



Мониторинг частичных разрядов на вращающихся машинах

Помимо измерений частичных разрядов (ЧР) на отключенном оборудовании (офлайн), существует также возможность проводить онлайн-мониторинг ЧР вращающихся машин при их работе. В этом случае для подключения измерительных сигналов должны быть предварительно установлены ответвители. В отрасли широко используются как офлайн-, так и онлайн-измерения.

Самая большая проблема при онлайн-мониторинге — это внешние помехи, которые накладываются на измеренные сигналы. Чтобы решить эту проблему, современные измерительные системы используют методы, которые позволяют разделять шум и сигналы и способны разделять различные источники частичного разряда в пределах одной машины. Это обеспечивает надежную интерпретацию и оценку рисков состояния системы изоляции.

Одним из наиболее эффективных инструментов для достижения этой цели является метод 3-фазной диаграммы зависимости амплитуд (ЗПАРАД). При использовании этого метода измерение на всех трех фазах выполняется синхронно. Это позволяет получать импульс, поступающий от одного и того же источника частичных разрядов, одновременно на каждый датчик. Амплитуды от различных датчиков отображаются на векторной диаграмме. Поскольку разные источники физически расположены в разных местах, разные источники ЧР будут иметь разные местоположения на этой диаграмме ЗПАРАД (рис. 1).

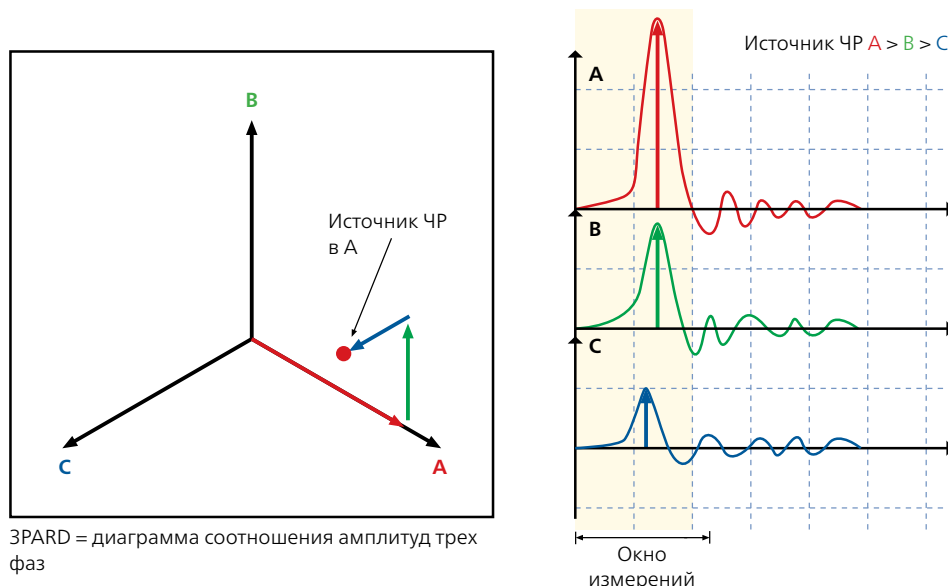


Рис. 1: Принцип ЗПАРАД. Одновременное измерение трех сигналов (показано справа) определяет длину вектора амплитуды. Векторная сумма представляет собой результирующую точку для этого импульса на диаграмме ЗПАРАД (слева).



На диаграмме ЗРАД несколько источников ЧР отображаются как различные кластеры. Выбранный кластер можно преобразовать обратно в связанную диаграмму частичного разряда с фазовым разрешением (PRPD). Это означает, что пользователь может пометить определенный кластер. После этого в представлении PRPD отображаются только импульсы в этом кластере, что позволяет пользователю анализировать и классифицировать эти импульсы индивидуально без взаимного влияния различных источников.

Разделение разных источников ЧР позволяет сделать следующий шаг для более быстрой и простой интерпретации результатов измерений. Вместе с алгоритмом кластеризации на основе плотности реализовано также автоматическое разделение кластеров.



Рис. 2: Автоматизированное разделение кластеров. Здесь показана диаграмма PRPD и соответствующая диаграмма ЗРАД. Прямоугольники вокруг кластеров определяются автоматически.

Автоматическая интерпретация результатов измерений

Источники частичных разрядов во вращающихся электрических машинах можно интерпретировать по их диаграмме PRPD. Поскольку атрибуты этих источников — положение, форма и другие параметры — на диаграмме с фазовым разрешением известны, то были разработаны алгоритмы для их автоматического различения. Кроме того, была создана база данных с типичными формами PRPD для различных источников частичного разряда.

Для автоматической интерпретации результатов используются обе эти возможности. Во-первых, для идентификации явлений частичного разряда используется интерпретация на основе атрибутов. Если метод, основанный на применении атрибутов, не позволяет сделать окончательный вывод, то используется база данных. В этом случае измеренный отпечаток (паттерн) сравнивается с паттерном известных дефектов. Данные поступают из лабораторных измерений, а также из измерений на месте. При этом сравнении выбираются наиболее вероятные явления.

Практическая проверка показала очень высокую вероятность правильного определения источника частичного разряда. Этот инструмент можно рассматривать как надежный помощник инженера-измерителя при интерпретации и классификации источников частичного разряда.

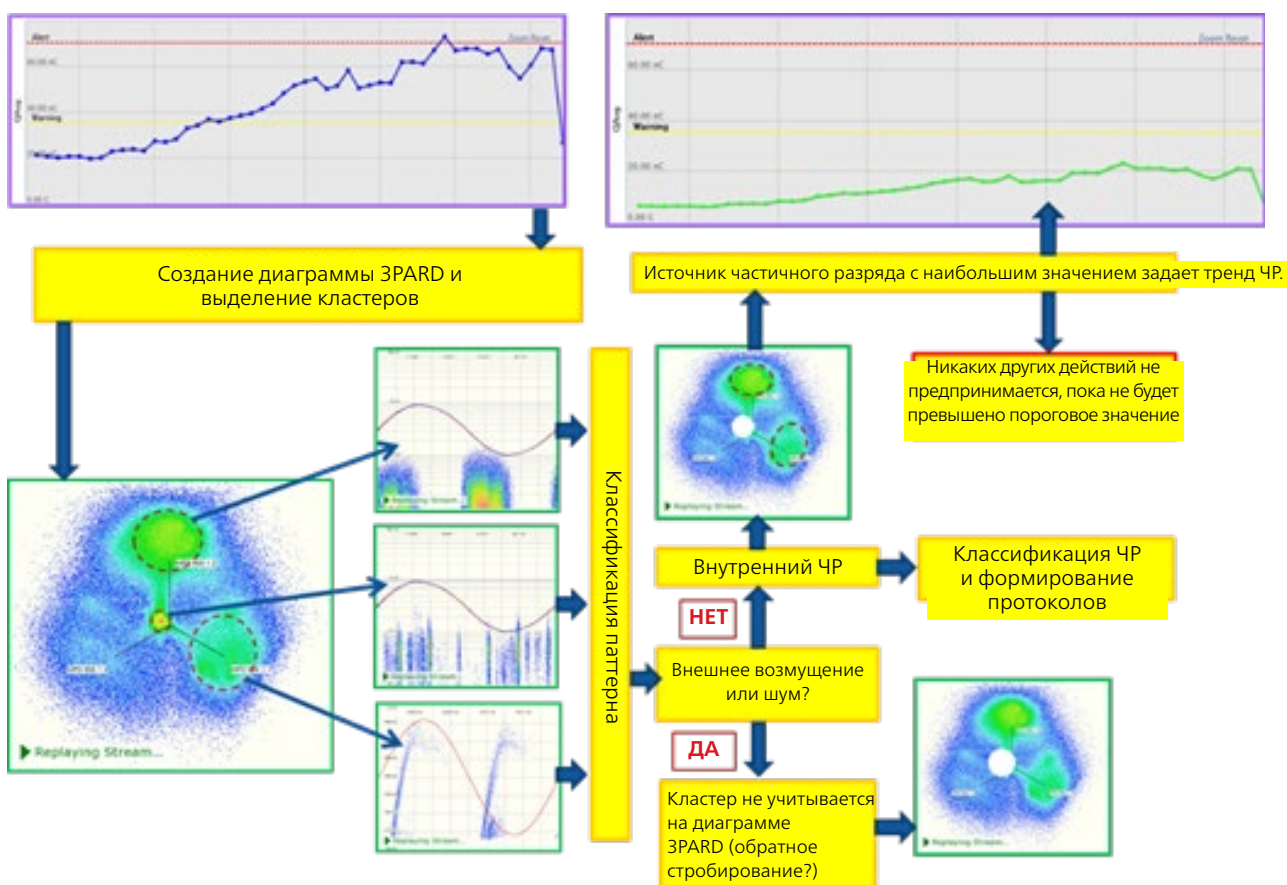


Рис. 3: Схематическое изображение всего процесса от измерения и до автоматической интерпретации результатов.