

## «CDM-15/P» - система периодического мониторинга состояния изоляции кабельных линий 6÷10 кВ

Преимущества использования систем «on-line» мониторинга кабельных линий (под рабочим напряжением), по сравнению с периодическими испытаниями в режиме «off-line» (на отключенном оборудовании), общеизвестны. Это высокая эффективность и оперативность получения диагностических заключений, что особо важно для эксплуатации кабелей и муфт с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ), в которых время развития дефекта обычно меньше, чем стандартный интервал времени между двумя испытаниями.

Одновременно оснастить большое количество распределительных подстанций системами непрерывного мониторинга кабельных линий 6-10 кВ часто представляет большую проблему, в основном экономического характера - это требует достаточно больших материальных вложений.

Альтернативным решением вопроса оперативного контроля состояния кабельных линий может быть использование переносной системы периодического мониторинга, которую можно последовательно, на некоторый интервал времени, обычно одни – двое суток, монтировать на различных кабельных сборках.

**Система «CDM-15/P» (Cables Diagnostics Monitor, 15 Channels, Portable)** предназначена для периодического мониторинга технического состояния изоляции до 15 кабельных линий общей кабельной сборки (КРУ) под рабочим напряжением.

В «CDM-15/P» контроль технического состояния высоковольтной изоляции кабельных линий, соединительных и концевых муфт, осуществляется на основе метода регистрации и анализа частичных разрядов, который имеет максимально высокую чувствительность для диагностики дефектов в изоляции любого типа.

**Достоинства использования системы марки «CDM-15/P» для периодического мониторинга:**

- Одновременно контролируется состояние до 15 кабельных линий, подключенных в одном месте.
- Состояние кабельных линий контролируется не одновременно, а в течение определенного интервала времени, в наиболее важных режимах работы.
- Поскольку подключение системы могут производиться без отключения, интервалы времени между измерениями могут быть практически любыми.
- При необходимости система периодического мониторинга может оперативно монтироваться на наиболее ответственных или критических линиях на более длительный срок.

**При помощи системы «CDM-15/P» реализуются следующие функции диагностики:**

- Осуществляется непрерывный контроль состояния изоляции высоковольтной кабельной линии на основе метода регистрации и анализа уровня и распределения частичных разрядов. Определяется тип



дефекта в изоляции, анализируется степень его развития и опасности для дальнейшей эксплуатации.

- 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 данном случае заключается в том, что она реализована для кабельных линий в

режиме «on-line», т.е. под рабочим напряжением.

**Организация периодического мониторинга кабельных линий под напряжением.**

Система «CDM-15/P» предназначена для работы в автоматическом режиме. Объемы внутренней памяти прибора хватает для хранения замеров частичных разрядов в течение достаточно длительного времени. По окончании заданного времени вся полученная информация по USB передается в компьютер, где хранится и дополнительно обрабатывается.

Оперативная диагностика технического состояния изоляции контролируемых кабельных линий осуществляется внутри прибора в режиме реального времени, при помощи встроенных алгоритмов. При достижении заданных пороговых значений информация о критическом состоянии кабелей отображается на крышке прибора при помощи красного светодиода. По итогам работы в программе автоматически формируются протоколы состояния всех кабельных линий.

Для практической организации периодического мониторинга состояния кабельных линий оптимальной является следующая технология:

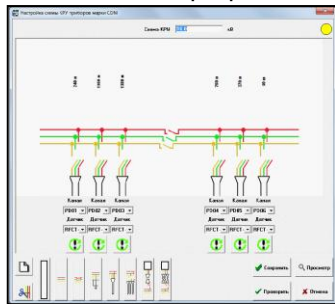
На всех кабельных линиях, состояние которых предполагается контролировать системой мониторинга, на поводках заземления концевых муфт, заранее монтируются первичные датчики частичных разрядов марки «RFCT-7» («RFCT-1»). Сигнальные кабели от всех датчиков выведены в коммутационные коробки, к которым обеспечен легкий и безопасный доступ для диагностического персонала.

Прибор «CDM-15/P» при помощи коаксиальных кабелей небольшой длины оперативно подключается в коммутационных коробках к нужным кабельным линиям, после чего производится регистрация частичных разрядов в изоляции в течение необходимого интервала времени.

Если датчики частичных разрядов не были смонтированы на кабельных линиях заранее, то их придется устанавливать непосредственно перед проведением измерений. В ряде случаев это возможно сделать без снятия напряжения, так как применяемые датчики частичных разрядов являются разъемными и легко монтируются на проводнике (шине) заземления брони кабельной линии. Если безопасно это сделать нельзя, придется отключать кабельные линии на время установки датчиков.

Для работы прибора «CDM-15/P» в автоматическом режиме необходимо заранее сформировать «схемную конфигурацию» контролируемой кабельной сборки. Эта конфигурация создается в компьютере и загружается в прибор перед проведением мониторинга.

Для создания схемной конфигурации применяется специальная программа – конструктор, позволяющая рисовать схемы кабелей и места установки датчиков быстро, максимально просто и эффективно. При создании конфигурации вводится вся техническая информация, необходимая для выявления дефектного кабеля, оценки его технического состояния, определения типа дефекта в изоляции и его опасности.



### Базовые алгоритмы работы системы «CDM-15/P».

Наиболее сложной задачей при проведении регистрации частичных разрядов в высоковольтных кабельных линиях является отстройка от помех, из-за которых чувствительность систем мониторинга падает в десятки и даже сотни раз.

Для решения этого вопроса - выявления дефектов на ранних стадиях развития в приборе «CDM-15/P» реализован набор самых современных средств отстройки от внешних помех. Он включает в себя алгоритмы:

- Совместный анализ времени возникновения импульсов и фазы питающего напряжения.
- «Time of arrival» - отстройка от помех по времени прихода импульсов от разных кабельных линий, с разрешением в единицы наносекунд.
- Амплитудная «разборка импульсов» разрядов, предназначенная от удаления из рассмотрения импульсов, наведенных из соседних кабельных линий.
- Анализ частотных свойств каждого импульса, позволяющий разделять случайные импульсы помех и повторяющиеся импульсы частичных разрядов.

Второй важной задачей встроенных алгоритмов является определение типа дефекта в изоляции кабельной линии, т.е. определение степени его опасности. Это осуществляется благодаря встроенной в прибор системе «PD-Expert», при помощи которой автоматически производится оценка не только уровня частичных разрядов, но и определяется тип конкретного дефекта в изоляции кабельной линии. Возможности системы «PD-Expert» позволяют даже разделить несколько однотипных дефектов, находящихся в разных местах одного кабеля.

В приборе «CDM-15/P» реализована функция локации места возникновения дефекта в линии. В качестве зондирующего используется импульс от частичного разряда, возникшего на месте дефекта изоляции. Если в линии нет импульсов достаточной амплитуды, то в качестве зондирующего импульса могут быть использованы импульсы от «наведенной внешней помехи». Наличие в приборе встроенного «on-line»

рефлектометра еще в большей степени расширяет диагностические возможности системы.

### Состав поставки системы «CDM-15/P»:

Стандартная поставка системы периодического мониторинга включает в себя три транспортных кейса:

- с измерительным прибором,
- с датчиками частичных разрядов,
- с сигнальными кабелями длиной по 15 метров.

Для измерения частичных разрядов в комплекте поставляются:

- датчики марки «RFCT-7», 12 штук;
- датчики марки «RFCT-4», 2 штуки;
- датчики марки «TEV's», 2 штуки.

Датчики марки «RFCT-7» имеют разъемную конструкцию и внутреннее окно размером 34 \* 34 мм. Эти датчики могут регистрировать частичные разряды в проводниках, по которым могут протекать токи промышленной частоты большой амплитуды - до 1000 А.



Они специально рассчитаны на использование в системах мониторинга изоляции кабельных линий.

Если размеры заземляющего проводника (шины) кабельной линии не позволяют использовать датчик «RFCT-7», то можно применять разъемный датчик марки «RFCT-4», внутреннее окно которого имеет диаметр 67 мм.

Датчики частичных разрядов марки «RFCT-5» (внутренний диаметр 23 мм), представляют собой быстроразъемные высокочастотные токовые клещи.

Если на подготовительном этапе планируется оснащать кабельные линии стационарными датчиками, кабели из которых будут выводиться в коммутационные шкафы, то следует использовать максимально дешевые датчики марки «RFCT-1» (внутренний диаметр 22 мм).

Если при помощи «CDM-15/P» планируется контролировать состояние изоляции шин, то необходимо использовать специализированные конденсаторы связи «СС», которые монтируются на двух сторонах сборных шин. Конструкция конденсаторов связи позволяет использовать их вместо опорных изоляторов шин.

### Технические параметры системы «CDM-15/P»

Параметр	Значение
Количество контролируемых линий	до 15
Рабочее напряжение линий, кВ	> 3
Длина контролируемых линий, км	4
Частота импульсов разрядов, МГц	0,5÷15,0
Величина разрядов, пК	20÷100000
Погрешность расчета места дефекта	±1% длины
Интерфейс связи с компьютером	USB
Напряжение питания, В AC/DC	90÷260
Диапазон рабочих температур, °С	-40÷+60
Размеры транспортного кейса, мм	520*435*230
Полный вес комплекта системы, кг	25