

УДК 621.315

## РАЗРУШАЮЩИЕ И НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10 КВ

Стелькин Ф.В.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Короткевич М.А.

В настоящее время бесперебойная работа систем электроснабжения промышленных предприятий, транспорта, сельского, коммунального и других отраслей хозяйства напрямую зависит от надежной работы силовых кабельных линий различных классов напряжения. В Республике Беларусь силовые кабели на номинальное напряжение 6-10 кВ имеют следующее исполнение: с пропитанной бумажной изоляцией (наиболее массовый вид продукции); с пластмассовой изоляцией; с резиновой изоляцией. В процессе эксплуатации силовые кабельные линии (КЛ) подвергаются: комплексному воздействию электрического и теплового полей; увлажнению, механическому старению.

Оценка состояния изоляции кабельных линий является основой для принятия решений по продолжению эксплуатации, ремонта или замены кабельных линий. Для определения состояния изоляции силовых кабелей в условиях эксплуатации применяются следующие методы диагностики: разрушающие (традиционные) и неразрушающие. Исходя из приведенных диагностик, основной целью является выбор оптимальной методики оценки, которая позволила бы определять состояние изоляции кабельных линий с достаточной точностью и информативностью. Рассмотрим более подробно каждый метод [2].

Разрушающие методы диагностики – это методы, основанные на испытании изоляции кабельных линий повышенным напряжением, позволяющие получить информацию о текущем состоянии изоляции кабельных линий, но не гарантируют последующую безаварийную работу.

К данным методам относятся: испытание повышенным выпрямленным напряжением, испытание повышенным напряжением промышленной частоты, испытание повышенным напряжением сверхнизкой частоты, испытание повышенным импульсным напряжением. При использовании названных методов изоляция кабельных линий подвергается пятикратному воздействию испытательного напряжения, относительно номинального напряжения сети, что в большинстве случаев ведет к сокращению их срока службы.

Неразрушающие методы диагностики – это методы, основанные на периодическом измерении параметрических характеристик изоляции, они позволяют не только получать информацию о текущем состоянии изоляции кабелей, но и могут быть использованы для прогнозирования остаточного срока службы длительно эксплуатируемых кабелей. К неразрушающим методам относятся: метод измерения частичных разрядов, измерение диэлектрических потерь изоляции ( $tg\varphi$ ), телевизионный контроль, метод возвратного напряжения [3].

Важнейшей особенностью данных методов является менее губительное воздействие на изоляцию по сравнению с методами разрушающего контроля, а

также повышение информативности контроля за счет непрерывного анализа данных различных электрических параметров изоляции кабельных линий. К примеру, методы возвратного напряжения и измерения тангенса угла диэлектрических потерь позволяют определить общее состояние изоляции и спрогнозировать остаточный ресурс кабельных линий.

Значение тангенса угла диэлектрических потерь определяются по формуле 1 [1]:

$$tg\varphi = \frac{I_R}{I_C}, \quad (1)$$

где  $I_R$  - активная составляющая полного тока, мА;

$I_C$  - реактивная составляющая полного тока, мА.

Согласно формуле 1, при увеличении активной составляющей тока, за счет дополнительных потерь на ионизацию значение тангенса угла возрастает. Следовательно, методом измерения тангенса угла диэлектрических потерь возможно получить только общую оценку состояния изоляции кабельной линии, но сосредоточенных дефектных мест определить невозможно.

Метод измерения частичных разрядов – это метод, при котором искровой разряд очень малой мощности, образуется внутри изоляции, или на ее поверхности, в оборудовании среднего и высокого напряжения. С течением времени, периодически повторяющиеся частичные разряды разрушают изоляцию, приводя в конечном итоге к ее пробое. Обычно разрушение изоляции под действием частичных разрядов происходит в течение многих месяцев, и даже лет. Регистрация частичных разрядов, оценка их мощности и интенсивности, а также локализация места их возникновения, позволяет своевременно выявить развивающиеся повреждения изоляции и принять необходимые меры для их устранения. Распределение интенсивности частичных разрядов на участке кабельной линии представлена на рисунке 1.

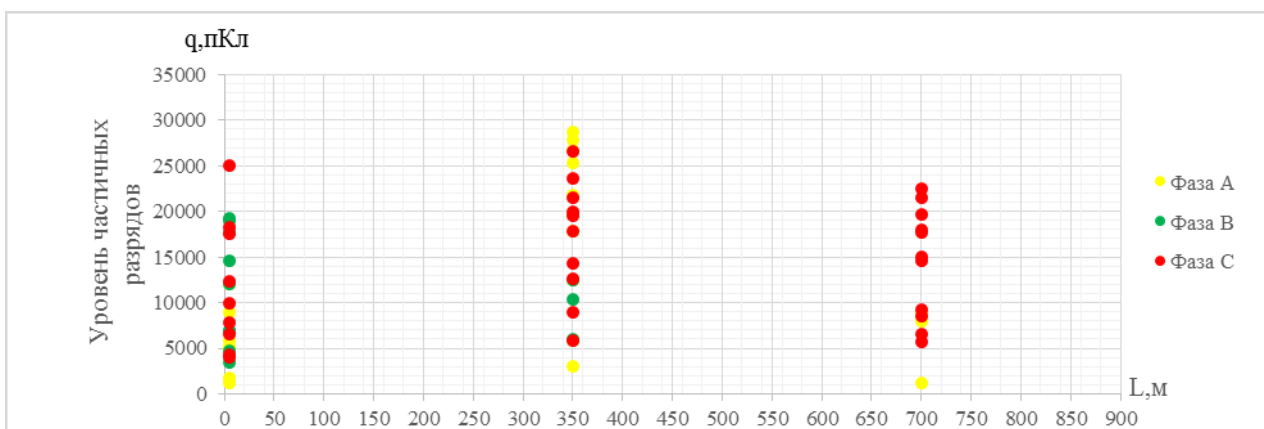


Рисунок 1-Диаграмма частичных разрядов при диагностике кабеля

Анализируя данные на рисунке 1, можно сделать вывод: методом частичных разрядов удалось более точно определить участки с дефектами. На расстоянии 2 метра от начала кабельной линии замечается интенсивность

частичных разрядов по всем трем фазам, но с большим значением в фазе «С». Это свидетельствует о возможном появлении дефекта в концевой муфте кабельной линии. На расстояниях 350 и 700 метров также имеют место частичные разряды. На этих участках возможны дефекты в самой изоляции, а также в соединительных муфтах.

Наилучшим вариантом оценки состояния изоляции кабельной линии и его остаточного ресурса является получение суммарной информации при различных видах диагностики методом неразрушающего контроля, но с точки зрения эксплуатации самым оптимальным является метод частичных разрядов, позволяющий с достаточной точностью определить место дефекта и предпринять все соответствующие меры по его устранению.

#### Литература

1. Короткевич, М.А. Эксплуатация электрических сетей: учебник/ М.А.Короткевич.-2-е издание.,испр. и доп-Минск: Вышэйшая школа, 2014-350 с:ил.FGDG
2. Леонов, В.М. Основы кабельной техники: учебник для студентов высших учебных заведений/ [В.М.Леонов, И.Б.Пешков, ];под ред. И.Б. Пешкова.–М.: Издательский центр «Академия», 2006–432 с.
3. Хальясмаа, А.И. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций: учебное пособие/ А. И. Хальясмаа [и др.]. — Екатеринбург : Издво Урал. ун-та, 2015. — 64 с.