

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Прибор PDS Air™

Универсальный портативный, работающий на действующем оборудовании прибор для обследования частичных разрядов (PD) с целью тестирования состояния изоляции кабелей и установок от 3,3 до 45 кВ



PDS Air™ Руководство по эксплуатации
Версия: 1.1
Дата: 11 ноября 2011
Обозначение документа: PR0360PT-001-B

Copyright © 2007 – 2011 High Voltage Partial Discharge Ltd

Все права защищены. Компания "High Voltage Partial Discharge Ltd" (Высоковольтные частичные разряды) оставляет за собой право делать изменения в этом руководстве и программном обеспечении и оборудовании, к которому это руководство относится, без уведомления.

High Voltage Partial Discharge Ltd

Empress Business Centre
380 Chester Road
Manchester
M16 9EA, UK

Tel: +44 (0) 161 877 6142
Fax: +44 (0) 161 877 6139
E-mail: info@hvpd.co.uk
Web: www.hvpd.co.uk

Номер компании 05948347

Содержание

| | |
|---|----|
| 1. Общая информация | 4 |
| 2. Стандартный комплект поставки..... | 6 |
| 3. Технические характеристики | 8 |
| 4. Введение к прибору HVPD PDS Air™ | 9 |
| 5. Прибор PDS Air™ – Основные возможности | 9 |
| 6. Описание изделия..... | 11 |
| 7. Зарядка батареи..... | 12 |
| 8. Расшифровка уровней PD | 13 |
| 9. Выполнение тестов PD под нагрузкой с помощью датчиков ... | 14 |
| 10. Процедура для измерения TEV PD | 16 |
| 11. Процедура для акустического измерения (AA) PD | 19 |
| 12. Процедура для измерения PD с HFCT | 23 |
| 13. Регистрация данных с помощью файла инспекционного теста | 27 |
| 14. Техническое обслуживание..... | 26 |
| Приложение 1: Фотографии окончаний кабеля, подходящих и неподходящих для прикрепления HFCT | 29 |
| Приложение 2: Примеры проектов тестирования | 47 |
| Приложение 3: Обзор тестирования частичных разрядов..... | 47 |

1. Общая информация

Портативный измерительный прибор HVPD PDS Air™ и поставляемые с ним датчики PD, были разработаны для использования **только** на заземленных, наружных поверхностях станции и заземленных/нейтральных соединителях высоковольтных силовых кабелей.

Ни при каких обстоятельствах не следует помещать прибор HVPD PDS Air™ или внешние датчики PD / сигнальные кабели в непосредственной близости к высокому напряжению тестируемых установок.

Лазерная указка параболического наружного приемника HVPD принадлежит к классу лазеров 2, работает на 630 нм и используется, чтобы указать на принимаемый сигнал PD. **НЕ** смотрите в лазерную указку; **НЕ** направляйте лазер на людей и животных и **НЕ** используйте лазер, чтобы повлиять на воздушный и морской транспорт. HVPD не несет ответственности за неправильное использование поставляемого лазера.



1.1. Инструкции по технике безопасности

Перед использованием прибора HVPD PDS Air™ и принадлежностей в подстанции или распределительном устройстве важно, чтобы пользователь прочитал и понял руководство по эксплуатации и принял во внимание следующую **Общую информацию по безопасности**:

- Пользователь должен всегда выполнять правила техники безопасности собственника станции.
- **Ни при каких обстоятельствах** прибор HVPD PDS Air™, принадлежности или датчики PD не должны находиться в пределах **опасных расстояний от высокого рабочего напряжения** высоковольтной тестируемой установки.
- Не используйте аппаратуру, если она повреждена (обратитесь к фирме HVPD для ремонта).
- Осмотрите и проверьте сигнальные кабели на надежную целостность.
- Всегда выбирайте для применения соответствующий датчик и соединители датчика (как описано и рекомендовано в этом руководстве).
- При использовании внешних датчиков, убедитесь, что вся сигнальная проводка сделана аккуратным образом, и нет опасности об нее споткнуться.
- Рекомендуется проверять аппаратуру и инструменты непосредственно перед или после выполнения тестирования на месте, чтобы результаты были правильно зафиксированы.

1.2. Уведомление о защите окружающей среде

Это изделие содержит обычные электронные компоненты, которые могут представлять экологическую опасность, если неправильно утилизируются. Пользуйтесь правильными методами утилизации согласно местным правилам.

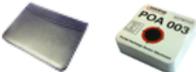
Прибор после окончания пользования можно вернуть в HVPD Ltd для правильной утилизации.



1.3. Условные обозначения

| | | |
|------|--|--|
| AA | Airborne Acoustic | Воздушный акустический |
| BNC | Bayonet Neill-Concelman connector (RF cable termination) | Соединитель для РЧ кабеля |
| EM | Electromagnetic | Электромагнитный |
| HFCT | High Frequency Current Transformer | Высокочастотный трансформатор тока |
| HV | High Voltage | Высокое напряжение |
| MV | Medium Voltage | Среднее напряжение |
| PD | Partial Discharge | Частичный разряд |
| RMU | Ring Main Unit | Кольцевое устройство (обычно называемое в США 'Padmounts') |
| TEV | Transient Earth Voltage | Кратковременное напряжение на землю |

2. Стандартный комплект поставки

| | |
|---|---|
| <p align="center">PDS Air™</p> |  |
| <p align="center">Датчик HFCT 100/50 со разъемным сердечником</p> |  |
| <p align="center">Фильтр верхних частот 100 кГц</p> |  |
| <p align="center">Стандартные наушники</p> |  |
| <p align="center">Кабель BNC на 2 м</p> |  |
| <p align="center">Руководство по эксплуатации</p> |  |
| <p align="center">Краткая инструкция по эксплуатации на карточке</p> |  |
| <p align="center">Сертификат соответствия</p> |  |
| <p align="center">Гарантийный сертификат на 12 месяцев</p> |  |
| <p align="center">Файл инспекционного теста и 100 х POA-этикеток (001-100)</p> |  |
| <p align="center">Зарядное устройство батареи (для конкретного региона)</p> |  |
| <p align="center">Мягкая сумка для переноски</p> |  |

Дополнительные принадлежности

| Код для заказа | | |
|----------------|---|---|
| PDSIAP | Акустический поисковый пробник для работы в помещении |  |
| PDSOPR | Приемник с наружной параболической антенной и усовершенствованные лазерные очки |  |
| PDSPHH | Наушники Peltor PPE (подходящие для PPE) |  |
| PDSACC | Кэйс для переноски принадлежностей |  |
| PDSPOA | Дополнительный комплект этикеток 100х POA (201-300, 301-400 и т.д.) |  |

3. Технические характеристики

| Аппаратные детали | |
|--|---|
| Тип входного соединителя HFCT-датчика | BNC |
| Импеданс входа HFCT | 50 Ом |
| Погрешность HFCT | ±10 % |
| Диапазон частот детектирования HFCT | 100 кГц – 20 МГц |
| TEV-датчик | Встроенный |
| Погрешность TEV | ±1 дБ |
| Диапазон частот детектирования TEV | (5 – 70) МГц |
| AA (ультразвуковой) датчик | Встроенный |
| Погрешность AA | ±1 дБ |
| Диапазон частот детектирования AA | 40 кГц ±1 кГц |
| Тип внешнего входного пробника AA | 5-контактный Lemo |
| Тип соединителя для наушников AA | 3,5 мм |
| Приборный интерфейс | |
| ЖК индикаторы | Питание, 7 индикаторов пикового уровня PD на датчик |
| Конструктивные данные | |
| Размеры (H x W x D) | 220 x 120 x 110 мм |
| Масса | 0,58 кг |
| Материал кожуха | Литой формованный пластик |
| Рабочие условия эксплуатации | |
| Диапазон температур | От -10 до +55 °C |
| Относительная влажность | < 90% (без конденсата) |
| Влажность при зарядке | 20-85% (без конденсата) |
| Питание | |
| Тип источника питания | Встроенная батарея (Li-ion) |
| Индикатор низкого уровня батареи | Мигающий светодиод питания (синий) |
| Тип соединителя зарядного устройства батареи | Входное гнездо 2,1 мм |
| Сохранение питания | Автовыключение через 5 минут |
| Зарядное устройство батареи (UK/EU/USA) | |
| V _{вх} | (90-264) В AC (пер. Тока) 50/60 Гц |
| V _{вых} | 8,4 В DC (пост. тока) |
| Размеры (В x Ш x Г) | 33 x 90 x 45 мм |
| Масса | 0,09 кг |
| Приемник с наружной параболической антенной | |
| Мощность лазера | <0,99 мВт (класс безопасности II) |
| Внешний диаметр параболической антенны | 220 мм |
| Размеры (В x Ш x Г) | 220 x 220 x 280 мм |
| Масса | 0,50 кг |
| Акустический поисковый пробник для работы в помещении | |
| Размеры (В x Ш x Г) | 40 x 40 x 280 мм |
| Масса | 0,50 кг |

4. Введение к прибору HVPD PDS Air™

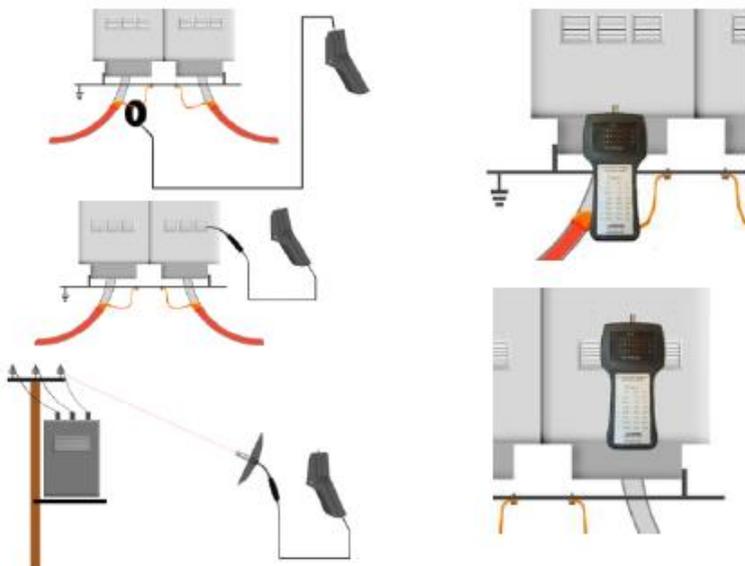


Рисунок 1: Использование PDS Air™ в наружных и внутренних MV-установках

Прибор PDS Air™ от компании HVPD является первым в мире портативным, прибором для обследования частичных разрядов (PD), использующим технологию трех типов датчиков. Оно включает цифровой **дисплей TEV (15-50 дБ)**, **внешний HFCT с вставным сердечником** и ряд **воздушных акустических пробников**.

Прибор PDS Air™ был разработан для обеспечения 'первичной защиты' для **раннего** обнаружения активности PD в MV-кабелях, распределительных устройствах, трансформаторах и электромашин в диапазоне напряжений от 3,3 до 45 кВ. Этот простой в использовании портативный прибор подходит для **быстрого тестирования с целью предварительной оценки PD**, проводимого эксплуатационным персоналом подстанции. PD-сигналы мгновенно измеряются и отображаются для каждого датчика схемами прибора от А до D по уровням PD с помощью семи рядов цветных светодиодов (для всех трех датчиков) и **цифрового показания TEV 15 – 50 дБ**.



4.1. Зачем использовать прибор PDS Air™?

1. **Как устройство безопасности** – Прибор PDS Air™ обеспечивает *немедленную индикацию* для пользователя, что распределительное устройство или другая 'местная' MV-установка безопасна для приближения и тестирования в непосредственной близости. Им может пользоваться весь рабочий персонал, чтобы убедиться в безопасности рабочей поверхности относительно опасных уровней PD-активности, которая может привести к катастрофическому отказу, взрыву или несчастному случаю.
2. **Как устройство первичной проверки PD** – Измерения PD могут быть сделаны относительно быстро (в какие-то секунды), и поэтому прибор PDS Air™ может быть использован для сканирования большого числа кабелей и точек MV-установок на активность PD, как предварительного действия перед использованием диагностического теста PD и/или технологии мониторинга (такого, как измерительный прибор HVPD Longshot™ PD от HVPD).

4.2. Датчики PD

Прибор HVPD PDS Air™ имеет три датчика PD для детектирования различных источников активности PD в MV-кабелях и установках, а именно:

| Датчик | Точка присоединения | Детектирование PD |
|--|--|--|
| TEV (кратковременное напряжение на землю) | Корпус установки, армированный металлом, близко к вентиляционным отверстиям, швам, муфтам и окончаниям кабеля. | Электромагнитное излучение с мест PD в установке, которое индуцируется на металлический корпус установки. |
| AA (воздушный акустический) С встроенным датчиком или пробником внутри помещения | На вентиляционных отверстиях в корпусе установки на линии с источником PD. | Воздушное акустическое (ультразвуковое) излучение по воздуху от коронных и поверхностных разрядов в изолированном распределительном устройстве или другой установке. |
| AA С приемником с параболической антенной и локатором | Направлен наружу, на наземную тестируемую установку (диапазоне до 15 м+). | |
| HFCT (высокочастотный трансформатор тока) | Заземляющая дренажная жила силового MV-кабеля или силовой кабель с заземляющей дренажной жилой, протянутой обратно через датчик. | Индуктивный HFCT детектирует импульсы тока от PD в кабелях, кабельных окончаниях и установке/распределительном устройстве, к которым подключаются кабели. |

5. Прибор PDS Air™ – Основные возможности

- **Немедленная индикация** уровней активности PD в MV-распределительном устройстве, армированном металлом, трансформаторах, силовых кабелях и электромашинах во время их работы.
- Позволяет выполнять эффективные **тесты по проверке PD**, которые могут быть быстро сделаны путем измерения активности PD с помощью технологии трех отдельных датчиков PD.
- Для каждого датчика отображаются уровни PD **посредством рядов цветных светодиодов по уровням PD** (для всех трех датчиков) плюс дополнительное нажатие и удержание цифрового отображения результата измерения уровня TEV от 15 до 50 дБ.мВ (шагами по 1 дБ.мВ).
- Полезен в качестве предшествующей стадии к дальнейшему диагностическому тестированию величины PD.
- Применяется также в качестве устройства безопасности (для защиты от электрической дуги) с помощью тестирования, выполняемого перед любой работой на подстанции.
- Быстрая и простая идентификация коронных и поверхностных разрядов в **наружных** изоляторах MV / HV, при использовании приемника с внешней параболической антенной в диапазоне до 15 метров+.

6. Описание изделия



7. Зарядка батареи

Перед первым использованием, прибор PDS Air™ следует заряжать не менее 4 часов с помощью поставляемым с прибором зарядным устройством от сети переменного тока. Это будет гарантировать полный заряд батареи. При нормальном использовании, прибор обычно требует зарядки каждые 3-4 дня. В случае низкого уровня заряда батареи, начнет мигать синий индикатор питания **Power**. Это указывает на низкий уровень заряда батареи, и что прибор следует зарядить при первой возможности.



Соединитель для зарядного устройства

Примечание: Пользователю следует пользоваться *только* одобренным HVPD зарядным устройством, поставляемым с прибором.

Нельзя использовать прибор PDS Air™, пока он заряжается.

При присоединении зарядного устройства к источнику переменного тока и прибору PDS Air™, его светодиод будет иметь следующий цвет:

Красный: Идет зарядка
Зеленый: Заряжено



Зарядка PDS Air™

8. Расшифровка уровней PD

Уровни PD для всех трех датчиков PD (HFCT, AA и TEV) можно расшифровать при помощи разных цветов светодиодов. Это сделано на основе опыта HVPD (тестирование PD в процессе эксплуатации свыше 15 лет) и опубликованных результатов и рекомендаций ряда источников, включая UK Electricity Association, IEEE и CIGRE.

В случае обнаружения **умеренной** (оранжевые светодиоды) или **высокой** (красные светодиоды) активности **PD**, рекомендуется провести диагностические измерения PD, чтобы подтвердить и определить место источника PD. Примеры таких измерений с помощью прибора тестирования места PD - HVPD Longshot™ приводятся в приложении 2.

Система проверки частичных разрядов в действующем оборудовании

Руководство по уровням PD

| | CT | AA | TEV |
|---|----------|-------|-------|
| ● | 300 pC | 8 dB | 15 dB |
| ● | 600 pC | 12 dB | 20 dB |
| ● | 1200 pC | 15 dB | 25 dB |
| ● | 3000 pC | 19 dB | 30 dB |
| ● | 7800 pC | 22 dB | 35 dB |
| ● | 20000 pC | 26 dB | 40 dB |
| ● | 30000 pC | 30 dB | 45 dB |


www.hvpd.co.uk

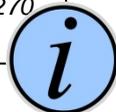
Рекомендуемое действие

- **СВЕТОДИОД 1** – Зеленый (Установка в порядке – Повторное тестирование через 12 месяцев)
- **Светодиод 2 и 3** – Желтый (умеренный уровень PD – Рекомендуется мониторинг, повторное регулярное тестирование прибором PDS Air™)
- **СВЕТОДИОД 4 и 5** – Оранжевый (от умеренного до высокого уровня PD – Определите источник PD при помощи системы диагностического тестирования места PD – прибора HVPD Longshot™)
- **СВЕТОДИОД 6 и 7** – Красный (Высокий уровень PD – Тестирование для определения причины, местонахождения и ограничения доступа, если это необходимо)

Примечание: Уровни PD и рекомендуемые действия даются только для сведения и основаны на опыте HVPD по тестированию MV-установок.

Что такое частичный разряд и зачем его тестировать?

Активность частичных разрядов находится в месте электрического разряда между двумя электродами, для которых промежуток между ними не достаточен. Активность PD является индикацией начала повреждения изоляции и обычно считается одним из лучших индикаторов износа материала и ухудшения высоковольтной изоляции. *Определение IEC 60270*



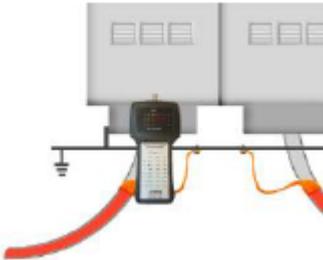
9. Выполнение тестов PD под нагрузкой с помощью датчиков

Все датчики функционируют независимо друг от друга и могут показывать PD одновременно каждый в своем ряду светодиодов.

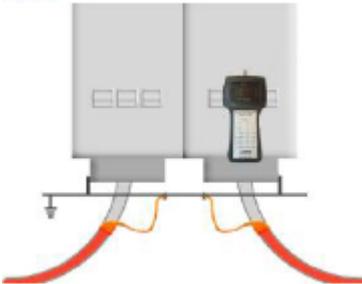
9.1. Общая пригодность места тестирования и предосторожности

- Перед использованием убедитесь, что батарея прибора PDS Air™ заряжена.
- Убедитесь, что поверхность тестирования безопасна.
- Нельзя допускать, чтобы о кабель для датчика PACE можно было споткнуться.

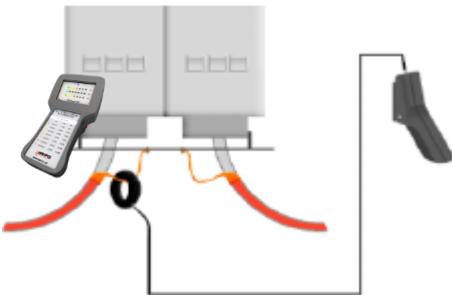
9.2. Схематическое руководство для использования датчиков прибора PDS Air™



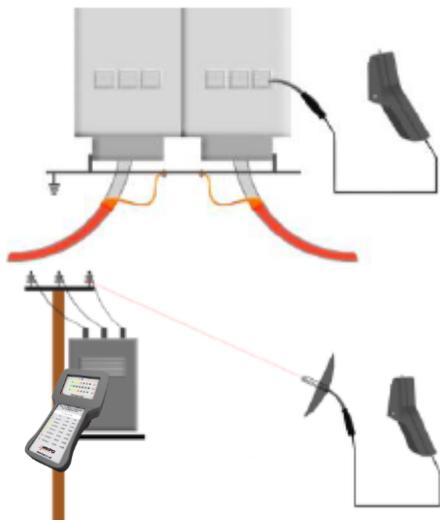
Тестирование при помощи встроенного емкостного датчика **Кратковременного напряжения на землю (TEV)** для измерения высокой частоты 'местных' PD, помещаемого перед внешним покрытием, армированного металлом распределительного устройства, близко к вентиляционным отверстиям / прокладкам.



Тестирование при помощи встроенного **воздушного акустического (AA)** датчика, размещенного прямо вентиляционными и другими отверстиями (детектирование в зоне прямой видимости).



Тестирование при помощи **HFCT со разъемным сердечником (Высокочастотный трансформатор тока)**, прикрепляемого к жиле заземления силового кабеля MV.



Тестирование при помощи дополнительного **Акустического поискового пробника для работы в помещении**, помещаемого прямо над вентиляционными и другими отверстиями.

Тестирование при помощи дополнительного **приемника с наружной параболической антенной**, нацеленного на наземную и другие установки встроенным лазерным указателем. Эффективный диапазон этого устройства 15 метров+.

10. Процедура для измерения TEV PD

10.1. Измерение фонового шума

На результаты измерения TEV может влиять фоновый электрический шум на подстанции. Его источники включают:

- Электронное переключение энергии, например, от источников энергии постоянного тока.
- Коронный разряд от наружных сортировочных станций, работающих и дающих излучение.
- Высокочастотные системы электросвязи, например, приемо-передающие радиостанции.

Уровни фонового шума в тестируемой подстанции следует проверять до выполнения какого бы то ни было тестирования TEV. Это обычно достигается путем помешения датчика TEV прибора PDS Air™ плотно на металлоконструкцию, где не могут возникнуть высоковольтные PD, например, металлические двери или низковольтные управляющие панели и шкафы.

Внимание: Чтобы обеспечить хорошее качество измерений PD, уровень фонового шума должен быть менее 25 дБ - 'оранжевый светодиод 1. При цифровой технологии TEV в приборе, надежные результаты теперь могут быть получены с более высокими уровнями шума (до 30 дБ).

10.2. Требования к присоединению датчика TEV и предварительные условия

1. Если распределительное устройство имеет двойной металлический корпус, тогда, чтобы обнаружить активность PD в HV-изоляции, тестирование должно быть выполнено на внутренней оболочке.
2. Чтобы электромагнитные высокочастотные сигналы TEV появились на внешних поверхностях установки, в металлическом кожухе должны быть вентиляционные отверстия, зазоры, стыки или уплотнительные прокладки.

10.3. Измерение TEV PD

Пользователь **ДОЛЖЕН** держать прибор, пока им пользуется. Датчик TEV следует поместить плотно на распределительное устройство, армированного металлом, близко к вентиляционным отверстиям или уплотнительным прокладкам или стыкам на металлическом корпусе (см. ниже).

Рекомендуется выполнять тесты TEV в **нескольких точках** на панели распределительного устройства или других HV-установках, подлежащих тестированию, например, для распределительного устройства, армированного металлом, на кабельных боксах, секциях шин, передней и задней стороне каждой панели распределительного устройства. Сделав прибором несколько измерений на одной и той же панели распределительного устройства, часто можно определить местоположение источника активности PD.



10.4. Измерение и удержание цифрового пикового значения TEV

Прибор PDS Air™ включает функцию измерения и удержания цифрового пикового значения **'Peak Hold'** значения TEV за 3-секунды в пределах от 15 до 50 дБ шагами по 1 дБ. Прибор удерживается пользователем напротив панели распределительного устройства или другой тестируемой установки, и в течение одной секунды нажимается кнопка **Peak Hold** сбоку прибора. Дисплей с обратным отсчетом '3-2-1' покажет, когда прибор продетектирует импульсы PD с помощью датчика TEV. Прибор затем вернется к мигающему значению результата измерения (между 15 и 50 дБ) на 2-значном дисплее. Это пиковый уровень сигнала TEV, измеренный в течение 3-секундного теста. Это значение будет мигать до 30 секунд. Чтобы выйти из этого дисплея и начать другой тест, удерживайте кнопку в течение 1 секунды, затем освободите ее. Светодиоды будут гореть, показывая уровень PD.



- Процесс регистрации на датчике

10.5. Измерение TEV PD на шине распределительного устройства

Рекомендуемой процедурой для тестирования PD распределительного устройства MV является выполнение первоначального теста по проверке PD путем проведения прибором PDS Air™ по оборудованию и определения TEV на каждой панели следующих трех частей оборудования:

- На кабельном боксе
- На главной секции выключателя
- Около секции шины

Внимание: Этот тест включает в себя просто осмотр цветных светодиодов уровней PD, детектированных прибором, проверку передней и задней стороны корпуса в течение нескольких секунд и фиксацию уровней TEV PD.

Нормальным для сигналов TEV является распространение их между панелями распределительного устройства (это происходит по секции шин и по шинам заземления между панелями). В этих случаях один источник PD может производить сигналы, которые детектируются на нескольких панелях распределительного устройства. Амплитуда сигнала TEV быстро ослабевает относительно источника, и поэтому место, где получено самое высокое показание, является наиболее близким к источнику. Чтобы получить более точное местоположение PD, при фиксации умеренного-высокого уровня TEV (оранжевый-красный светодиод) следует провести диагностическое тестирование. См. Примеры в приложении 2.

11. Процедура для акустического (AA) измерения PD

11.1. Измерение фонового шума

Перед проведением каких-либо измерений рекомендуется сделать на подстанции измерение фонового акустического шума с помощью датчика AA, помещенного плотно на поверхность, армированную металлом (не на вентиляционные отверстия или воздушные зазоры).

11.2. Требования к присоединению датчика AA

1. Должен быть прямой воздушный путь (линия прямой видимости) от датчика к источнику разряда, то есть вентиляционное отверстие или прорезь в корпусе установки.
2. Полностью окруженное воздухом изолированное распределительное устройство без решеток, вентиляционных отверстий, воздушных зазоров и пр, не будет подходить для воздушных акустических измерений.

11.3. Присоединение датчика воздушного акустического (ультразвукового) датчика

Датчик следует помещать на вентиляционные отверстия или воздушные зазоры в корпусе распределительного устройства, как показано ниже. Будут гореть светодиоды, показывая измеренный уровень PD.



Так как акустический датчик имеет ограниченный угол ($\pm 30^\circ$) 'области детектирования', можно, слегка меняя направление прибора, определить местоположение источника воздушного разряда, см. пример 2, приложение 2.

11.4. Наушники

Демодулированный звук от высокочастотного АА на 40 кГц может быть прослушан пользователем при помощи наушников, подключенных сбоку прибора PDS Air™. При детектировании, PD преобразуются в слышимый звук потрескивания.



11.5. Измерение АА PD на шине распределительного устройства

Рекомендуемой процедурой для тестирования PD шины распределительного устройства MV является выполнение первоначального теста прибором PDS Air™ и определение воздушного акустического сигнала, проведя прибором по направлению к вентиляционным отверстиям на каждой панели распределительного устройства, и фиксация уровней PD.

Детектирование воздушного акустического сигнала является весьма направленным, и поэтому сигналы следует искать, сосредотачиваясь на определенной части установки. Не следует детектировать сигналы, излучаемые соседними панелями распределительного устройства или частями установки.

11.6. Измерение АА и TEV PD

Воздушный акустический датчик много более чувствителен, чем датчик TEV, к таким разрядам, как коронные или поверхностные разряды. Поэтому, чтобы детектировать акустические сигналы PD, его можно применять для событий PD более низкой величины, когда нельзя увидеть детектируемые сигналы TEV.

В общем, уровни PD в распределительном устройстве должны быть выше 100 pC, перед тем, как достоверно могут быть измерены сигналы TEV. Ультразвуковой пробник, однако, легко может выполнить измерения при уровнях много ниже этого, примерно до 10 pC. Эта чувствительность основана на том условии, что существует постоянный воздушный путь между акустическим детектором и местом, порождающим PD, и что расстояние до источника разряда 1 м.

11.7. Измерение АА при помощи дополнительных внешних пробников



С прибором PDS Air™ поставляются два дополнительных внешних пробника:

- Акустический поисковый пробник для работы в помещении (слева) для простого тестирования недоступных вентиляционных отверстий / стыков на изолированных воздухом распределительных устройствах, армированных металлом.
- Приемник с внешней параболической антенной (справа) для точного детектирования коронных / поверхностных разрядов в установке вне помещения, включая окончания на столбах.

Оба устройства присоединяются к прибору PDS Air™ при помощи соединителя Lemo в основании прибора:



Примечание: При подключении совместите красные точки на соединителе и приборе and PDS Air™.



Тестирование AIS с помощью акустического поискового пробника для работы в помещении



Тестирование изоляции вне помещения с помощью приемника с внешней параболической антенной

Приемник с внешней параболической антенной характерен также наличием лазерной указки, которая показывает, какая точка установки подлежит тестированию. Чтобы воспользоваться ею, удерживайте нажатой кнопку в основании пробника. Видимость в нормальных условиях составляет 15 м (Приемник с внешней параболической антенной поставляется с усовершенствованными лазерными очками, которые могут помочь видеть лазерный луч вне помещения).



Лазерная указка не активна



Лазерная указка активна

12. Процедура для измерения PD с HFCT

12.1. Измерение фонового шума

На измерения HFCT может влиять фоновый электрический шум в помещении и вне помещения подстанции. Его источники включают:

- Радиочастотные помехи от местной радиопередачи
- Шум источники энергии в режиме переключения
- Корона от наружных распределительных устройств

Чтобы помочь удалить шумы из результатов измерений, с прибором поставляется фильтр верхних частот на 100 кГц, см. раздел 12.4.

Чтобы измерить фоновый уровень шума, прикрепите HFCT к кабелепроводу заземления обесточенного фидера или рядом с землей LV.

Чтобы результаты были приемлемыми, фоновый уровень шума должен привести к показаниям HFCT ниже, чем светодиод ЖЕЛТЫЙ II.

Поставляется фильтр для включения в схему, если на измерения HFCT влияют сильные помехи. Информацию по его использованию смотрите в разделе 12.4.

12.2. Требования к прикреплению датчика HFCT

1. Должен быть независимый доступ к жилам заземления или сердцевине кабеля на распределительных устройствах / трансформаторах.
2. Между землей кабеля и землей распределительного устройства должна быть изоляционная прокладка и шайба.

12.3. Присоединение датчика HFCT

Датчик HFCT следует присоединить к прибору PDS Air™ при помощи поставляемого с прибором кабеля BNC на 50 Ом.

Следует убедиться, что окончания кабеля подходят для установки HFCT. Датчики HFCT можно прикреплять к однофазным и трехфазным кабелям.

Для измерения сигналов PD необходимо перехватить токи или в отдельном проводнике (i_+), или одной дренажной жиле / земле (i_-). Если датчики HFCT устанавливаются так, что оба проводника и экран проходят через середину катушки, тогда сигналы PD гасят друг друга, и от HFCT нельзя получить никаких данных. Правильное (вариант 1 и 2) и неправильное (вариант 3) присоединение датчика показано на рисунке 2.



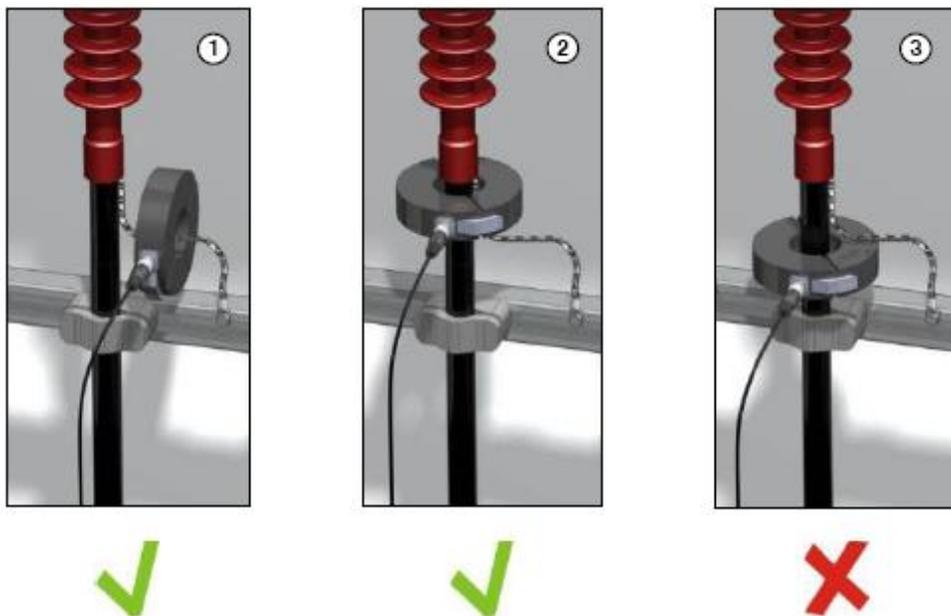


Рисунок 2: Варианты окончания кабеля для прикрепления HFCT

Если это возможно, датчики HFCT следует прикреплять к отдельным соединителям заземления кабеля, а не к кабелям общей земли, которые используются для присоединения оболочек нескольких кабелей к земле. Фотографии как подходящих, так и неподходящих окончаний кабеля показаны в приложении 1.

Чтобы ввести в схему фильтр HVPD, присоедините его прямо к верхнему порту BNC прибора PDS Air™, а кабель датчика к его другому окончанию, ведущему к датчику.

12.4. Применение фильтра верхних частот на 100 кГц

В промышленных установках и другом неэкранированном оборудовании, где шум от источников энергии в режиме переключения и другой низкочастотный шум может скрыть сигналы PD, чтобы удалить высокие уровни фонового шума (ниже 100 кГц) без влияния на результаты измерения PD, можно присоединить поставляемый с прибором фильтр верхних частот. Фильтр удаляет низкочастотные сигналы ниже 100 кГц, так как каждый PD является широкополосным импульсом, охватывающим более широкий спектр.

Например, если зарегистрирован высокий уровень без фильтра, присоедините фильтр, как показано ниже. Если уровень резко упадет (то есть >2-3 светодиода), большая часть сигнала находится ниже 100 кГц, вероятно, из-за шумовых помех.

Фильтр следует присоединять наверху прибора PDS Air™, как показано ниже.



Нормальное присоединение BNC и датчика к прибору PDS Air™



Фильтр 100 кГц, последовательно соединенный с прибором PDS Air™ - Зафиксируйте уменьшенный шумовой сигнал

12.5. Чувствительность к PD в кабельных цепях

Так как сигналы PD проходят по силовому кабелю, они будут ослабляться, поэтому, как общее правило, кабели длиной свыше 2 км следует тестировать на обоих концах кабеля. Если в цепи несколько RMU, измерения следует делать на каждом втором или третьем RMU.

12.6. Измерения на открытых точках сети

На сети с RMU с открытой точкой сенсор HFCT может быть прикреплен к фидеру под нагрузкой, при условии, что имеется значительный импеданс подстанции, который виден с помощью фидера кабеля под нагрузкой; это обычно достигается, если присоединен распределительный трансформатор. Следует заметить, что когда нет других присоединенных фидеров, импеданс подстанции будет много выше, и поэтому величины токов PD, измеренных датчиками HFCT, будут меньше. Если отсоединяется также распределительный трансформатор, тогда детектирование любого сигнала PD с помощью сенсоров HFCT может быть невозможно.

12.7. 'Переходы' сигналов HFCT в подстанциях

Влияние импульсов PD кабеля и RF-шума, проходящих в подстанциях вдоль шин общей земли, может привести к 'переходам' между различными цепями фидеров кабеля и к путанице при определении источника активности PD. Ниже на рисунке 3 показан пример того, как прибор PDS Air используется для измерения активности PD на подстанции 11 кВ, которая присоединена к двум наземным линиям. Результаты тестирования показаны непрерывной индикацией светодиода **ОРАНЖЕВЫЙ 2** для всех тестируемых фидеров сети переменного тока.

Эти результаты говорят о том, что *источником сигналов фактически были АМ-радиопомехи*, переходящие от наземных линий и излучаемые вдоль общей земляной шины, чтобы перейти на все точки прикрепленных датчиков.

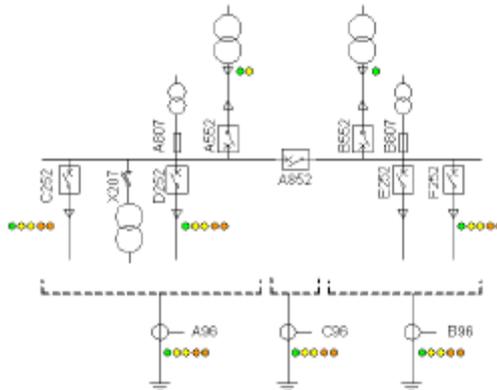


Рисунок 3: Варианты окончания кабеля для прикрепления HFCT

14. Техническое обслуживание

14.1. Сигнальный кабель

Комплект кабелей BNC следует периодически проверять, подавая известные сигналы и измеряя их осциллографом. Хорошим измерительным сигналом является импульс 100 нс, 100 мВ, время нарастания <10 нс. HVPD поставляет для тестирования импульсный генератор HVPD Min.

14.2. Калибровка

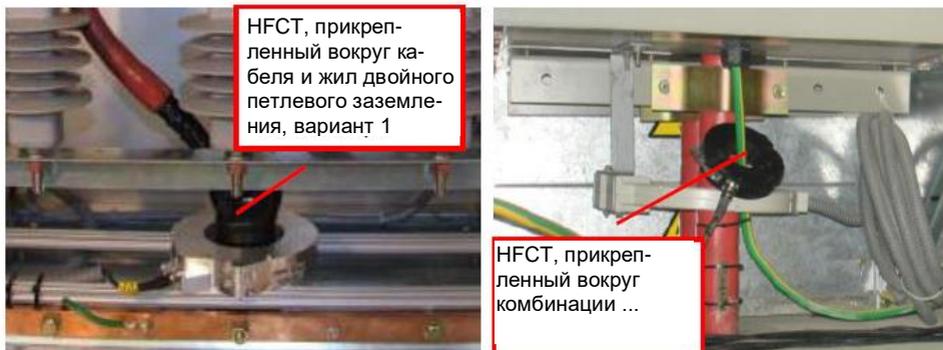
Рекомендуется калибровать прибор PDS Air™ каждые 12 месяцев, чтобы была уверенность в точности показаний. Свяжитесь для этого с компанией HVPD Ltd или ее представителем; контактные данные находятся у дилера.

14.3. Упаковка и транспортирование

Для переноски и защиты прибора PDS Air™ между событиями тестирования следует использовать предоставляемую мягкую сумку для переноски.

Приложение 1: Фотографии окончаний кабеля, подходящих и неподходящих для прикрепления HFCT

Подходящие кабельные окончания



Неподходящие кабельные окончания



Приложение 1: Примеры проектов тестирования

Пример 1: Тестирование PD изолированного воздухом распределительного устройства на 11 кВ

Введение

Целью тестирования была оценка состояния панелей распределительного устройства 3х 11 кВ GEC VMX. Этот тип распределительного устройства имеет предысторию проблем PD, главным образом, связанных с VT и выброшенными компонентами из канифоли в желобах выключателя тока. Обнаруженная активность PD связана с разрядами в воздухе и активностью PD в сопряжении поверхностей (в отличие от внутренней) в пустотах изоляции. Активность PD в воздухе может привести к долговременному повреждению изолирующих поверхностей распределительного устройства, а результатом этого повреждения может стать гидрофобность изолирующих поверхностей. В этом состоянии, возможно сопряжение и эрозия за счет разряда, что может привести к отказу работы, вот почему этот тип распределительного устройства нужно оберегать от активности PD.

Следует заметить, что этот тип активности PD в воздухе и поверхностях изоляции распределительного устройства может зависеть от влажности и температуры окружающего воздуха, и вполне возможно, что при измерении уровней PD в теплый и сухой день совсем не обнаружено активности. Это не означает, что в более холодных и влажных условиях потенциальная активность PD не может проявиться позднее, так как известно, что этот тип PD по природе является перемежающимся (то есть 'они приходят и уходят'). Панели тестируемого 3-панельного распределительного устройства показаны ниже на рисунке 4.



Рисунок 4: Вид спереди панелей № 1, № 2 и № 3 GEC VMX AIS (слева направо)

Результаты

Первоначальная проверка PD была выполнена на подстанции на панелях распределительного устройства 3х GEC VMX с помощью прибора PDSurveyor™ с датчиком TEV, удерживаемым перед панелями распределительного устройства. Все показания даются в dB (децибелах), которые соответствуют сигналам TEV (кратковременное напряжение на землю) при этих измерениях (за расшифровкой уровней PD обратитесь к таблице A1 (ниже)).

Тест 1: Проверка PD (датчик TEV) установки 11 kV GEC VMX AIS – *Панель № 1*
Результаты проверки PD с помощью датчика TEV на приборе PDSurveyor™, показывающего состояние лицевой части панели № 1, содержат некоторые сигналы PD. Уровни PD были детектированы на уровне 3 светодиодов (ЖЕЛТЫЙ 2), что равно 28 дБ для частичных разрядов TEV. Дальнейшее тестирование сбоку и сзади панели № 1 показало перемежающееся свечение светодиода (ЗЕЛЕНый 1), что равно низкому уровню TEV PD в 15 дБ.

Тест 2: Проверка PD (датчики TEV и AA) установки 11 kV GEC VMX AIS – *Панель № 2*
Тот же тест был повторен на лицевой части панели 2. Уровни PD были детектированы на уровне 6 светодиодов (КРАСНЫЙ 1), что равно 44 дБ для частичных разрядов TEV и что является *очень высоким уровнем* для этого типа распределительного устройства. Дальнейшее тестирование с боков и сзади корпуса показало перемежающееся свечение светодиода (ЗЕЛЕНый 1), как в тесте 1 (низкий уровень PD).

Тест 3: Проверка PD (датчики TEV и AA) установки 11 kV GEC VMX AIS – *3-я панель*
Тот же тест был повторен на лицевой части панели 3. Результат теста был таким же, как при тесте панели 1, то есть уровень 3 светодиода (ЖЕЛТЫЙ 2), что равно 28 дБ для частичных разрядов. Дальнейшее тестирование с боков и сзади корпуса показало перемежающееся свечение светодиода (ЗЕЛЕНый 1), как в тестах 1 и 2.

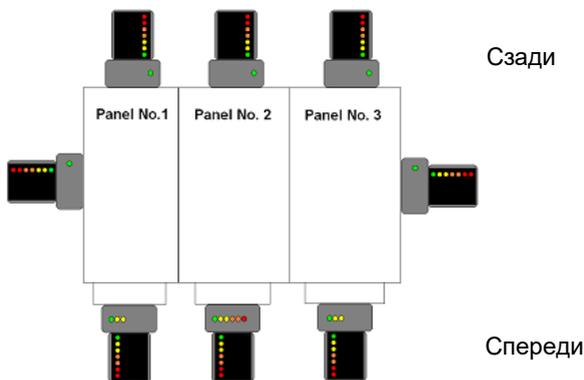


Рисунок 5: Иллюстрация положений прибора PD Surveyor™ при тестировании и результатов измерения PD (самый высокий сигнал спереди панели № 2)



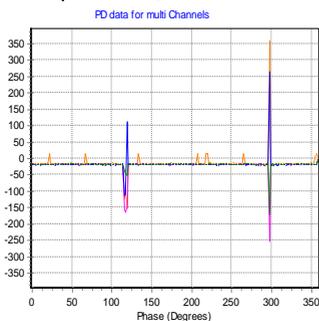
Рисунок 6: Панель 2 – Дисплей PDSurveyor™ (КРАСНЫЙ уровень 1 = 44 дБ)



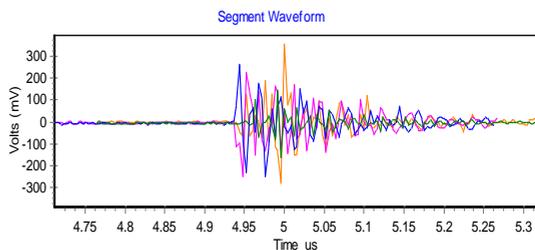
Рисунок 7: Панель 3 – Дисплей (ЖЕЛТЫЙ уровень 2 = 28 дБ)

Результаты диагностического тестирования на месте PD прибором HVPD Longshot™

Цикл мощности 20 мс



Событие PD



Панель 1 спереди

Панель 2 спереди

Панель 3 спереди

Панель 2 сзади

Сигналы появляются сначала для передней части панели 2, за этим близко следует сигнал для передней части панели 3.

Заключение

Из тестов прибором PD Surveyor (тесты 1 - 3) можно видеть, что существенная величина частичных разрядов была детектирована спереди **панели № 2 с уровнем PD светодиодов 6 (КРАСНЫЙ 1), что равно 44 дБ для частичных разрядов, и что диагностирует высокий уровень**. На других двух панелях измерены умеренные PD светодиодов 2 (ЖЕЛТЫЙ 2), то есть 28 дБ, и, вероятно, что эти частичные разряды, детектированные на панелях № 1 и № 3, являются остатками сигналов, возникших от источника на панели № 2.

Дальнейшее тестирование прибором HVPD Longshot™ подтверждает очень высокие уровни активности частичных разрядов (до 51 дБ), создаваемых панелью № 2. Прибор HVPD Longshot™ был также использован для выполнения измерений появления событий во времени при использовании распределенных датчиков TEV. Этот тест, подтверждающий, что источник PD находится в *передней правой части панели № 2*. Это показывает, что он близко, но не обязательно внутри, в подвижной части панели. Возможно также, что место разряда находится в правой фазе 'желоба' основного корпуса. Выравнивание с помощью подвижной части в панели № 2 может быть также фактором, почему в первом месте создаются разряды.

Из-за очень высокого уровня активности частичных разрядов в панели № 2, собственнику установки можно посоветовать выполнить визуальный осмотр и выполнение побуждающих действий, чтобы решить проблему. Дальнейший совет состоит в том, что после того как работы по исправлению будут завершены, панели 3х следует снова протестировать и из-за перемежающейся природы этого типа активности PD, возможно, проконтролировать через какой-то период времени, чтобы проверить, что проблема активности PD решена.

Пример 2: Проверка PD оборудования 30 kV AIS с помощью воздушного акустического датчика

Введение

Быстрая проверка (<1 минуты на отсек) была выполнена для всех отсеков открытой стойки, для распределительного устройства AIS на трех секциях шины 30 кВ подстанции. При проверке использовался воздушный акустический (АА) датчик прибора PDSurveyor, показанный в работе на рисунке .



Рисунок 8: Проверка изолированного воздухом распределительного устройства с помощью воздушного акустического датчика прибора PDSurveyor™

Результаты

Результаты этих тестов суммируются ниже в таблице:

| Распределительное устройство T42 30 kV Отсек № | АА указывает на изолирующую втулку Уровень PD (дБ) | АА указывает на выключатель Уровень PD (дБ) |
|---|---|--|
| 1 | <12 | <12 |
| 2 | 20 | <12 |
| 3 | <12 | <12 |
| 4 | <12 | <12 |
| 5 | <12 | <12 |
| 6 | <12 | <12 |
| 7 | <12 | <12 |
| 8 | <12 | <12 |
| 9 | <12 | <12 |
| 10 | 12 | <12 |
| 11 | <12 | <12 |

| | | |
|----|-----|-----|
| 13 | <12 | <12 |
| 14 | <12 | <12 |
| 15 | <12 | <12 |
| 16 | <12 | <12 |
| 17 | <12 | <12 |
| 18 | <12 | <12 |
| 19 | <12 | <12 |
| 20 | <12 | 12 |

Заключение

Только отсек 2 показывает акустическую активность PD, а именно источник 20 дБ на изолирующей втулке. При более тщательном осмотре окончания кабеля и изолирующих втулок, на покрытии было видно повреждение, причиненное водой, как показано на Рисунок . Весьма вероятно, что это источник активности разрядов, обнаруженный прибором PDSurveyor™.

Собственнику установки здесь можно посоветовать регулярно тестировать это распределительное устройство (минимум каждые 3 месяца), а также, чтобы проверять, что уровни активности PD не повышаются, рассматривая результаты мониторинга активности PD за довольно большой период времени.

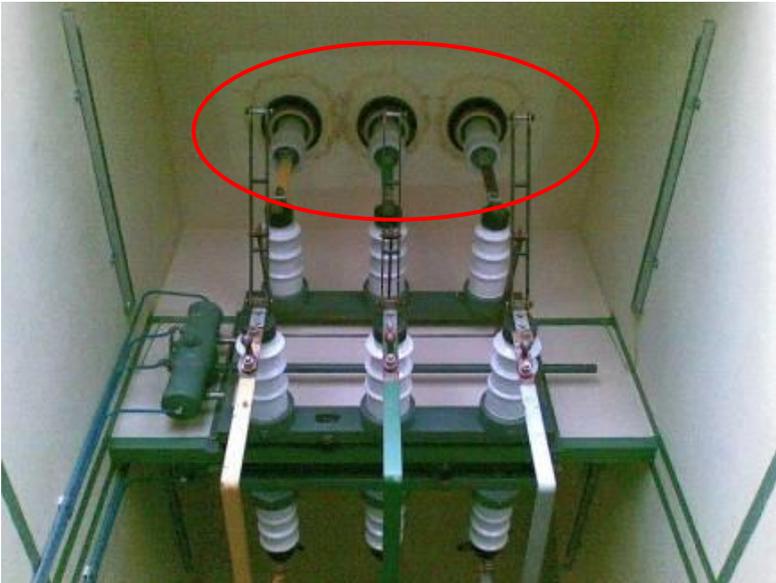


Рисунок 9: Повреждение от воды на изолирующих втулках T42 30 kV отсека 2

Пример 3: Проверка PD на работающих кабелях 10 кВ, распределительном устройстве и MV-электродвигателях

Введение

Целью тестирования является выполнение проверки PD работающих кабелей 10 кВ, распределительного устройства и электродвигателя компрессора N2 на 10 кВ на промышленных газовых предприятиях потребителя при помощи портативного прибора PDSurveyor™ для проверки PD.

Результаты

Тест 1: Проверка PD (TEV и датчики АА) AIS на 10 кВ

Тесты проверки PD с помощью датчика TEV на приборе PDSurveyor™ показывают, что AIS на 10 кВ в электростанциях потребителей не имеют разрядов.

Тест 2: Проверка PD (датчик HFCT) кабелей XLPE на 10 кВ

Кабели длиной 150 м, поставляемые с MV-двигателями, на предприятии были присоединены к общей земляной шине проводами заземления. Тесты проверки PD были сделаны на конце кабеля со стороны электрической подстанции с помощью датчика HFCT, охватывающего для измерения уровней PD кабелей по очереди отдельные жилы заземления всех кабелей. Результаты PDSurveyor™ показали очень высокие уровни PD кабеля, до 6 светодиодов (КРАСНЫЙ 1- 20,000 pC+), на Кабеле двигателя компрессора N2 (см. ниже рисунок 10). Уровни PD до 3 300 pC+ были также обнаружены на жилах заземления фидеров кабеля с каждой стороны фидера двигателя компрессора N2, которые соединены общей шиной заземления.



Рисунок 10: PDSurveyor™ с HFCT на проводе заземления кабеля компрессора электродвигателя N2, показывающий на HFCT (20 000 pC) свечение 6 светодиодов (КРАСНЫЙ 1)

В результате проверки оказалось, что *источник PD находится в фидере двигателя компрессора N2*, так как там были показаны самые высокие уровни PD (20 000 pC+) по сравнению с ближайшими 2-мя кабелями (к трансформатору и воздушному компрессору - 9 000 и 3300 pC+ соответственно). Следующей стадией исследования было выполнение диагностического тестирования с помощью тестера места PD HVPD Longshot™ и монитора для дальнейшего подтверждения и затем нахождения места источника очень высоких импульсов PD.

Тест 3: Тест PD прибором HVPD Longshot™ с 3-мя датчиками HFCT на кабельном соединении

Датчики HFCT были прикреплены к жилам заземления следующих трех фидеров кабеля на 10 кВ. Эти жилы заземления присоединяются к одной и той же общей шине заземления.

Ch 1 – Оранжевый цвет – кабель трансформатора

Ch 2 – Розовый цвет – кабель двигателя компрессора N2

Ch 3 – Синий цвет – кабель двигателя воздушного компрессора

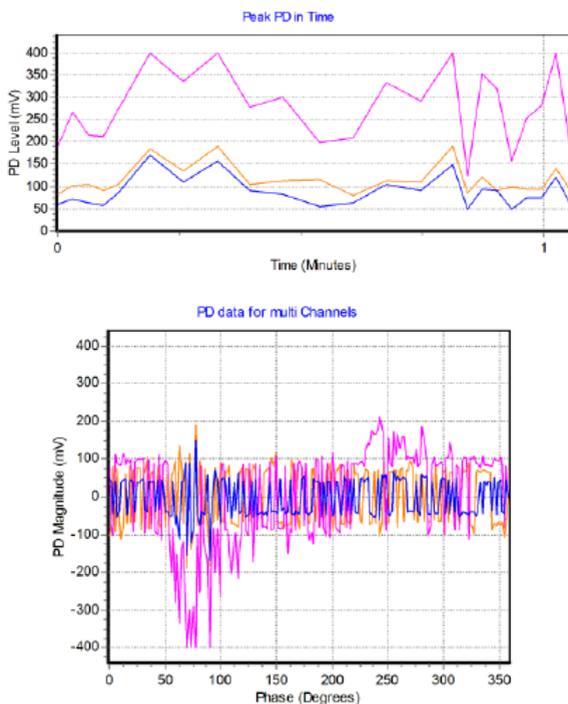


Рисунок 11: Данные теста PD для энергетического цикла 50 Гц - HFCT, прикрепленные к жиле заземления Ch 1 (оранжевая) - кабель к трансформатору, Ch 2 - компрессор N2, Ch 3 - воздушный компрессор

Программное обеспечение опознавателя событий PDGold© с модулем 'Event Recogniser' использовалось для дальнейшего диагностического анализа данных PD от прибора HVPD Longshot™, показанных на рисунке 11. Некоторые из результатов этого анализа показаны на рисунке 12.

Анализ с помощью программного обеспечения опознавателя событий PDGold©.

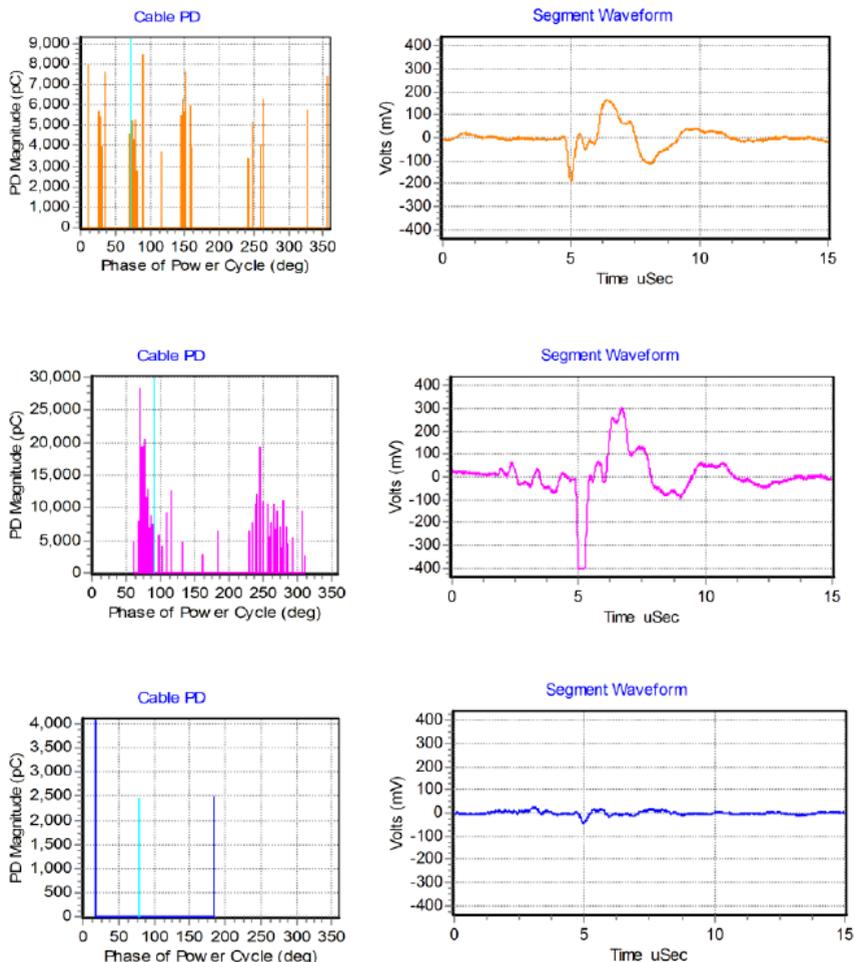


Рисунок 12: Данные измерений PD кабеля в пикокулонах (pC)

Ch 1 - оранжевые - кабель к трансформатору (до 9 000 pC), Ch 2 - розовые - кабель двигателя компрессора N2 (до 30 000 pC), Ch 3 - синий - кабель двигателя воздушного компрессора (до 4 000 pC)

Выводы

Результаты теста PDGold©, подтверждают, что источник больших импульсов PD находится в фидере кабеля двигателя компрессора N2 на 10 кВ, так как тест показывает самые высокие уровни PD (30 000 pC+), и также так как измерения во времени (TOF), сделанные на кабельных заземлениях (которые соединены общей шиной заземления), показывают, что импульсы PD всегда достигают сначала HFCT, присоединенного к кабелю двигателя компрессора N2. Другие сигналы, которые видны на Ch1 и Ch3, являются следами от импульса Ch2, который возникает из общей шины заземления.

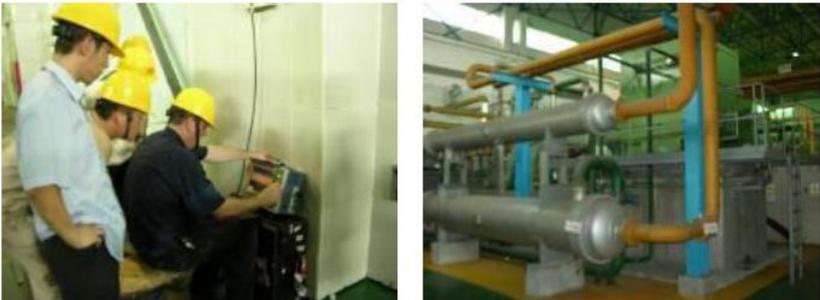


Рисунок 13: Тестирование PD оборудования под нагрузкой
Слева: Тестирование с помощью тестера места PD HVPD Longshot™
Справа: Двигатель компрессора N2 - 3 МВА, 10 кВ, 300 А
Тип: TECO-Westinghouse

Очень большие продетектированные импульсы PD (30 000 pC+) от двигателя компрессора N2 являются причиной того, что эти уровни находятся выше “допустимого” уровня PD для MV-электромашин, что показано ниже в таблице D1.

Для случая электромашин на 3,3 - 13,8 кВ (двигатели и генераторы) имеется общепринятая точка зрения (принятая на основании научных исследований по всему миру), что **Расшифрованные уровни PD в зависимости от состояния, приведенные в таблице D1** могут быть применены к обмоткам статора.

Есть два случая в обмотке статора для измерения активности PD, а именно:

Активность PD в пазовых секциях. Это разряды фазы на землю, которые с течением времени могут ‘съедать’ изоляцию в пазе.

Активность PD в лобовой части обмотки. Это разряды между фазами, которые обычно возникают, когда лобовая часть пазовой секции встречается с лобовой частью обмотки.

| Оценка | Цвет | PD в пазовой секции | PD лобовой части обмотки |
|------------------------|------|---------------------|--------------------------|
| Новая/превосходная | | <2000 pC | <2000 pC |
| Хорошая | | 2000 – 4000 pC | 2000 – 4000 pC |
| Средняя | | 4000 – 10000 pC | 4000 – 10000 pC |
| Еще приемлемая | | 10000 – 15000 pC | 10000 – 15000 pC |
| Вероятное обследование | | 15000 – 20000 pC | 15000 – 30000 pC |
| Проблема/Ненадежно | | >20000 pC | 30000 pC |

Таблица D1: Уровни PD в зависимости от состояния для электромашин на 3,3 – 13,8 кВ

Выводы

Уровни PD в обмотке статора двигателя компрессора N2 (индукционный двигатель на 10 кВ, 3 МВА) очень высокие, 30 000 pC. Так как эти импульсы PD были измерены на конце длинного кабеля к двигателю длиной 150 м со стороны подстанции (ито есть на расстоянии 150 м от двигателя), вероятно, эти уровни PD в обмотке статора двигателя фактически выше этих, если принять во внимание некоторое затухание сигнала PD, так как он проходит через кабель.

Очень высокие уровни PD требуют следующих действий, которые должны быть предприняты собственником установки:

Продолжать контролировать состояние изоляции статора путем регулярного (каждые 3 месяца) тестирования PD тестером места PD HVPD Longshot™, как это здесь описано. Эти тесты места следует также комбинировать с расширенным контролем PD во времени за периоды в 24 часа (с помощью прибора HVPD Longshot™ в режиме контроля).

Для измерений PD на электромашине очень важно получить данные тренда PD во времени, чтобы убедиться, что уровни PD не ухудшаются. Например, если машина имеет высокий уровень PD с самого начала (при вводе в эксплуатацию), а затем уровень PD во время эксплуатации не изменяется, тогда, вероятно, это более надежно, чем если бы машина начинала работать с более низким первоначальным уровнем PD, но ухудшалась в процессе эксплуатации. Поэтому, если можно получить данные о PD во времени, тестируя PD каждые несколько месяцев, тогда это также очень ценная диагностика.

На месте следует иметь планы по выполнению полной проверки двигателя в следующий перерыв в его работе. Можно также рекомендовать компании запросить изготовителя двигателя, какие имеются варианты по перемотке и/или 'наложению заплат' на изоляцию обмотки статора двигателя.

Пример 4: Определение места TEV PD для распределительного устройства на 11 кВ

Введение

Инженеры по техническому обслуживанию могут услышать звуки ‘хлопков’, исходящие от внутренней стороны распределительного устройства. HVPD провел тестирование с помощью прибора HVPD PDSurveyor™ и диагностического тестера места PD - HVPD Longshot™.

Результаты

|  <p>Вторичная подстанция</p> | Результаты PDSurveyor™ | | |
|--|------------------------|---------------|----------------|
| | Панель | Наименование | Уровень TEV PD |
| | 1 | Трансформатор | ● ● ● ● |
| | 2 | Balhousie St | ● ● ● ● |
| | 3 | Harley Place | ● ● ● ● ● |
| 4 | McDonalds | ● ● ● ● ● ● ● | |

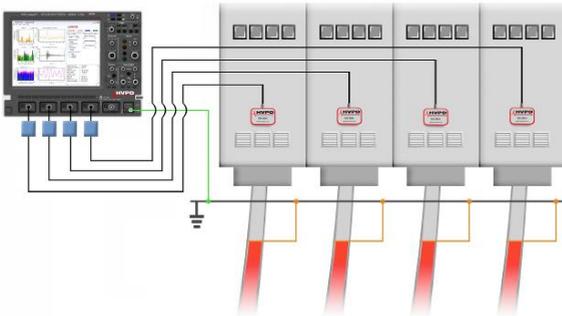


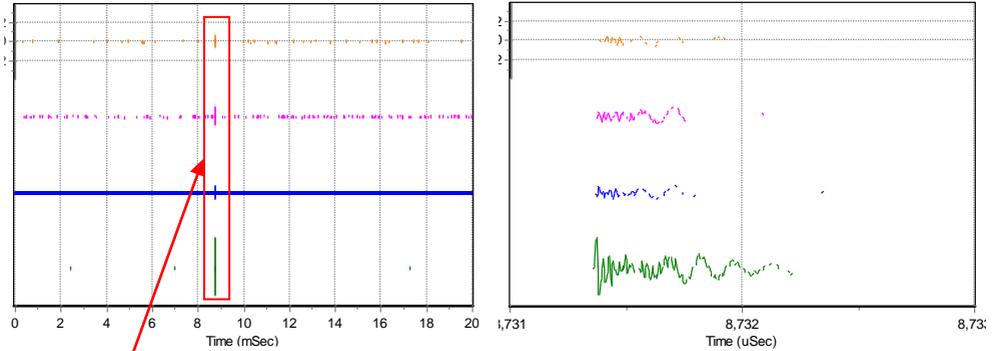
Схема диагностического теста PD прибором HVPD Longshot™

Был проведен синхронный сбор данных с нескольких датчиков TEV, чтобы определить место PD, которое более точно было обнаружено на McDonalds-фидере.

Результаты, полученные прибором HVPD Longshot™

Цикл мощности 20 мс

События PD за 20 нс



События PD

| | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|
| Низ кабельной коробки McDonalds | Верх кабельной коробки McDonalds | Панель распредел. устройства McDonalds | Трансформатор напряжения McDonalds |
|---------------------------------|----------------------------------|--|------------------------------------|

Выводы

Формы колебаний, полученные прибором HVPD Longshot™, показывают значительные местные PD (600 мВ / 56 дБ) (СН4) (Зеленый – трансформатор напряжения McDonalds). Это подтверждает первоначальную диагностику прибором PDSurveyor™ и позволяет получить дальнейшую, более подробную диагностику типа и степени серьезности разрядов.

Пример 5: Определение места PD на наружных окончаниях кабеля

Введение

Инженеры по эксплуатации во время периодического технического обслуживания измерили высокую активность TEV и попросили HVPD выполнить тестирование с помощью прибора PDSurveyor™ и диагностического тестера места PD HVPD Longshot™.



Распределительное устройство на 11 кВ



Наружная сторона подстанции

Результаты

Результаты, полученные прибором PDSurveyor

| Панель № | Наименование | Местные PD - TEV (дБ) |
|----------|---------------------------------|-----------------------|
| 1 | Корпус «Craig view Mills» (003) | 30 |
| 2 | Knox Hill (004) | 30 |
| 3 | TR1 | 30 |
| 3 | TR1 VT | 35 |
| 4 | Адаптер шины секции | 30 |
| 5 | Шина секции 1/2BB1 | 30 |
| 6 | TR2 | 35 |
| 6 | TR2 VT | 38 |
| 7 | (008) | 35 |
| 8 | Inverbervie Mill (009) | 35 |

Высокие показания TEV были получены напротив распределительного устройства и были самыми высокими ближе к TR2 VT

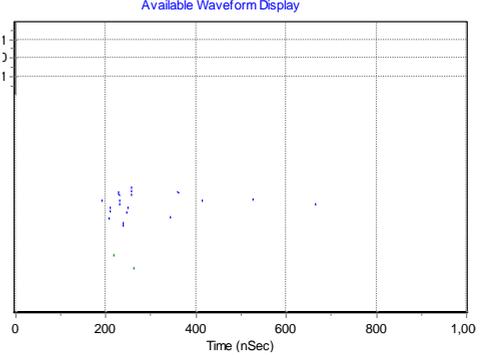
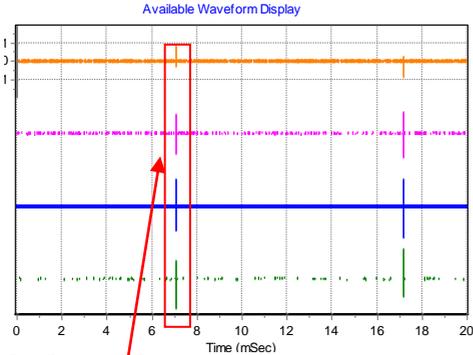


Результаты, полученные прибором HVPD Longshot

| | | | |
|-------------------|------------|-------------------|--------------------|
| TR2 HFCT (внутри) | TR2 VT TEV | TR2 TEV (снаружи) | TR2 HFCT (снаружи) |
|-------------------|------------|-------------------|--------------------|

Цикл мощности 20 мс

События PD за 20 нс



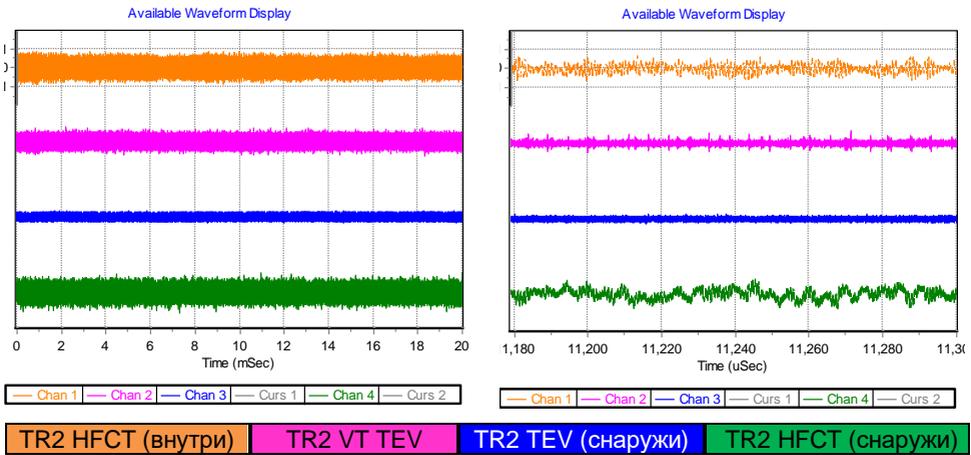
С событие PD

Распределение сигнала во времени показывает, что источник PD находится снаружи (CH3/CH4)

Визуальный осмотр и действия по устранению



Визуальный осмотр наружных окончаний обнаружил незакрепленные металлические части в окончании кабеля – и, перед тем как были выполнены окончательные ремонтные работы, был проведен достаточный временный ремонт.



После того как свободные металлические части были закреплены, PD не наблюдалось.

Выводы

| Панельт No | Наименование | Местные PD - TEV (дБ) |
|------------|---------------------------------|-----------------------|
| 1 | Корпус «Craig view Mills» (003) | <15 |
| 2 | Knox Hill (004) | <15 |
| 3 | TR1 | <15 |
| 3 | TR1 VT | <15 |
| 4 | Адаптер шины секции | <15 |
| 5 | Шина секции 1/2BB1 | <15 |
| 6 | TR2 | <15 |
| 6 | TR2 VT | <15 |
| 7 | (008) | <15 |
| 8 | Inverbervie Mill (009) | <15 |

После устранения неисправности, результаты, полученные прибором PDSurveyor™, все значительно уменьшились, и никаких PD не наблюдалось свыше местного фонового шума низкого уровня.



Акустически не было детектировано никаких коронных разрядов



Низкая-умеренная активность TEV как результат активности коронных разрядов в оконечном устройстве

Приложение 3: Обзор тестирования частичных разрядов

Частичный разряд (PD) представляет собой электрический разряд, который возникает насквозь *части* изоляции между двумя проводящими электродами, без полного перекрытия промежутка. Частичные разряды могут возникнуть в:

- Пустотах твердой изоляции (бумаге, полимерах и др.)
- Пузырьках газа в жидкой изоляции
- Вокруг электрода в газе (коронный разряд)

Статистика IEEE показывает, что ухудшение электрической изоляции в результате старения или термического спрессовывания вызывает до 90% электрических отказов определенного высоковольтного оборудования, происходящих и-за ненадлежащей установки или проектирования. В отличие от тестирования с выводом из эксплуатации, тестирование и мониторинг PD на действующем оборудовании дает картину состояния установки и качественных показателей в условиях эксплуатации. Известно, что некоторые разряды могут быть очень опасны для состояния изолированной системы, и точное их определение является основной причиной, почему многие промышленные и коммунальные операторы регулярно выполняют тестирование PD. Опасные PD включают внутренние разряды внутри полимерных кабелей и арматуры или поверхностей, проходящих в изолированных воздухом распределительных устройствах. Другие типы могут быть относительно безопасными (например, коронный разряд в воздухе от HV-проводов и поверхностные разряды на внешних фарфоровых изоляторах). Различные типы активности PD показаны на р Рисунок (ниже).



Рисунок 14: Семь основных типов активности PD (вкл. внутренние и внешние PD)

Обоснование тестирования PD на действующем оборудовании

Преимущества эксплуатационных измерений частичных разрядов:

- Это по-настоящему прогнозирующий тест, показывающий ухудшение изоляции заранее перед повреждением (детектирование 'зарождающихся' неисправностей).
- Это тестирование без нарушения работы, не требующее перерывов в эксплуатации и выполняемое при нормальном рабочем напряжении и нагрузке.
- Это неразрушающее тестирование, то есть оно не приводит к отказам и не влияет неблагоприятно на тестируемое оборудование.
- Оно не использует никаких перенапряжений и поэтому предохраняет тестируемое оборудование от воздействия стрессов от высоких напряжений выше тех, которые имеются при нормальных рабочих условиях.

При сохранении результатов, что позволит проводить сравнение с результатами будущих тестов, может быть выполнен анализ тенденций.

Прибор для тестирования PD - PDSurveyor™ обеспечивает 'систему раннего предупреждения' зарождающихся неисправностей изоляции путем измерения активности PD в MV-установках, к которым присоединяются его датчики. Активность частичных разрядов (PD) вызывается зарождающимися неисправностями изоляции и повсеместно рассматривается как индикатор состояния высоковольтной изоляции, обеспечивающий раннее предупреждение неисправностей изоляции задолго до их появления, что дает возможность собственнику установки выполнить корректирующие действия до того, как случится катастрофическое повреждение/взрыв изоляции.

Тестирование PD особенно важно, когда MV-установка имеет высокую 'критичность'. Это может быть из-за срока ее эксплуатации, истории ее повреждений или последствий повреждения (место в распределительной сети). Идентификация 'критической установки' в пределах MV-сети собственника установок может быстро и легко получена при помощи технологии тестирования PD фирмы «High Voltage Partial Discharge», чтобы была 'система раннего предупреждения' зарождающихся неисправностей.

Регулярное 'тестирование места' PD и долговременный мониторинг PD позволяет проводить анализ тенденций активности PD, наблюдаемой во времени. При этом может быть обнаружена корреляция с условиями окружающей среды (температура, влажность и т. п.) или условиями эксплуатации (изменения нагрузки). Так как активность PD часто действительно присутствует перед повреждением изоляции, можно путем наблюдения за повреждениями изоляции и их ростом сделать стратегические решения о программах восстановления и реконструкции.

Прибор PDS PDSurveyor™ и 4-фазный подход HVPD к тестированию и мониторингу PD

В течение последнего десятилетия компания HVPD работала в тесном сотрудничестве с рядом коммунальных предприятий по передаче и распределению электрической энергии во всем мире (включая тесное сотрудничество с энергетической компанией EDF, шотландскими энергосистемами и компанией Scottish & Southern в Великобритании) по внедрению системы обследования PD на действующих установках, технологий диагностического 'тестирования на месте' и мониторинга PD. Эти работы включают применение прибора из *семейства продуктов PDSurveyor™* и *диагностического тестера места PD - HVPD Longshot™*, оба из которых в течение ряда лет использовались в эксплуатации как портативные приборы.

Прибор PDSurveyor™ был разработан по требованиям рынка для того, чтобы иметь простой, дешевый прибор для обследования PD, который может использоваться в качестве 'первичного' устройства по тестированию и проверке PD любым рабочим персоналом.

Компания HVPD и другие предлагали в течение многих лет, что для дешевого долговременного управления средне-вольтными кабелями и установками следует применять 4-фазное тестирование PD и систему «Asset Management Solution» (решение по управлению средствами). Это является альтернативой всеобъемлющей установке устройств мониторинга PD, что, собственно, экономически не жизнеспособно из-за очень высокой стоимости. 4-фазный подход компании HVPD к тестированию и мониторингу, проиллюстрированная ниже на р

Полное решение HVPD по тестированию и мониторингу PD для средневольтных (MV) сетей (диапазон напряжений: от 3,3 до 45 кВ)

| Фаза 1 | Фаза 2 | Фаза 3 | Фаза 4 |
|---|---|---|---|
| 100 % сети | ~20 % сети (как идентифицировано в фазе 1) | ~10 % MV-установки (как идентифицировано в фазах 1 и 2) | ~1-5 % MV-установки (как идентифицировано в фазах 1, 2 и 3) |
| 'Предварительная проверка' PD с помощью технологии обследования PD портативными приборами | Диагностическое тестирование PD и определение места PD по карте кабелей | Временный контроль PD с помощью портативных контрольных устройств PD | Постоянный контроль PD с помощью постоянных контрольных устройств PD |
| Тесты 'беглого взгляда', требующие только 10-30 секунд на установку | Тестирование PD – 5-10 минут, размещение PD – от 10 минут до 1 часа | Периоды от 1 дня до 2 недель | 3 месяца + |
|  |  |  |  |
| Прибор PDSurveyor™ с датчиками TEV, HFCT и акустическим | 4-канальный диагностический тестер места PD - HVPD Longshot™ | Портативные приборы HVPD Multi™ и HVPD Mini™ | Постоянный монитор HVPD Multi™ (от 16 до 96 каналов) |

12 Month Iterative Process

Our Knowledge is Your Power

Рисунок , был представлен в последние 10 лет на нескольких международных конференциях по мониторингу MV и HV энергоустановок и был благоприятно принят. Этот подход к управлению обеспечивает *систематическую и эффективную по стоимости методологию*, которая может идентифицировать, определить место и контролировать активность PD в сети потребителя.



Рисунок 15: 4-фазный HVPD подход по управлению средствами к тестированию и мониторингу PD на действующих установках MV-сетей

Основным преимуществом этого 4-фазного решения является обеспечение основы для *более эффективного по стоимости* подхода к тестированию и мониторингу PD как *альтернативы широкомасштабной установке постоянных систем мониторинга PD*. Этот подход основан на опыте Директоров и главных инженеров компании по тестированию PD в действующих установках, который был получен в течение последних 11 лет и основан на том факте, что только от 5 до 20 % MV-средств в сети имеют *значительные уровни активности PD*. Основа любого подхода здесь – это гарантировать, что все ресурсы тестирования и мониторинга направлены на это небольшой процент сети.

Несмотря на то, что предварительная проверка всех средств на наличие PD, проводимая в фазе 1, быстрая и дешевая, собственники MV-установок могут идентифицировать эти средства по наличию некоторых оснований, касающихся того, что и к каким средствам предпринять на следующей стадии управления средствами, фазе 2; полное диагностическое тестирование PD и дальнейшее определение места PD (фаза 3) и затем мониторинг PD (фаза 4), за чем следует в итоге действие по устранению причины и ремонту (если уровни PD увеличиваются далеко за пределы допустимой активности PD).

**За дальнейшей информацией по применению обращайтесь к
компании HVPD Ltd:**

High Voltage Partial Discharge Ltd
Empress Business Centre
380 Chester Road
Manchester, M16 9EA, UK
Tel: +44 161 877 6142
Fax: + 44 161 877 6139
E-mail: info@hvpd.co.uk
Web: www.hvpd.co.uk