

«CDR» - система контроля, мониторинга и диагностики дефектов высоковольтных кабельных линий

Широкое внедрение силовых кабельных линий с рабочим напряжением 110 кВ и выше, являющихся ответственными элементами систем электроснабжения, все более остро ставит для служб эксплуатации вопросы оперативной диагностики состояния, особенно в режиме постоянного мониторинга.

В настоящее время на практике используются две разновидности систем контроля и мониторинга высоковольтных кабельных линий - работающих на основе метода теплового контроля, или на основе регистрации и анализа частичных разрядов в изоляции. Первый метод мониторинга более полезен для контроля тепловой эксплуатационной нагрузки кабельной линии, а второй



имеет максимальную чувствительность для диагностики дефектов. В идеале оптимальным является использование комплексных систем мониторинга, использующих оба эти метода.

Таким требованиям соответствует комплексное устройство марки «CDR» (Cables Diagnostics Relay), производимое отечественной фирмой «DIMRUS», предназначенное для создания систем мониторинга состояния и поиска дефектов изоляции высоковольтных кабельных линий.

При помощи системы «CDR» реализуются следующие функции мониторинга:

- Осуществляется непрерывный контроль состояния изоляции высоковольтной кабельной линии на основе метода регистрации и анализа уровня и распределения частичных разрядов. Определяется тип дефекта в изоляции и степень его развития.
- Производится автоматическая локализация мест возникновения дефектов в изоляции, выявленных системой по частичным разрядам, как в муфтах, так и в самом кабеле. Уникальность этой важной диагностической функции в системе заключается в том, что она реализована для кабельной линии, находящейся под рабочим напряжением.
- Непрерывное контактное измерение рабочей температуры фаз кабельной линии (концевых муфт), расположенных рядом с измерительным прибором системы мониторинга.
- Контроль величины уравнивающих фазных токов, протекающих по экрану (броне) кабельной линии при помощи дополнительного датчика тока. Появление уравнивающих токов отрицательно сказывается на нагрузочной способности линии из-за увеличенной температурной нагрузки на изоляцию.

С системой «CDR» можно использовать датчики двух типов, выбор зависит от конструкции и условий монтажа линии.

1. Датчики марки «CDR-S».

Эти комплексные датчики частичных разрядов и температуры соединительных муфт монтируются непосредственно на поверхности кабеля. Датчик марки «CDR-S» обычно представляет собой гибкое металлизированное кольцо шириной до 200 мм, которыми оборачивается внешняя поверхность кабеля, рядом с концевой или соединительной муфтой. Благодаря такой разъемной конструкции монтаж датчика на кабеле не представляет большой сложности.



Датчик работает в UHF диапазоне частот, поэтому имеет максимальную чувствительность к «рядом расположенным» дефектам. То есть он хорошо будет регистрировать частичные разряды в муфте, на которой он установлен, но к «удаленным дефектам» его чувствительность понижена. Это объясняется интенсивным затуханием высокочастотных импульсов в кабельной линии.

2. Датчики марки «RFCT-7». Это датчики трансформаторного типа, предназначенные для регистрации высокочастотных импульсов в проводе, заземляющем броню кабеля. Конструктивно датчик «RFCT-7» представляет собой

две разъемные половинки, которые легко монтируются на проводниках заземления экрана кабеля, или корпуса соединительной муфты. Благодаря разъемной конструкции установка датчика «RFCT-7» производится без разрыва цепей заземления.



Датчик работает в HF диапазоне частот, поэтому он чувствителен к дефектам, которые могут располагаться от него на удалении до нескольких км. При этом чувствительность к «близким» дефектам у «RFCT-7» будет ниже, чем у датчика «CDR-S».

Особенности регистрации и анализа импульсов частичных разрядов в кабельных линиях, реализованные в системе «CDR».

В качестве устройства регистрации и анализа параметров кабельных линий в системе мониторинга «CDR» использован универсальный шестиканальный измерительный прибор. Это современный и эффективный прибор регистрации частичных разрядов.

Его функциональными особенностями являются:

- Возможность регистрации импульсов частичных разрядов в очень широком диапазоне частот - от 50 кГц до 1 ГГц. Использование такого диапазона частот связано с тем, что импульсы ЧР, перемещаясь по линии, уменьшаются по амплитуде и увеличиваются по длине.

Если импульс возник рядом с датчиком, то его частота будет очень высокой, равной сотням МГц. Частота «удаленного импульса» может составлять «всего» сотни кГц. Чем длиннее линия, тем более низкочастотные импульсы ЧР могут быть зарегистрированы в ней.

- В систему мониторинга марки «CDR» встроены два современных метода локации места возникновения дефекта в изоляции кабельной линии. Один работает независимо на основе анализа рефлектограмм распределения импульсов частичных разрядов в линии, а второй анализирует разницу по времени прихода высокочастотного импульса от дефекта к «концам» контролируемой кабельной линии.

- В системе «CDR» реализована экспертная диагностическая система «PD-Expert», позволяющая в автоматическом режиме определять тип дефекта в изоляции и степень его развития.

Для реализации такого уникального набора функциональных возможностей в системе «CDR» использованы специфические технические решения:

- Во-первых, это то, что регистрация импульсов частичных разрядов во всех шести измерительных каналах прибора «CDR» производится полностью синхронно. Только в этом случае возможна реализация всех вышеперечисленных диагностических алгоритмов.

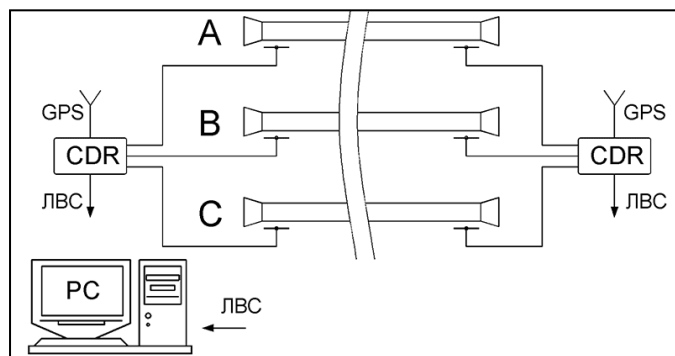
- Во-вторых, если система мониторинга создается для контроля нескольких кабельных линий, то ее приходится создавать, используя несколько приборов марки «CDR». В этом случае задача синхронизации измерений частичных разрядов становится глобальной.

Такая синхронизация может быть осуществлена двумя способами. При расстояниях до 1 км синхронизация осуществляется при помощи оптических линий связи. По этим линиям будут посылаться синхронизирующие импульсы, а также проводиться обмен информацией. Если длина линии более одного км, или отсутствует возможность прокладки оптической линии, то измерения можно синхронизировать по сигналам системы GPS/GLONASS. Для этого во все приборы встроены приемники сигналов GPS.

Система мониторинга кабельной линии с синхронизацией при помощи оптической линии.

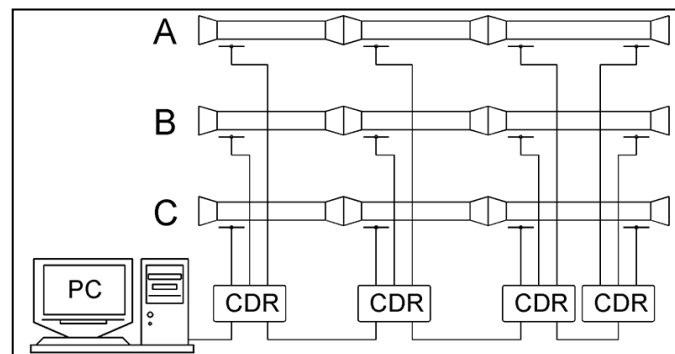
На рисунке приведена структурная схема системы мониторинга кабельной линии с двумя соединительными муфтами в каждой фазе. Полностью система мониторинга состоит из 4 приборов марки «CDR» и компьютера со специальным программным обеспечением. Поскольку расстояние не очень значительно и существует техническая возможность прокладки оптической линии

связи, то она используется для синхронизации процесса измерения.



Система мониторинга кабельной линии с синхронизацией по сигналам GPS.

Для контроля состояния длинных кабельных линий используются системы с глобальной синхронизацией. Передача информационных потоков в этом случае производится по обычным информационным каналам, которые на рисунке не показаны. Это доступные локальные сети предприятий, глобальные сети и любые другие альтернативные каналы передачи информации.



Подключение «CDR» к общей системе АСУ-ТП может осуществляться несколькими способами:

- При помощи оптической линии связи.
- При помощи изолированного интерфейса RS-485.

Для осуществления общего мониторинга и диагностики как одной линии, так и нескольких, в комплекте с приборами поставляется программное обеспечение марки «iNVA».

Для передачи информации из системы мониторинга в систему АСУ-ТП может быть использован протокол ModBus RTU или протокол IEC 61850.

Основные технические параметры системы «CDR»

Параметр	Значение
Рабочее напряжение контролируемых кабельных линий, кВ	10 ÷ 500
Способ контроля состояния изоляции	Частичные разряды
Способ контроля температуры кабельной линии.	Pt100
Способ контроля уравнивающих токов в экране кабеля	ТТ
Количество контролируемых одной системой кабелей (фаз)	до 6
Длина контролируемых кабельных линий одним прибором, м	до 6000
Диапазон регистрируемых частичных разрядов, МГц	0,1 ÷ 1000,0
Интерфейс связи с системой АСУ-ТП	RS-485, оптоволокно
Синхронизация нескольких приборов	GPS, оптоволокно
Диапазон рабочих температур, без системы подогрева, °С	-40 ÷ +60
Напряжение питания системы, В	AC/DC 120 ÷ 260
Габаритные размеры прибора мониторинга, мм	400 * 230 * 110