УДК 621.317.71

К.Г. ОЛЬФЕРТ, студент гр. Э-01 (АлтГТУ)
Н.В. СТЕКЛОВ, студент гр. Э-01 (АлтГТУ)
Научный руководитель: А.Н. ПОПОВ, к.т.н., доцент (АлтГТУ)
г. Барнаул

УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИКИ ПОЛИМЕРНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 10-35 кВ

За последнее десятилетие уменьшились объемы работ по технической реконструкции, и всех видов ремонта основных фондов, и поддержки их в технически исправном состоянии. В частности это относится к коммутационным аппаратам, таким как разъединители. Практика показала, что опорно-стержневые изоляторы являются важнейшими элементами, влияющими на надежность работы разъединителя. Тревожным является и тот факт, что не разрабатываются новые способы диагностики изоляторов. Новые полимерные изоляторы тоже нуждаются в периодической проверке. Необходимо развивать существующие методы диагностики, разрабатывать на их основе новые, более эффективные и простые в эксплуатации приборы.

На сегодняшний день есть несколько способов контроля пробоя изолятора. Но не все они легко реализуемы, а созданные по ним приборы не везде применимы и не всегда обеспечивают эффективный контроль [2].

Методы контроля состояния изолятора:

– разрушающие (в результате проверки изолятор полностью или частично разрушается, исключается его дальнейшая эксплуатация);

– неразрушающие:

а) метод проведения измерений тока сквозной проводимости. Преимущество данного метода в непосредственном определении работоспособности изолятора, относительная простота и дешевизна. Недостатком является возможность применения только на изоляторе находящемся под напряжением;

б) метод проведения измерения угла диэлектрических потерь. Преимуществом является возможность определения работоспособности большого числа изоляторов на линии. Недостаток состоит в необходимости подключения к рабочей сети под напряжением;

в) метод основанный на измерении ёмкости. Преимущество данного метода в простоте оборудования для измерения ёмкости. Недостаток - большое влияние внешних факторов, либо же проведение измерений только в лабораторных условиях.

г) метод измерения распределения напряжения. Применим только для гирлянд составных изоляторов;

д) метод измерения частичных разрядов в изоляции. Основным недостатком данного метода является сложность отстройки от помех, при измерении непосредственно на рабочем изоляторе под напряжением;

е) метод, основанный на использовании ультразвука или рентгеновских лучей для просвечивания. Данный метод неприменим для изоляторов находящихся под напряжением.

В разрабатываемом устройстве для контроля будет использоваться метод проведения измерений тока сквозной проводимости, основанный на эффекте Холла. На сегодняшний день на основе этого метода нет приборов для диагностики изоляторов.

Сущность эффекта состоит в следующем. Если через проводящую пластинку пропускать ток, а перпендикулярно пластинке направить магнитное поле, то в направлении поперечном току (и направлению магнитного поля) на пластинке появится напряжение. Данное напряжение с помощью аналого-цифрового преобразователя используется как контрольный параметр.

Измерительная часть прибора устанавливается на крепление изолятора, для замера тока утечки через изолятор. Данное место установки в случае пробоя изолятора позволит быть уверенным в правильности показания прибора, а также исключит внешнее влияние параметров сети на точность показаний прибора. Определение состояния изолятора будет производиться по величине тока утечки в сравнении с «эталонным» током утечки достоверно известного рабочего изолятора разъединителя такого же класса напряжения.

Выбранный метод имеет существенные преимущества перед другими методами контроля:

– возможность создания как стационарной системы контроля, установленной непосредственно разъединителе, так и переносного варианта;

– относительная дешевизна оборудования;

– компактность прибора;

– простота технической реализации;

– проведение контроля непосредственно на рабочем изоляторе, находящимся под напряжением;

– собственный источник питания;

– возможность отстройки помех;

– точность измерения;

– высокая чувствительность;

– применим для любых полимерных изоляторов;

– отсутствие внешнего влияния на прибор;

– отсутствие влияния на рабочие качества изолятора;

– безопасность установки;

– отсутствие частей, находящихся под высоким напряжением.

На основе выбранного метода разработаны структурные схемы прибора и его внешние виды для двух типов:

– переносного, предназначенного для плановой диагностики изолятора на территории подстанции;

– стационарного, предназначенного постоянного и непрерывного контроля, и сбора данных о состоянии изолятора.

Структурная схема переносного прибора изображена на рис. 1, где:

– датчик Холла – элемент измерения магнитного поля, создаваемого током утечки. По величине магнитного поля от тока утечки, можно сделать вывод о состоянии изолятора;

– усилитель – необходим для увеличения чувствительности прибора, так как измеряемая величина магнитного поля довольно мала;

– АЦП – преобразует аналоговый сигнал с усилителя (величину напряжения) в цифровой сигнал для последующей его обработки;

– устройство обработки сигнала – состоит из схемы - компаратора для сравнения измеренных значений, их обработки, отсечки помех, калибровки прибора;

– дисплей прибора – служит для визуального отображения показаний прибора.

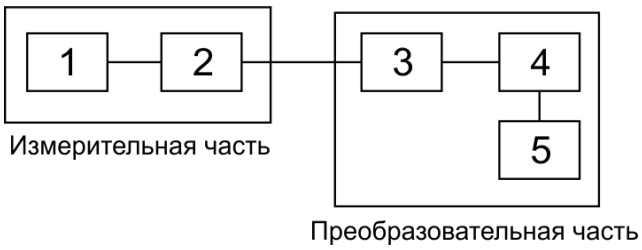

Рис. 1. Структурная схема переносного прибора:
1 – датчик тока Холла; 2 – усилитель; 3 – АЦП; 4 – устройство обработки сигнала; 5 – устройство отображения сигнала (дисплей, индикатор)

Внешний вид переносного прибора изображен на рис. 2.

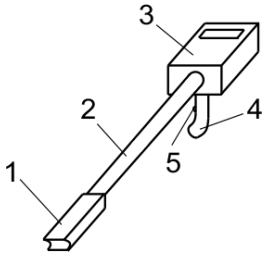

Рис. 2. Внешний вид переносного прибора:
1 – измерительная часть; 2 – диэлектрическая трубка;
3 – преобразовательная часть; 4 – ручка; 5 – кнопка

Структурная схема стационарного прибора изображена на рис. 3, где:

– датчик Холла – элемент измерения магнитного поля, создаваемого током утечки. По величине магнитного поля от тока утечки, можно сделать вывод о состоянии изолятора;

– усилитель – необходим для увеличения чувствительности прибора, так как измеряемая величина магнитного поля довольно мала;

– АЦП – преобразует аналоговый сигнал с усилителя (величину напряжения) в цифровой сигнал для последующей его обработки;

– устройство обработки сигнала – состоит из схемы - компаратора для сравнения измеренных значений, их обработки, отсечки помех, калибровки прибора;

– GSM-модем – передает сигнал о неисправности изолятора;

– порт – предназначен для считывания данных непосредственно с прибора, если GSM связь не работает.

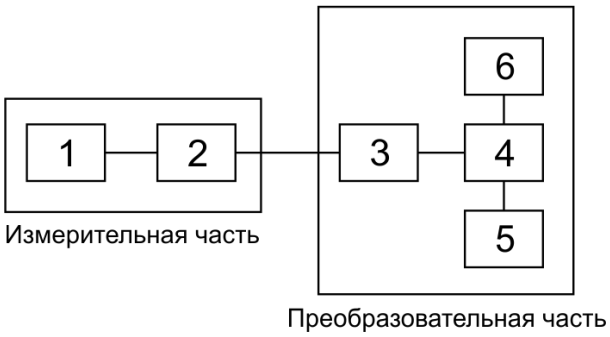

Рис. 3. Структурная схема стационарного прибора:
1 – датчик тока Холла; 2 – усилитель; 3 – АЦП; 4 – устройство обработки сигнала; 5 – GSM – модем; 6 – порт для считывания данных

Внешний вид стационарного прибора изображен на рис. 4.

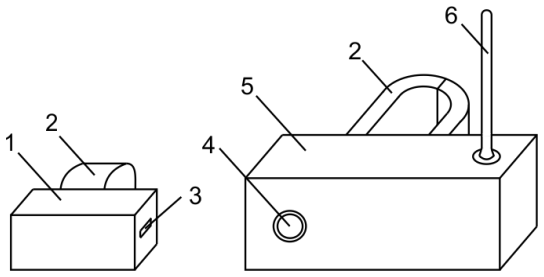

Рис. 4. Внешний вид стационарного прибора:
1 – измерительный блок; 2 – крепеж; 3 – порт для соединения с основным блоком; 4 – порт для считывания данных; 5 – основной блок; 6 – антенна

При всем разнообразии существующих методов контроля состояния изоляторов ситуация с полимерными изоляторами до настоящего времени оставляет желать лучшего. Это связано главным образом с конструктивными особенностями и ещё относительно малым опытом их эксплуатации в электрических сетях. Каждый из существующих на сегодняшний день методов имеет свои недостатки, ограничивающие их применение для контроля именно полимерных изоляторов. Выбранный в данной работе же метод измерения тока сквозной проводимости имеет большое количество достоинств, а его недостаток является не критичным, поэтому можно считать его наиболее подходящий для данного типа изоляторов и поставленной задачи. Разрабатываемый прибор позволит осуществлять непрерывный контроль технического состояния полимерных изоляторов разъединителей [1]. Важно отметить, что использовать прибор возможно и для фарфоровых изоляторов, что расширяет область применения и увеличивает его ценность. Таким образом, видится крайне важным повсеместное внедрение подобных устройств контроля технического состояния изоляторов, что положительно скажется на уровне организационно-технического обслуживания, обеспечит надежное и безопасное электроснабжение потребителей электроэнергии.

Список литературы:

1. Рынок полимерных изоляторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.energyland.info/analitic-show-9575.

2. Голенищев-Кутузов, А. В. Диагностическая система контроля рабочего состояния полимерных изоляторов [Текст] / А. В. Голенищев-Кутузов, А. Ю. Черномашенцев, Л. И. Евдокимов. – СПб. : Изд-во СПб. политехн. ун-та, 2010. – Т. 1. – С. 162.