



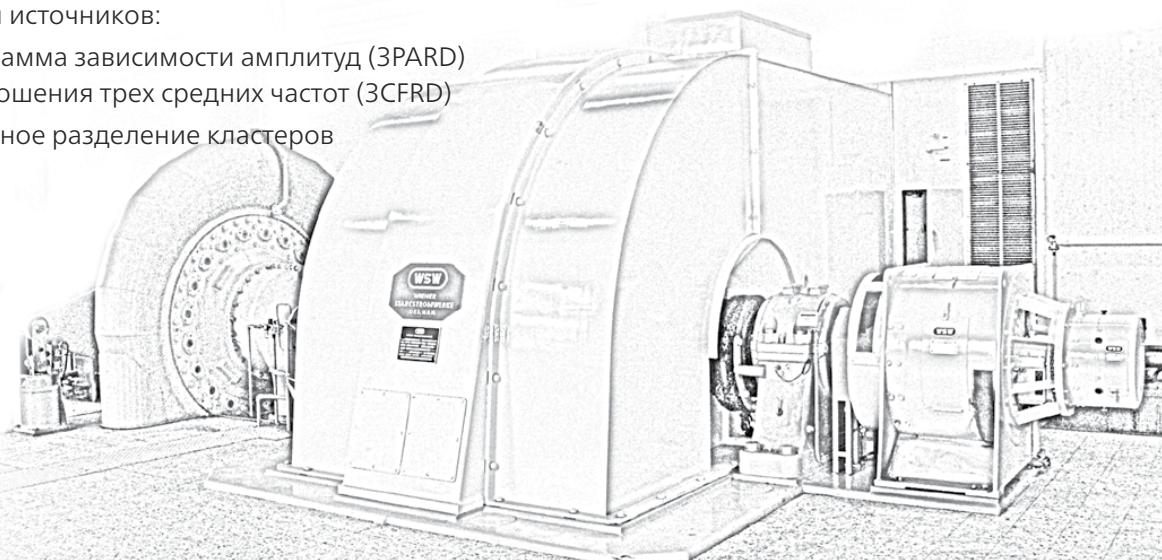
Измерение частичного разряда на вращающихся машинах

Частичный разряд (ЧР) — надежный параметр для оценки состояния изоляции вращающихся электрических машин. Частичные разряды — это электромагнитные импульсы, которые возникают в системе изоляции электрических машин, когда локальная напряженность электрического поля превышает электрическую прочность слоя диэлектрика. В зависимости от типа частичного разряда, его появление во взаимосвязи с высоковольтным сигналом позволяет идентифицировать тип имеющегося дефекта.

Измерение частичного разряда — единственный метод, позволяющий различать отдельные дефекты изоляции высоковольтной системы без демонтажа оборудования. Метод позволяет идентифицировать и оценить степень критичности даже единичных неисправностей в системе изоляции. Используя эту информацию можно определить потенциально слабые места задолго до того, как они превратятся в серьезную проблему.

Поскольку необходимо идентифицировать отдельные явления, успешное измерение частичного разряда в обмотках статора основано на разделении источников ЧР, которые зачастую возникают параллельно. Это могут быть опасные ЧР или обычные ЧР и потенциальные внешние помехи. Для разделения источников ЧР применяются следующие методы:

- > Синхронный многоканальный сбор данных
- > Расширенное подавление шума
- > Методы разделения источников:
 - ◆ Трехфазная диаграмма зависимости амплитуд (ЗПАД)
 - ◆ Диаграмма соотношения трех средних частот (ЗСРД)
 - ◆ Автоматизированное разделение кластеров



В зависимости от доступности точки соединения обмоток применяются различные схемы измерения. Базовая схема для одноканального измерения ЧР показана ниже на рис. 1. Напряжение (значение, зависящее от номинальных характеристик машины и действующего стандарта) подается в разомкнутой точке звезды. Измерения выполняются пофазно (здесь показана фаза А) в то время, когда неизмеряемые клеммы заземлены. Такая схема описывается в стандарте IEC 60034-27.

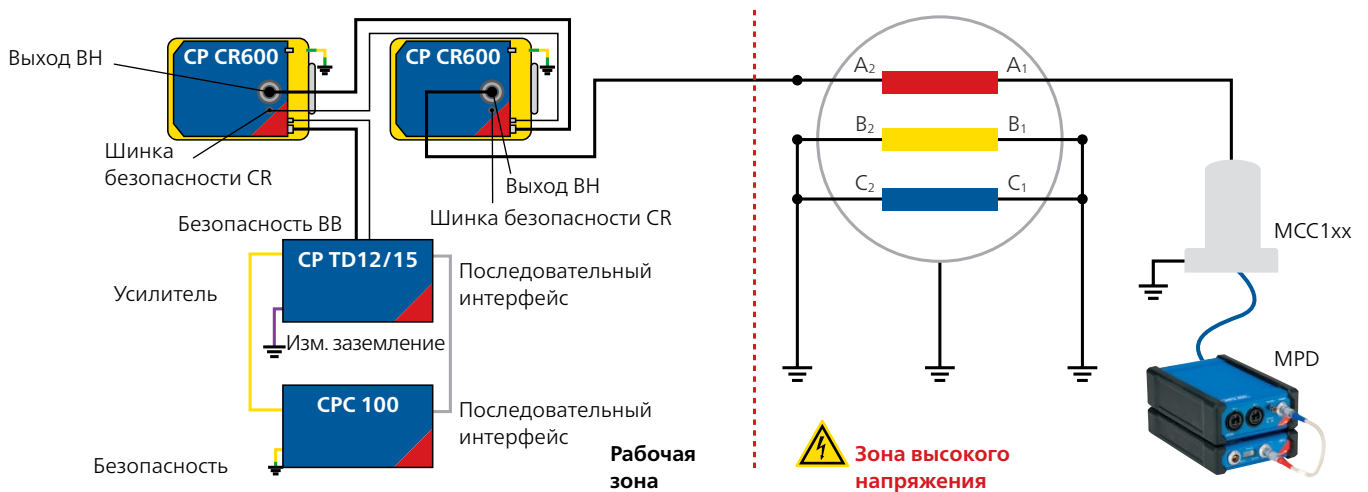


Рис. 1: Базовая схема измерения ЧР на вращающейся машине с разомкнутой звездой

Схему измерений можно расширить для получения дополнительной информации, которая упрощает разделение и различение потенциальных множественных источников частичных разрядов (рис. 2). ВЛ над разделительным конденсатором используется в качестве блокирующего сопротивления для фильтрации нежелательных частичных разрядов от источника напряжения (CP TD12/15) на стандартных предусмотренных IEC измерительных частотах 100–400 кГц.

Эта измерительная схема дает нам много преимуществ, таких как легкий и портативный источник напряжения благодаря компенсации емкостной нагрузки, возможность измерения C и PF/DF до измерения ЧР без каких-либо дополнительных усилий по настройке, а также исчерпывающая информация о состоянии изоляции обмотки.

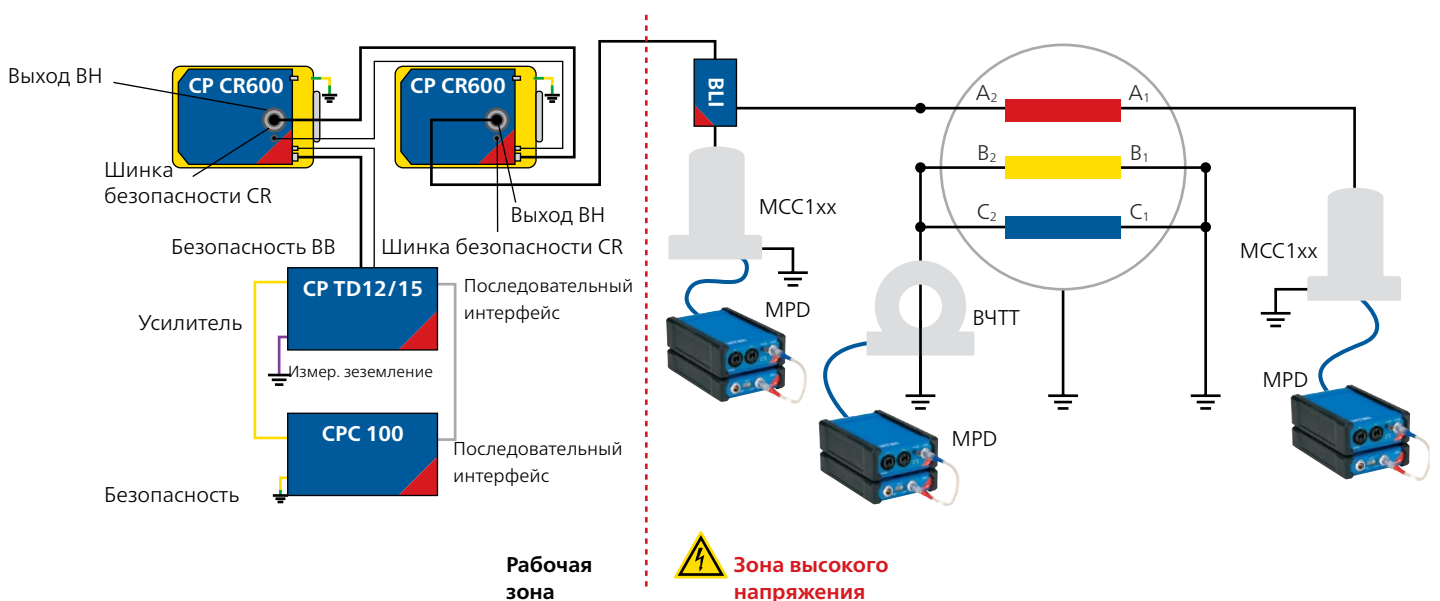


Рис. 2: Многоканальное синхронное измерение на вращающейся машине

Интерпретация результатов

Как упоминалось выше, измерение ЧР позволяет выявить отдельные дефекты изоляции с помощью метода диаграммы **PRPD** (ЧР с разрешением по фазе). Как это работает, поясняется на рис. 3, где изображены две потенциальные проблемы в обмотках вращающейся машины и приведена соответствующая диаграмма PRPD.

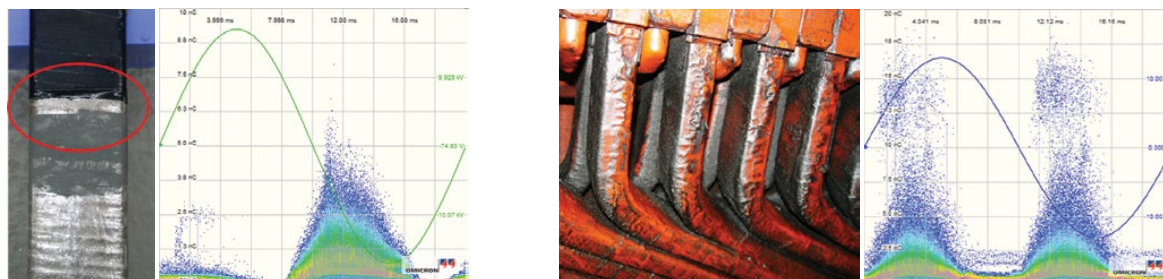


Рис. 3: Потенциальные проблемы в системе изоляции вращающейся машины, а также соответствующая диаграмма PRPD. Случай слева представляет собой обрыв соединения между элементом выравнивания потенциала и внешней защитой от коронного разряда. Случай справа представляет собой загрязненную зону торцевой обмотки и возникающие в результате поверхностные, а также внутрифазные разряды.

Форма различных дефектов известна и подтверждена в международных публикациях и стандартах. Например, в стандарте IEC 60034-27-1 идентификация различных явлений и оценка риска приведены в информационном приложении к этому стандарту. Современное программное обеспечение для измерения ЧР способно определять различные явления и автоматически их интерпретировать. На рис. 4 представлена сводная информация о различных явлениях и соответствующих результирующих паттернах PRPD.

<p>S1</p> <p>Отслоение изоляционных лент от материала обмотки.</p>	<p>S2</p> <p>Отслоение слоев изоляционной ленты; единичные источники</p>	<p>S2</p> <p>Расслоение изоляционной ленты</p>	<p>S3</p> <p>Абразивный износ защитной ленты/краски, предохраняющей от коронных разрядов.</p>
<p>S4</p> <p>Микроступы/микрополости</p>	<p>S4</p> <p>Микроступы/микрополости</p>	<p>E1</p> <p>Разряд/трекинг поверхности концевой обмотки</p>	<p>E1</p> <p>Разряд/трекинг поверхности концевой обмотки</p>
<p>E1</p> <p>Разряд/трекинг концевой обмотки, внутрифазный разряд</p>	<p>E1</p> <p>Разряд/трекинг поверхности концевой обмотки</p>	<p>E2</p> <p>Разряды концевой обмотки в газе/искрение</p>	<p>E3</p> <p>Плохое подключение между цепями ОСП и EPG</p>
<p>E3</p> <p>Разряд между цепями ОСП и EPG</p>	<p>E3</p> <p>Разряд между цепями ОСП и EPG</p>	<p>Возмущение</p> <p>Шум (асинхронный шум)</p>	<p>Возмущение</p> <p>Шум намагничивания/ преобразователя</p>

Рис. 4: Различные паттерны ЧР и соответствующие дефекты во вращающихся машинах. Их можно найти в стандарте IEC 60034-27-1 вместе с оценкой рисков их воздействия на старение изоляции. Символ «S» указывает на различные проблемы с обмоткой, а символ «E» — на проблему в области концевой обмотки.