УДК: 621.315.2:658.562

С.О. ВОРОБЬЁВ, студент гр. ЭПб-131 (КузГТУ)
Научный руководитель: В.В. ДАБАРОВ, к.т.н. (КузГТУ)
г. Кемерово

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

В городских условиях наибольшее распространение для передачи электрической энергии получили кабельные линии (далее КЛ). Они не требуют создания и обслуживания опор, которые занимают место на улицах и дорогах. Тем не менее, за состоянием кабелей и муфт необходимо следить, так как при аварии на КЛ потребитель может остаться без электроэнергии. А в случае возникновения тока короткого замыкания необходимо найти место утечки и устранить его (что не так просто, т.к. кабели могут прокладывать под землёй, в коллекторах, туннелях, каналах и кабельных блоках). Одним из способов отслеживания состояния линий является мониторинг состояния кабелей и муфт в режиме реального времени. Преимущества данного способа:

– возможность отслеживать состояние КЛ при рабочем напряжении в процессе эксплуатации;

– отслеживание состояния КЛ в режиме реального времени позволяет дополнять результат плановых и внеплановых обходов;

– минимизация затрат времени и сил на поиск и устранение неисправности.

Ниже представлено описание наиболее распространённых в настоящее время способов контроля КЛ.

I. Измерение диэлектрических потерь изоляции.

Данный метод основан на том, что реальный диэлектрик можно представить в виде конденсатора, соединенного последовательно или параллельно с активным сопротивлением. На обоих элементах будет присутствовать напряжение, которое можно измерить. Характеристикой изоляции является тангенс диэлектрических потерь, равный отношению напряжению на резисторе к напряжению на конденсаторе. Так как данная величина оценивает состояние потери на всей линии, то по изменению тангенса можно судить о состоянии изоляции.

II. Тепловизионный контроль.

Согласно данному методу в месте повреждения изоляции повышается температура из-за увеличения тока. Зная температуру изоляции и окружающей среды можно определить степень её изношенности. Этим методом можно контролировать как состояние изоляции, так и температуру.

Кроме этого можно использовать тепловизоры для определения места повреждения или текущего состояния линии при обходе.

III. Рефлектометрия (импульсный метод).

Метод используется для определения места повреждения изоляции КЛ. Для этого по КЛ посылается сигнал, который, отражаясь от места повреждения, возвращается назад. Зная скорость сигнала и время можно рассчитать примерное место повреждения.

IV. Измерение характеристик частичных разрядов.

Метод частичных разрядов (далее ЧР) широко применяется для контроля состояния бумажно-пропитанной изоляции и изоляции из сшитого полиэтилена. Данный способ позволяет выявить наличие дефекта на ранней стадии. Частичный разряд представляет собой искровой заряд крайне маленькой мощности, образующийся или внутри, или на поверхности изоляции в установках среднего и высокого класса напряжения. Эти заряды постепенно разрушают изоляцию, что, в конце концов, приводит к её пробою. Поэтому регистрируя и оценивая ЧР, их повторяемость и мощность, можно получить данные о текущем состоянии изоляции. Однако на текущем уровне развитии техники мы не можем знать величину ЧР внутри, например, газового включения в изоляции. Поэтому введено понятие «кажущийся заряд» - заряд, который необходимо дополнительно и мгновенно ввести в данное оборудование с целью восстановления равновесия, нарушенного образовавшимся ЧР. В среднем ток ЧР является чисто активным.

В момент появления частичного разряда в кабельной линии возникает два коротких импульсных сигнала, длительности которых десятки-сотни наносекунд. Эти импульсы распространяются к разным концам кабельной линии. Так как скорость распространения заряда известна, известно расстояние между приборами, фиксирующими данный импульс и разница во времени между приходом двух зарядов, то на основании этих данных можно найти расстояние до места их возникновения. При нанесении всех точек возникновения ЧР на этой линии на её схему, можно получить карту КЛ для данной КЛ, по которой можно судить о состоянии изоляции на всём участке кабеля.

Кроме этого проверить КЛ при сдаче её в эксплуатацию кроме традиционных способов можно методом ЧР с целью выявить некачественное соединение муфт или дефекты изоляции. Для этого кабельная линия заряжается постоянным напряжением несколько микросекунд, а затем замыкается на катушку индуктивности, в результате этого в кабельной линии возникают затухающие синусоидальные колебания частотой от 50 до 300 Гц. Под воздействием этого напряжения в дефектах возникают частичные разряды, которые регистрируются с помощью специального программного обеспечения и сохраняются на компьютер. Таким образом, начиная с 1 кВ проводят, по 3-4 измерения на каждом шаге напряжения до напряжения $(1,7\text{-}2)U_0$. После этого происходит обработка измеренных данных.

По результатам диагностики методом частичных разрядов будет получена карта распределения ЧР по длине кабельной линии с основными характеристиками ЧР:

– испытательное напряжение частичных разрядов;
– напряжение возникновения частичных разрядов;
– напряжение гашения частичных разрядов;
– концентрация частичных разрядов в локальном месте;
– карта частичных разрядов по длине кабельной линии.

Рис. 1. Прибор CDM-30

Одиним из приборов для отслеживания состояния изоляции и места аварии, работающих по данному методу, является CDM-30 (Cables Diagnostics Monitor 30 Channels). Кабельные линии должны быть присоединены к одному коммутативному распределительному устройству (КРУ). На основании полученных данных системой прибора вырабатываются рекомендации по эксплуатации данных линий. Ещё одной функцией прибора является определение места аварии с высокой точностью, что позволяет оперативно отправлять ремонтную бригаду для устранения неполадок, не тратя время на поиск места утечки. Данный прибор может устанавливаться на линиях от 3 кВ и определять место дефекта с погрешностью в 1% от длины линии. Интерфейс связи с компьютером - RS-485 или Ethernet.

Контроль состояния изоляции методом ЧР имеет ряд преимуществ, таких как:

– данный метод можно применять для контроля состояния как бумажно-масляной изоляции, так и изоляции из сшитого полиэтилена;

– в России есть фирмы, производящие приборы для осуществления контроля изоляции данным методом;

– проверка КЛ перед сдачей её в эксплуатацию на наличие частичных разрядов может выявить дефекты линии, например, плохое соедине-

ние муфт, с целью предотвращения аварии до того, как линия начнёт работать в штатном режиме.

В последнее время в России замечена тенденция замены бумажно-масляной изоляции на изоляцию из сшитого полиэтилена. Учитывая преимущества метода ЧР, можно говорить о том, что перспективы применения данного метода очень широки.

Список литературы:

1. Электрические сети, оборудование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://leg.co.ua/. – Загл. с экрана.

2. Димрус. Диагностические решения в энергетике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dimrus.ru/. – Загл. с экрана.

3. Электротехническая лаборатория в Санкт-Петербурге [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pkbrem.ru/. – Загл. с экрана.

4. Кабельная, измерительная и поисковая техника для металлических и оптических кабелей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.eurosteel.ru/. – Загл. с экрана.

5. Электротехнический рынок [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://market.elec.ru/. – Загл. с экрана.

6. Кужеков, С.Л. Практическое пособие по электрическим сетям и электрооборудованию / С.Л. Кужеков, С.В. Гончаров. – Ростов н/Д: Феникс, 2010. – 492 с.