тому що відключення лінії при стійких пошкодженнях пов'язане з недовідпустком електроенергії й матеріальним збитком, що завдається споживачам. У цих випадках прискорення пошуку пошкоджень дає великий економічний ефект. [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технічні засоби для визначення місць пошкодження (ВМП) широко використовуються при експлуатації ПЛ усіх класів напруг. Залежно від класу напруги засоби ВМП можна розділити на два види: засоби ВМП у мережах з великими струмами замикання на землю (110 кВ і вище) і засоби ВМП у мережах з малими струмами замикання на землю (6...35 кВ).

Методи й засоби ВМП в ПЛ з великими струмами замикання на землю ґрунтуються на вимірі й запам'ятовуванні параметрів аварійного режиму (струмів і напруг прямої, зворотної й нульової послідовності) і обчисленні відстані до місць пошкодження. У таких мережах використовуються, як правило, двосторонні методи, що ґрунтуються на фіксації струмів і напруг по кінцях ПЛ.

Для виміру й запам'ятовування струмів і напруг використовуються напівпровідникові й мікропроцесорні фіксуєчі прилади [1,4]. У порівнянні з напівпровідниковими, мікропроцесорні фіксуєчі прилади дозволяють реалізувати більш складні алгоритми ВМП, більш пристосовані до перепрограмування при зміні параметрів мережі, більш точні. Досвід експлуатації мікропроцесорних приладів ВМП показав, що похибка визначення відстані до місця пошкодження не перевищує 5 %.

При пошкодженні на контрольованій лінії засоби ВМП здійснюють у темпі процесу лише функції виміру й запам'ятовування струмів і напруг аварійного режиму. Обробка результатів виміру виконується вже після відключення лінії релейним захистом.

У розподільних мережах напругою 10 кВ знайшли застосування прилади типу ФІП (ФІП-1, ФІП-

2, ФІП-Ф), ЛИФП і ін. Широко використовується також пристрій типу ФМК-10 [2].

Фіксуєчі прилади повинні задовольняти певним вимогам: вимір необхідно закінчити до початку відключення пошкоджених ділянок лінії від релейного захисту, тобто протягом близько 0,1 с, прилад повинен зберігати значення зафіксованої величини протягом часу, достатнього для прибуття на підстанцію оперативної виїзної бригади, (не менше 4 год.), повинен передбачатися автоматичний селективний запуск приладів, щоб контрольована величина була зафіксована тільки при аварійних відключеннях ліній, прилад повинен забезпечувати певну точність виміру (відносна похибка не повинна перевищувати 5 %) і т.д.

Однак найпростіші прилади типу ФІП, що фіксують струм к.з., мають ряд недоліків, у тому числі такі: для визначення відстані до точки к.з. потрібні додаткові розрахунки або попередня побудова еквівентумових кривих; на точність виміру (похибку приладу) впливають перехідний опір у місці пошкодження, рівень напруги в мережі, значення струму навантаження і т.д.

Істотною особливістю структури розподільних мереж 6...35 кВ є їхня розгалуженість. Відстані до місць багатofазних замикань у цих мережах визначаються засобами ВМП, установленими на живильних підстанціях (односторонні засоби ВМП). Однак навіть висока точність цих засобів не дозволяє вказати місце пошкодження внаслідок розгалуженості мереж.

Після відключення пошкодження вимикачем Q (рис. 1) і визначення відстані до місця пошкодження виникає завдання визначення аварійної ділянки розгалуженої мережі, оскільки пошкодження в точках К1, К2 або К3 є рівновіддаленим від живильної підстанції.

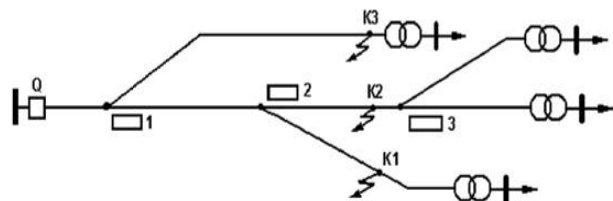


Рисунок 1 - Розміщення покажчиків пошкодженої ділянки в розгалуженій мережі

Для орієнтування при пошуку місця пошкодження в місцях розгалуження мережі встановлюються покажчики пошкодженої ділянки, що фіксують факт

протікання струму к.з. По положеннях показчиків 1, 2 і 3 експлуатаційний персонал правильно визначає напрямок пошуку місця к.з. Зокрема, при замиканні в точці К1 факт протікання струму к.з. буде зафіксований тільки показчиком 1.

В якості даних показчиків можуть бути використані, наприклад, індикатори к.з. ИКЗ-3 [4], що призначені для визначення місця розташування к.з. й спостереження за станом ПЛ розподільних мереж напругою 6-35 кВ. Дані прилади встановлюються на опорах ПЛ. Залежно від модифікації дозволяють здійснювати візуальний або дистанційний контроль наявності аварійної ситуації. Прилади ИКЗ реєструють міжфазні замикання й однофазні замикання на землю. Проте параметри, обмірювані приладами, передаються по бездротовому каналу радіозв'язку неліцензованої частоти або GPRS-каналу, що не завжди зручно, оскільки радіоканал має обмежену зону дії, а GPRS-канал потребує додаткової оплати.

В електричних мережах з ізольованою нейтраллю (6...35 кВ) струм однофазного замикання на землю має ємнісної характер, а по величині значно (на один-два порядки) менше струму навантаження. Мала величина струмів замикання на землю виключає можливість застосування розглянутих вище методів і засобів ВМП.

Відповідно до [5] допускається робота мережі із заземленою фазою до усунення пошкодження, при цьому експлуатаційний персонал зобов'язаний відшукати й усунути пошкодження в найкоротший строк. Відшукування місця однофазних замикань на землю здійснюється за допомогою переносних приладів, що вимірюють поблизу ПЛ рівень магнітного поля струмів нульової послідовності.

Більш досконалі є фіксуючі омметри, особливо ті, що виміряють реактивний опір. При вимірі опору, тобто відношення напруги до струму, вдається значно зменшити вплив зміни рівнів напруги на точність виміру. Вимір реактивного опору зменшує також вплив опору дуги в точці к.з., яке є в основному активним, і дає можливість проградувати шкалу приладу в кілометрах. Якщо до того ж прилади вимірюють струм навантаження, що передувє режиму к.з., з'являється можливість врахувати й відповідно зменшити вплив струму навантаження.

Омметр на відміну від фіксуючих амперметрів і вольтметрів вимірює не одну, а дві величини (струм і напругу). Проте при цьому виникає потреба підключення його до двох фаз лінії, що в деякій мірі підвищує ймовірність виникнення аварійної ситуації внаслідок, наприклад, виходу з ладу даного приладу.

Всі перелічені пристрої і принципи визначення місць к.з. в ПЛ не вписуються в сучасний підхід по підвищенню рівня «інтелекту» електричних мереж, особливо в рамках платформи SmartGrid.

Мета статті - обґрунтувати і запропонувати новий підхід в розробці технічних засобів контролю місць к.з. в електричних мережах, що відрізняються від попередніх розробок наявністю нових можливостей організації передачі інформації, а саме PLC каналів передачі інформації.

Основні матеріали дослідження. У відповідності з поставленою метою нами було розроблено при-

стрій, що дозволяє розширити функціональні можливості пристрою пошуку і контролю місць к.з. за рахунок можливості передачі інформації про к.з. на ПЛ на диспетчерський пункт. Даний пристрій (рис. 2) містить датчик струму, додатково введено дроселі, контролер заряду акумуляторної батареї, акумуляторну батарею, вимірювальний перетворювач, мікроконтролер, PLC-модем, конденсатори зв'язку.

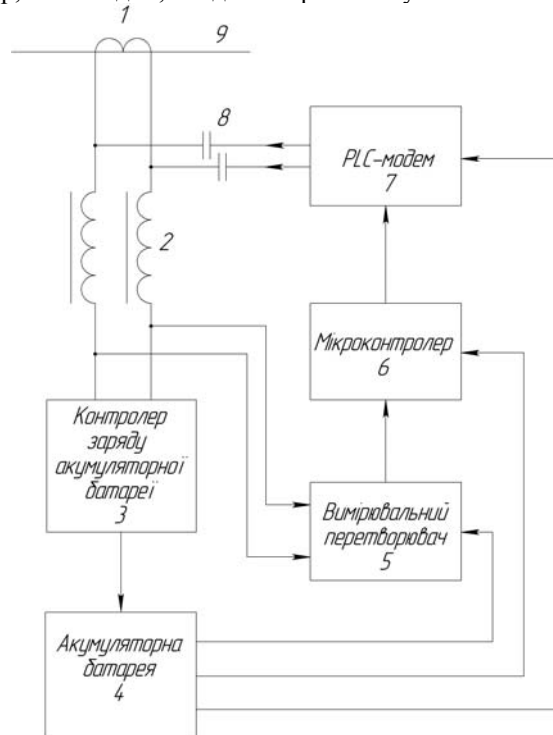


Рисунок 2 – Структурна схема пристрою для визначення місць к.з.:

1 – датчик струму, 2 – дроселі, 3 – контролер заряду акумуляторної батареї, 4 – акумуляторна батарея, 5 – вимірювальний перетворювач, 6 – мікроконтролер, 7 – PLC-модем, 8 – конденсатори зв'язку, 9 – провід лінії електропередачі

Пристрій функціонує наступним чином. При проходженні струму в лінії 9, в датчику струму 1 наводиться струм промислової частоти 50 Гц. Цей струм через дроселі 2, що мають низький опір на даній частоті та великий опір на високих частотах, безперешкодно надходить до контролеру заряду акумуляторної батареї 3. Контролер заряду акумуляторної батареї 3 обмежує струм до необхідного значення для нормального заряду акумуляторної батареї 4 та здійснює зарядження цієї батареї, а також відмикає її при закінченні процесу заряду. Вимірювальний перетворювач 5 генерує сигнал пропорційний струму в мережі та подає його на вхід мікроконтролера 6. В мікроконтролері 6 відбувається обробка сигналу за певним алгоритмом. При виході значень струму в лінії за встановлені межі (режим короткого замикання в лінії електропередачі) мікроконтролер 6 подає керуючий сигнал на PLC-модем 7. PLC-модем 7 в свою чергу через конденсатори зв'язку 8 та датчик струму 1 передає в лінію електропередачі сигнал про величину зафіксованого відхилення струму та свою мережеву адресу, за якою можна точно встановити місце аварійної ділянки. В нормальному режимі PLC-модем 7 з

заданою періодичністю передає в лінію сигнали діючого значення струму, що крім контролю справності пристрою та відстеження пошкоджень лінії дає змогу виконувати моніторинг усталених режимів мережі.

В запропонованому пристрої датчик струму являє собою трансформатор струму з рознімним магнітопроводом, що дозволяє одягати його на провід ЛЕП. Датчик струму призначений для живлення пристрою, тобто за допомогою нього відбувається відбирання з

лінії струму промислової частоти для заряджання акумуляторної батареї. Також струму датчик виконує функцію пристрою височастотного приєднання, тобто за допомогою нього здійснюється введення в лінію електропередачі струмів високої частоти від PLC-модему. Дроселі призначенні для усунення шунтуючої дії контролеру заряду акумуляторної батареї на PLC-модем. Мікроконтролер може бути, наприклад, фірми Atmel.

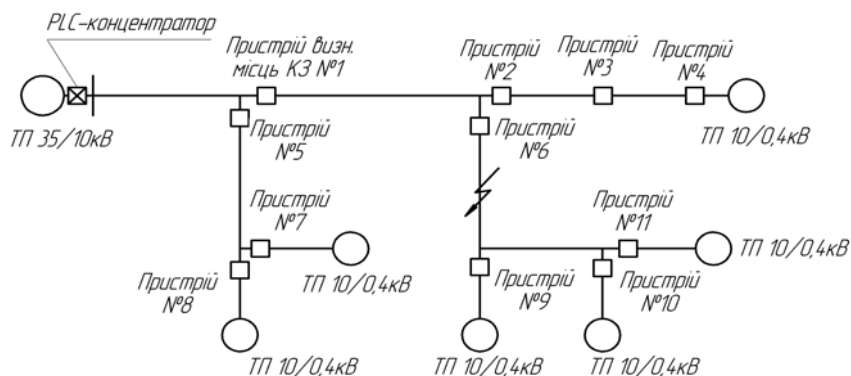


Рисунок 3 – Встановлення пристроїв для визначення місць к.з. в ПЛЛ

Пристрої для визначення місць к.з. встановлюються в ПЛЛ на відгалуженнях та через певні відстані (рис. 3), що визначаються особливостями та умовами проходження траси лінії. Вся інформація, що передається пристроєм для визначення місць коротких замикань приймається за допомогою PLC-концентратора, що встановлюється в голові лінії (рис. 3).

Наприклад, при короткому замиканні між пристроями №6 та №9 пристрої №1 та №6 зафіксують збільшення струму, оскільки через них пройде струм КЗ, інші пристрої збільшення струму фіксувати не будуть, оскільки через них струм КЗ не проходить. Таким чином, на основі даної інформації від пристроїв можна локалізувати місце КЗ в лінії.

Висновки. Таким чином, за рахунок можливості передачі інформації про к.з. на ПЛЛ на диспетчерський пункт значно розширюються функціональні можливості пристрою для визначення місць к.з.

Список використаних джерел

1. Тарасов Е. В. Монтаж, наладка, експлуатація електрооборудованія. Часть I. Воздушные и кабельные линии электропередачи: учебное пособие / В. В. Тарасов; Томський політехнічний університет. – Томск: Вид-во Томського політехнічного університету, 2010. – 146 с.
2. Устройства для определения мест повреждения на воздушных электрических линиях [Електронний ресурс]: <http://electricalschool.info/main/ekspluat/406-ustrojstva-dlja-opredelenija-mest.html>.
3. Аржанников Е. А. Определение места короткого замыкания на высоковольтных линиях электропередачи / Е. А. Аржанников, В. Ю. Лукоянов, М. Ш. Мисриханов. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 272 с.
4. ИКЗ-3 Индикаторы короткого замыкания. [Електронний ресурс]: <http://mirmsk.ru/ikz-3-indikatory-korotkogo-zamykani>.

5. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів / Затв. наказом № 273 Мін-ва енергетики та вугільної пром. України від 16.05.2013 р.

Аннотация

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ АДРЕСНОСТИ МЕСТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 КВ НА БАЗЕ PLC ТЕХНОЛОГИЙ

Пазий В. Г.

Предложен новый подход в разработке технических средств контроля мест к.з. в электрических сетях, который отличается наличием новых возможностей передачи информации по PLC каналах связи.

Abstract

INCREASE PRODUCTIVITY CONTROL DEVICES TARGETING A SHORT-CIRCUIT IN ELECTRIC DISTRIBUTION NETWORKS 6-10 KV BASED TECHNOLOGIES PLC

V. Pazyi

A new approach in the development of technical means of verification of seats short circuit in electrical networks, which is characterized by the presence of new opportunities for information transfer the PLC communication channels.