

Важность измерения и мониторинга частичных разрядов

Автор: Оле Кесслер (Ole Kessler), OMICRON Energy Solutions, Берлин, Германия

Аннотация

Измерение и мониторинг активности ЧР — это надежный метод диагностики состояния изоляции, позволяющий в нужный момент получить точные данные о локальном ослаблении изоляции на определённых участках.

Измерение и мониторинг активности ЧР — это надежный метод диагностики состояния диэлектрика, позволяющий в нужный момент получить точные данные о локальных повреждениях на конкретных участках изоляционного материала. В новом выпуске информационного бюллетеня подробно рассказывается о процедуре измерения и мониторинга активности ЧР, а также о значении этого надежного метода для оценки состояния изоляции электрооборудования и выявления дефектов, которые могут привести к дорогостоящему простою.

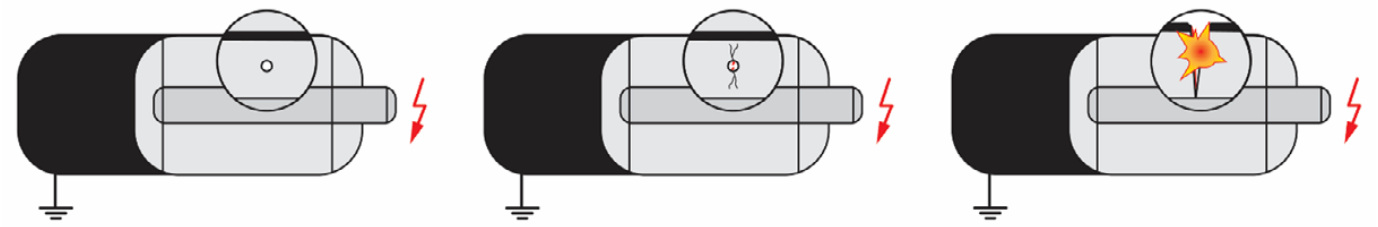
Бесперебойная работа электрического оборудования высокого и среднего напряжения, используемого для генерирования, передачи и распределения электроэнергии, служит залогом надежного энергообеспечения потребителей.

Пробой изоляции — основная причина повреждения и выхода из строя оборудования, в частности силовых трансформаторов, двигателей и генераторов, а также распределительных устройства и силовых кабелей. Поэтому крайне важно следить за состоянием изоляции на протяжении всего жизненного цикла оборудования.

Основные сведения о частичных разрядах

Частичные разряды (ЧР) вызываются увеличением напряженности поля в пустотах или на поверхности изоляционного материала. ЧР являются основной причиной и одновременно индикатором возникновения дефектов в изоляции электрооборудования

Со временем активность ЧР становится более интенсивной и опасной. Повреждение разрастается до тех пор, пока изоляция не утрачивает возможность выдерживать электрическое напряжение, что ведет к ее перекрытию, а также повреждению оборудования (а это означает дополнительные расходы на ремонт) и непредвиденным перебоям в его работе.



ЧР — результат появления дефектов в изоляции электрооборудования. Поврежденные участки постепенно разрастаются, что приводит к ухудшению свойств изоляции, а в конечном итоге — к ее пробою..

Преимущества измерения активности ЧР

Измерение ЧР — это надежный неинвазивный метод диагностики состояния изоляции электрооборудования. Применять его можно в любое время. В отличие от других методов диагностики диэлектриков, регулярные измерения и непрерывный мониторинг активности ЧР позволяют получить точные данные о локальных повреждениях на конкретных участках изоляции.

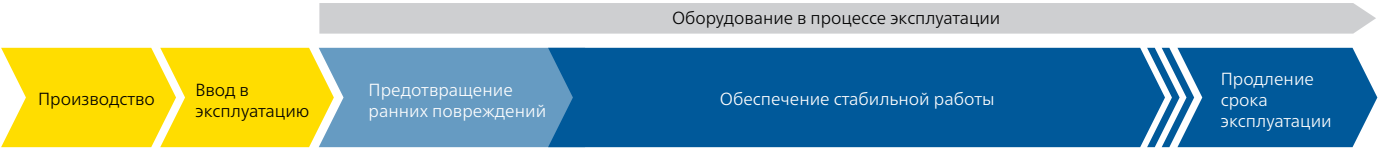
Поскольку часто частичные разряды появляются задолго до пробоя изоляции, специалисты могут с определённой периодичностью проверять оборудование и принимать своевременные решения по его ремонту или замене до того, как произойдет непредвиденное отключение. Поэтому, чтобы обеспечить надежную и долговременную работу электрооборудования, крайне важно измерять активность частичных разрядов.

Этапы измерения активности ЧР

Целостность изоляции электрического оборудования ВН и СН должна подтверждаться измерениями и анализом активности ЧР на этапах его разработки, производства и ввода в эксплуатацию.

После ввода оборудования в эксплуатацию необходимо принять стратегические решения об его обслуживании, чтобы обеспечить максимальную продолжительность работы. Периодические измерения и непрерывный мониторинг активности ЧР позволяют инженерам по оборудованию получать необходимые данные, чтобы сфокусироваться на оборудовании с высоким риском отказа и минимизировать время и средства, затрачиваемые на обслуживание.

Регулярное измерение активности ЧР во время плановых отключений на техобслуживание помогает выявить тенденции разрушения в изоляции оборудования. Это наиболее эффективный способ обнаружить дефекты изоляции на ранней стадии и своевременно принять меры по их устранению, продлевая срок службы устройств.



Целостность изоляции должна подтверждаться измерениями и мониторингом активности ЧР на всех этапах эксплуатации оборудования.

Наиболее важные критерии оценки ЧР:

- уровень заряда, измеряемый в пико- (пК) или нанокулонах (нК);
- положение относительно фазы приложенного напряжения;
- частота повторения импульсов.

Если со времени предыдущего измерения значение одного из этих параметров увеличилось, значит, в изоляции появился уязвимый участок, что повышает риск его повреждения и выхода оборудования из строя. При выявлении увеличившейся активности ЧР имеет смысл использовать систему онлайн мониторинга, чтобы увидеть, какова динамика изменения изоляции.

Как измеряют ЧР?
Измерения активности ЧР выполняются либо на отключенном оборудовании (с последовательной подачей напряжения от отдельного источника на каждую фазу) или онлайн, с применением заранее установленных стационарных датчиков ЧР.

Измерение активности ЧР на отключенном оборудовании
Для измерения активности ЧР на отключенном оборудовании на него подается испытательное напряжение, значение которого обычно превышает стандартную рабочую величину. Активность ЧР, выявленная при предварительно заданных уровнях испытательного напряжения, регистрируется на каждом измерительном датчике и сохраняется для последующего анализа. Испытание считается пройденным, если измеренное с помощью датчиков значение активности ЧР не превышает заданный предел и не демонстрирует тенденцию к росту.

Онлайн мониторинг ЧР
Системы онлайн мониторинга активности ЧР позволяют собирать данные в течение длительного времени, не прерывая рабочий процесс. Эти системы оценивают состояние изоляции под реальной нагрузкой. Существуют приборы как для стационарной, так и для временной установки. Оба типа систем измеряют уровень активности ЧР



MPD 600: Высокопроизводительная система измерения и анализа частичных разрядов

и оценивают состояние изоляции на работающем оборудовании через определенные интервалы, заданные оператором, на протяжении длительного периода времени.

Периодический мониторинг активности ЧР
Периодический мониторинг ЧР дает возможность непрерывно наблюдать за изменениями активности ЧР в течение коротких периодов. Системы периодического мониторинга ЧР можно использовать с различными измерительными датчиками ЧР, в том числе с конденсаторами связи для вращающихся машин, датчиками для высоковольтных вводов, УВЧ-датчиками для силовых трансформаторов, а также высокочастотными трансформаторами тока (ВЧТТ) для силовых кабелей.

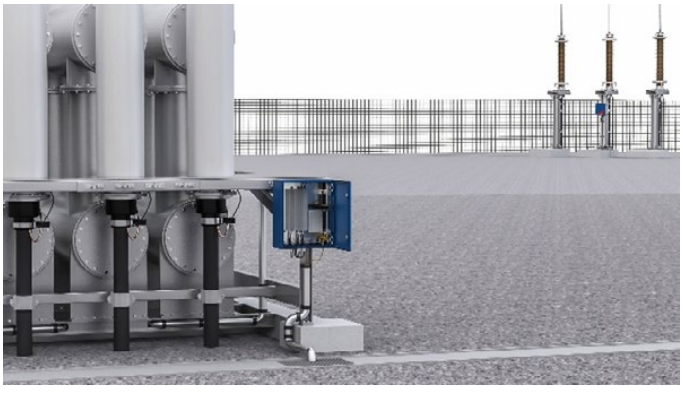
Такие датчики устанавливаются стационарно и подключаются к клеммной коробке, также стационарно установленной. Это позволяет легко и безопасно подключаться к работающему оборудованию по технологии plug-and-play, не отключая его для установки датчиков. После наблюдения за одним объектом систему периодического мониторинга активности ЧР



Система MONTESTO 200 от OMICRON позволяет выполнять как периодические онлайн измерения ЧР, так и временный мониторинг ЧР различного типа электрооборудования без необходимости его отключения.



MONGEMO — это разработанная OMICRON стационарная система онлайн мониторинга ЧР вращающихся машин.

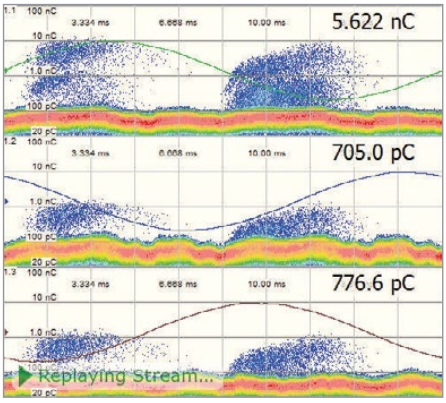


MONCABLO — это разработанная OMICRON стационарная система мониторинга ЧР на подключенных силовых кабелях.

можно легко отключить и установить на следующий объект. С помощью программного обеспечения для мониторинга специалисты могут достоверно оценить текущее состояние изоляции и определить, для какого устройства высок риск возникновения неисправности.

Постоянный мониторинг активности ЧР на важном или ненадежном оборудовании

Системы постоянного мониторинга ЧР предназначены для сколь угодно длительного отслеживания активности ЧР на работающем оборудовании в стандартных эксплуатационных условиях. Обычно они устанавливаются на критически важном оборудовании либо оборудовании с явными признаками старения. Такая система состоит из специализированных стационарных датчиков под конкретное



Трехфазная диаграмма PRPD с шумовыми сигналами и ЧР (не разделенная)

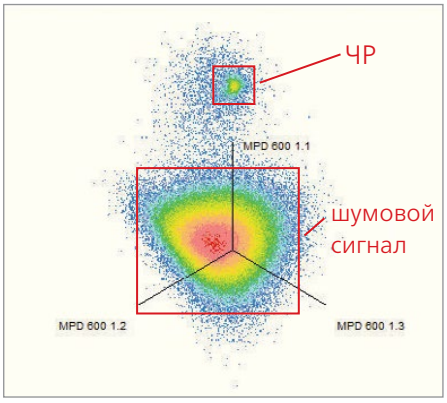
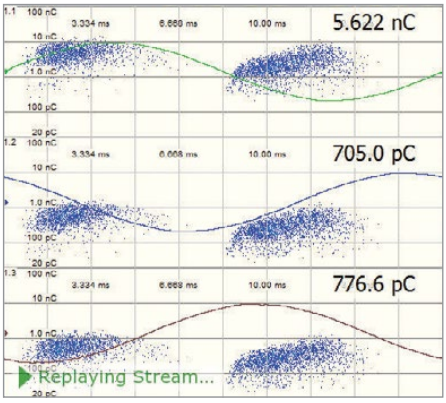


Диаграмма соотношения по амплитудам трех фаз



Отдельный источник ЧР

оборудование, устройства сбора данных и программного обеспечения для мониторинга и анализа активности ЧР, установленного на центральном компьютере. Система может проводить мониторинг ЧР нескольких единиц оборудования одновременно. Полученные данные сопоставляются с помощью программного обеспечения на центральном компьютере. Если уровень активности ЧР превышает допустимые пределы, оператору поступает сигнал тревоги.

Сложности в процессе измерения и мониторинга

Поскольку от частичных разрядов идут довольно слабые сигналы, оборудование для их измерения и мониторинга должно быть высокочувствительным. Однако на работу такого оборудования очень влияют внешние помехи, которые могут исказить результаты испытания. Поэтому для успешного результата важно максимально устранить влияние помех.

В системах OMICRON поддерживается широкий спектр параметров фильтрации, с помощью которых можно настроить центральную частоту и ширину полосы пропускания, что позволяет улучшить отношение «сигнал/шум» и снизить уровень фонового шума. Уникальные средства разделения сигналов, например диаграмма соотношения по амплитудам трех фаз (3PARD) и функция автоматического разделения кластеров, упрощают различение источников ЧР и накладывающихся помех. Это дает возможность получить более достоверные результаты.

OMICRON уже несколько лет занимается разработками в области измерения, мониторинга и анализа активности ЧР оборудования ВН и СН, которое используются в машиностроении, электроэнергетике и других отраслях промышленности во всем мире. Подробные сведения можно найти на странице **www.omicronenergy.com/partial-discharge-testing**



Об авторе

Оле Кесслер изучал электротехнику в Берлинском технологическом университете. В 2009 году он присоединился к команде OMICRON Energy Solutions в Берлине и занял должность специалиста по прикладным системам, специализирующегося на измерении частичных разрядов. Он также работал инструктор по обучению и проводил семинары по измерению ЧР для клиентов по всему миру. Сейчас он менеджер по развитию систем измерения и анализа ЧР серии MPD.

OMICRON — это международная компания, предлагающая передовые испытательные и диагностические системы для предприятий электроэнергетической промышленности. Применение продуктов OMICRON позволяет оценивать состояние первичного и вторичного оборудования электроэнергетических систем с полной уверенностью. Услуги в области консалтинга, пусконаладки, проведения испытаний, диагностики и обучения персонала дополняют профиль деятельности компании.

Клиенты из более чем 160 стран полагаются на способность компании поставлять передовое оборудование высочайшего качества. Сервисные центры на всех континентах располагают широкой базой профессиональных знаний и обеспечивают всестороннюю поддержку клиентов. Все это, вместе с нашей развитой сетью партнеров по продажам, сделало нашу компанию лидером рынка в области электроэнергетики.

© OMICRON 2019