

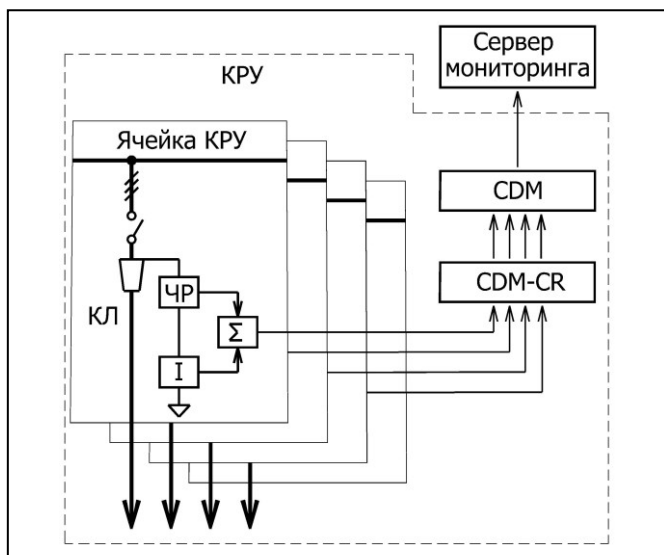
Комплексный мониторинг и диагностика технического состояния кабельных линий 6-35 кВ при помощи приборов CDM и CDM-CR

Для повышения надежности эксплуатации кабельных линий (КЛ) применяются специализированные приборы и системы, позволяющие контролировать текущее техническое состояние и оценивать остаточный ресурс этого важного оборудования.

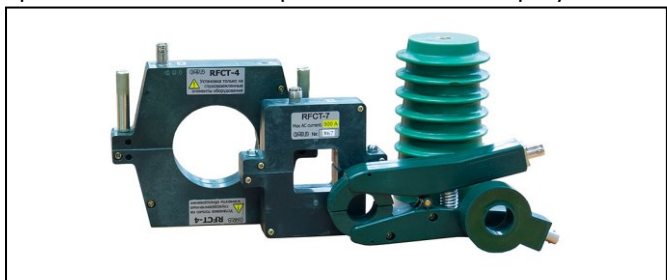
В практических условиях контроль технического состояния КЛ производится на основании использования нескольких диагностических методов:

- Определение технического состояния и оценка остаточного ресурса кабельной линии, концевых и соединительных муфт по частичным разрядам.
- Определение вида дефектов в изоляции, оценка степени их опасности для эксплуатации КЛ.
- Локация места возникновения дефектов, проводимая без отключения рабочего напряжения.

Структура системы мониторинга КЛ



Для практической реализации системы обслуживания кабельных линий по техническому состоянию используются приборы CDM и CDM-CR, а также специализированное программное обеспечение мониторинга и диагностики марки INVA-Monitor. Расположение датчиков, технических и программных средств системы мониторинга КЛ показан на рисунке.



Первичные датчики, предназначенные для контроля частичных разрядов «ЧР» и токов утечки в экране «I», представляют собой кольцевые трансформаторы тока. Сердечник датчика контроля частичных разрядов

изготавливается из высокочастотного феррита, а для датчиков тока промышленной частоты используются сердечники из электротехнической стали.

Оба датчика располагаются в высоковольтном отсеке КРУ рядом с контролируемым кабелем. Датчики монтируются на проводнике заземления экрана кабельной линии благодаря своей разъемной конструкции. Сигналы с датчиков суммируются в модуле «Σ» (на рисунке).



Полученный комплексный сигнал по коаксиальному кабелю передается в прибор марки CDM-CR, который предназначен для контроля токов утечки промышленной частоты в экранах кабельных линий. Модуль располагается в помещении КРУ, так как длина сигнальных коаксиальных кабелей от датчиков не может быть больше 50–80 метров.

Диагностические возможности прибора CDM-CR

В приборе CDM-CR производится разделение высокочастотных и низкочастотных сигналов: токи утечки экранов КЛ регистрируются, а высокочастотные импульсы частичных разрядов выделяются и передаются для дальнейшей обработки и анализа в основной прибор CDM.

Прибор CDM-CR в общей системе мониторинга КЛ предназначен не только для контроля токов утечки экранов. В нем реализована функция рефлектометра, контролирующего состояние КЛ под рабочим напряжением. Для этого в CDM-CR встроен генератор тестовых импульсов, параметры которых-амплитуда и длительность могут регулироваться.

Встроенный генератор тестовых импульсов оперативно подключается к выбранной (работающей!) кабельной линии. Генератор начинает посылать тестовые импульсы в датчик частичных разрядов, расположенный на шине заземления экрана кабеля. Датчик будет наводить в линии тестовые импульсы.

Этот же датчик одновременно является и приемником импульсов, для чего он через схему развязки подключен к входному каналу прибора CDM. В результате будут зарегистрированы тестовый сигнал и все отраженные импульсы, пришедшие из кабельной линии. После дополнительной статистической обработки получается рефлектограмма кабельной линии, но зарегистрированная под рабочим напряжением. При помощи этой рефлектограммы можно проводить локацию места возникновения дефектов в КЛ.

Использование рефлектограмм, полученных на работающих кабельных линиях, расширяет возможности

системы мониторинга КЛ. С их помощью можно выявлять дефекты типа «водяные деревья в изоляции».

Этот опасный дефект развивается при повреждении внешней оболочки кабеля и попадании под нее воды, которая под воздействием рабочего напряжения проникает в изоляцию кабеля. Оперативная диагностика «водяных деревьев» очень важна, так как обычно они не являются источниками частичных разрядов.

Прибор марки CDM для мониторинга КЛ

Высокочастотные импульсы частичных разрядов из прибора CDM-CR передаются в прибор CDM, который является базовым для системы мониторинга. В зависимости от размеров контролируемого КРУ – количества подключенных КЛ может быть использована модификация системы CDM, имеющая от 6 до 45 входных каналов.



В приборе CDM контроль технического состояния высоковольтной изоляции КЛ осуществляется с использованием метода регистрации и анализа частичных разрядов. Этот метод имеет высокую чувствительность для диагностики большинства дефектов в высоковольтных кабельных линиях с изоляцией любого типа.

Достоинства прибора марки CDM

- Многоканальное исполнение измерительного прибора позволяет минимизировать стоимость комплекта диагностического оборудования, приведенную к одной контролируемой кабельной линии.

- Для повышения достоверности в CDM реализовано несколько базовых методов отстройки импульсов частичных разрядов от помех. Эти методы, имеющие высокую эффективность, работают в составе аппаратных средств и программных алгоритмов.

- В программное обеспечение прибора CDM входит экспертная система, которая позволяет определять тип дефекта в изоляции, оценивать степень развития дефекта и его опасность.

- В CDM реализован еще один метод онлайн локации места дефекта, базирующийся на контроле времени прихода вторичного импульса от частичного разряда, отраженного от противоположного конца КЛ.

- На основании изменения параметров в процессе эксплуатации строится математическая модель КЛ, ее цифровой двойник. При помощи этой модели определяется остаточный ресурс, составляется график проведения сервисных и ремонтных работ.

- Установка датчиков частичных разрядов на проводнике заземления экрана КЛ в высоковольтном отсеке КРУ позволяет контролировать и состояние изоляции выключателя и соединительных шин в ячейке.

Объема внутренней памяти прибора CDM хватает для хранения замеров частичных разрядов в течение достаточно длительного времени. Полученная информация и диагностические заключения оперативно передаются в систему АСУ-ТП более высокого уровня.

Центральным элементом комплексной системы мониторинга технического состояния и управления эксплуатацией КЛ является АРМ мониторинга.

АРМ мониторинга кабельных линий включает в себя:

- Выделенный сервер хранения информации с программным обеспечением INVA-Monitor. При помощи ПО сервера автоматически создаются технологические документы, на основании которых персонал определяет сроки и объемы необходимых ремонтных работ для КЛ.

- Локальные сетевые и WEB программные решения служат для просмотра информации из базы данных о состоянии КЛ специалистами различных служб. Просмотр предусматривает различный уровень информационного допуска различных специалистов.

- Расширенный режим работы специалистов службы управления эксплуатацией электротехнического оборудования с базой данных АРМ. Учет офлайн испытаний, ремонтных и наладочных работ.

Информация из базы данных и результаты работы экспертной части могут быть интегрированы в другие технологические и организационные уровни управления эксплуатацией оборудования.

Интерфейсы связи системы CDM:

- Гальванически изолированный интерфейс RS-485.
- Сетевой интерфейс Ethernet для включения в локальную вычислительную сеть.
- Интерфейс USB для передачи зарегистрированных данных в переносной компьютер.

Состав поставки системы мониторинга КЛ:

- Приборы CDM и CDM-CR в общем шкафу, рассчитанные на контроль необходимого количества КЛ.
- Набор первичных датчиков ЧР и токов в экранах в соответствии с заказной спецификацией,
- Сигнальные кабели длиной по 15 метров.

Состав каждой поставки каждой системы мониторинга оговаривается отдельно при заключении договора.

Технические параметры системы CDM и CDM-CR:

Количество контролируемых линий	до 45
Длина контролируемых линий, км	до 4
Частота импульсов разрядов, МГц	0,5÷15,0
Величина разрядов, пК	10÷100000
Погрешность определения места дефекта	±1% длины
Напряжение питания, В AC/DC	90÷260
Диапазон рабочих температур, °C	-40 ÷ +60
Размеры монтажного шкафа, мм	740*510*250