	Методика	Стр. 18
	Измерения частичных разрядов переносным устройством Pry-Cam Portable	00 6 марта 2014 г.
	R. Candela, A. Di Stefano, M. Valentini	

Измерения частичных разрядов переносным устройством Pry-Cam™ Portable

ИСТОРИЯ ИЗМЕНЕНИЙ

ИЗМ.	ДАТА	ПРИМЕЧАНИЯ
0	6 марта 2014 г.	Первое изменение

Содержание

1. Введение	3
2. Переносное устройство Pry-Cam™ Portable производства Prysmian	3
2.1 Представление технологии Pry-Cam™	3
2.2 Описание переносного устройства Pry-Cam™ Portable	3
2.3 Технические характеристики аппаратных средств	4
3. Измерительные цепи Pry-Cam	5
4. Объем измерений и основные требования	5
5. Методика измерений	6
5.1 Методика калибровки	7
5.2 Внешние выводы	8
5.3 Выводы КРУЭ	10
5.4 Кабельные муфты	12
5.5 Кабели	14
5.6 Силовые трансформаторы	15
6. Организация работ на рабочей площадке	17
7. Ведомость технического контроля	18

1. Введение

В этом документе приводится описание методики проведения измерений частичных разрядов (ЧР) на высоковольтных (ВН) и средневольтных (СН) электродеталях при помощи переносного устройства Pry-Cam Portable.

2. Переносное устройство Pry-Cam™ Portable производства Prysmian

2.1 Представление технологии Pry-Cam™

Pry-Cam™ – это революционная технология в диагностике частичных разрядов. Устройства Pry-Cam выявляют, воспринимают, обрабатывают и классифицируют частичные разряды без контакта с испытуемым оборудованием, делая возможным проводить измерения в оперативном режиме с высокой точностью и безопасностью для операторов.

2.2 Описание переносного устройства Pry-Cam™ Portable

Переносное устройство Pry-Cam™ Portable – это компактная, высокоэффективная система повышенной прочности для обнаружения частичных разрядов, специально разработанная для проведения измерений в оперативном режиме на рабочей площадке. Это высоко интегрированное устройство, имеющее в составе особый беспроводной электромагнитный датчик разработки Prysmian для обнаружения сигналов частичных разрядов и фазовой синхронизации, блок сбора цифровых данных и интерфейс Wi-Fi. Оно питается от литиевой аккумуляторной батареи, что позволяет применять Pry-Cam без проводного соединения. Оно просто наводится на электродеталь или располагается рядом с ней (при помощи штанги с крюком, если требуется), и при этом устройство незамедлительно готово к передаче данных о частичных разрядах на ПК через соединение Wi-Fi. Программное обеспечение PDiscover, установленное на ПК, используется для управления прибором, отображения, хранения и обработки данных о частичных разрядах в режиме реального времени.



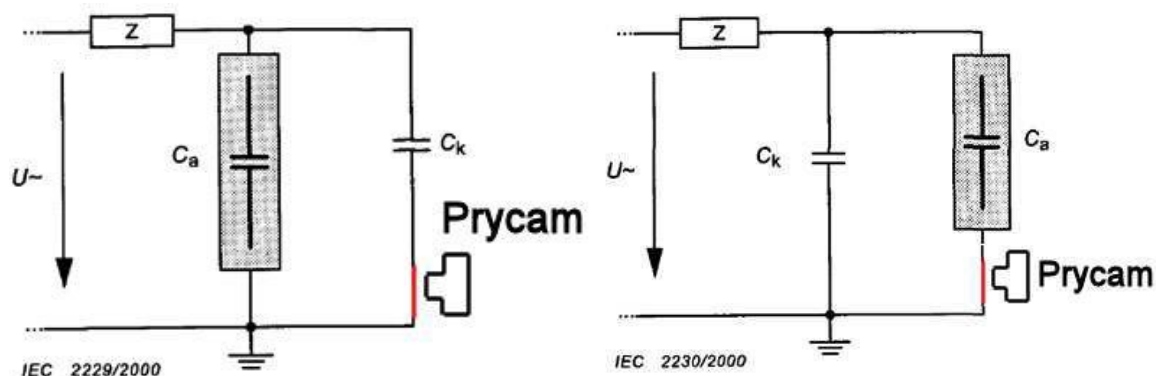
Переносное устройство PryCam Portable по форме и размерам похоже на зеркальную фотокамеру.

2.3 Технические характеристики аппаратных средств

Датчик	
Тип:	Электромагнитный, на базе запатентованной антенны с ультрашироким диапазоном, выдающий сигнал синхронизации переменного тока
Ширина спектра:	0,5–100 МГц
Чувствительность к частичным разрядам:	До 1 пКл
Чувствительность синхронизации:	Приблизительно до 150 В переменного тока (при 10 см)
Частота синхронизации:	От 10 Гц до 1 кГц
Рабочий диапазон:	От 1 см до 200 см (в зависимости от уровня активности частичных разрядов)
Блок сбора данных	
Частота выборки:	200 выборок в секунду
Ширина спектра:	100 МГц
Усиление:	От 0 дБ до 40 дБ
Триггер:	Цифровой, полностью настраиваемый
Разрешение синхронизации:	16 бит (5 мкс)
Разрешение временных меток:	5 нс
Обработка:	Фильтрация в режиме реального времени, исключительно высокоскоростной метод, выявление тайм-аутов и восстановление.
Частота повторения импульсов	
Форма полного импульса:	Ethernet > 10 000 импульсов в сек., Wi-Fi: > 3000–6000 импульсов в сек.
Только временная диаграмма:	Ethernet > 50 000 импульсов в сек., Wi-Fi: > 10 000 импульсов в сек.
Интерфейсы:	Беспроводной 802.11b/g (Wi-Fi), Оптоволоконный Ethernet (100-Base FX, опция)
Дистанционная синхронизация:	Беспроводной RF-интерфейс при 868 МГц
Рабочий режим:	Локальный, дистанционный и мониторинг
Питание:	12 В / 200 мА
Резервная батарея:	Литий-полимерная 7,4 В, 2200 мАч
Автономная работа в режиме аккумуляторной батареи:	Около 5 ч
Вес:	Около 400 г (в зависимости от опций)
Рабочая температура:	От -25 °С до +70 °С
Габаритные размеры:	160 мм x 120 мм x 130 мм (ДхШхВ)
Корпус:	Пластик ABS повышенной прочности, класс защиты IP67

3. Измерительные цепи Pry-Cam

Благодаря электромагнитной чувствительности Pry-Cam может применяться в тех же конфигурациях, которые описаны в стандарте IEC 60270, но допуская работу с полной гальванической развязкой. Обычно приняты две нижеследующие конфигурации, гарантирующие одинаково высокий уровень чувствительности и безопасности для операторов.



Обычные измерительные цепи частичных разрядов с подключением Pry-Cam Portable параллельно и последовательно к испытываемому оборудованию (C_a).

Первая из них аналогична классическому методу, использующему емкостный датчик и чувствительное сопротивление. При применении PryCam эта конфигурация достигается расположением прибора рядом с высоковольтной стороной испытываемой детали (расстояние между датчиком и высоковольтным проводником проявляет себя как конденсатор). Вторая конфигурация аналогична применению терминала высокочастотной (ВЧ) связи, соединенному последовательно с испытываемой деталью. В этом случае PryCam располагается рядом с заземляющим проводником детали (также как терминал ВЧ связи) и использует емкостное соединение с ним (в отличие от магнитного соединения терминала ВЧ связи) для восприятия частичных разрядов.

4. Объем измерений и основные требования

PryCam Portable может применяться для проведения измерений частичных разрядов на большинстве высоковольтных деталей, используя одни и те же настройки и порядок действий. В частности, порядок действий, описанный в настоящем документе, обращается к двум основным ситуациям: измерения в оперативном режиме и измерения в режиме пусконаладки. Первые из них проводятся во время периода нормальной эксплуатации объекта с регулярной частотой или точечно, их цель – оценить или проследить состояние объекта. Измерения в оперативном режиме проводятся на объекте под напряжением во время обычных рабочих операций (отключение объекта не требуется). Напротив, измерения в режиме пусконаладки являются измерениями при отключении объекта от сети, с применением резонансного генератора-трансформатора для подачи напряжения испытания на испытываемую цепь. В этом случае применяются специальные стандарты и технические нормативы (например, IEC 62067, IEC 60840 и т. п.), которые необходимо соблюдать в ходе операций пусконаладки в отношении уровня подаваемого напряжения, продолжительности и времени проведения измерений частичных разрядов.

При этом основные требования, которые необходимо учитывать при проведении измерений частичных разрядов с помощью PryCam, одни и те же в обоих случаях, и они намного проще, чем средние требования, которые следует выполнять при применении традиционных приборов. Эти требования обобщены в следующих пунктах:

- Объекты, на которых должны проводиться измерения частичных разрядов, должны быть четко определены либо формальной ссылкой (наименование, код, заводской номер и т. п.), либо на рабочей площадке (известные местонахождение и координаты);
- Объекты, на которых должны проводиться измерения частичных разрядов, должны быть доступны так, чтобы прибор мог быть расположен в правильном измерительном положении.
- Зона, окружающая объект, на котором должны проводиться измерения частичных разрядов, должна быть максимально свободна от посторонних металлических предметов (не заземленных) и сильных источников электромагнитного излучения;
- Объекты, на которых должны проводиться измерения частичных разрядов, должны быть запитаны в ходе всех измерений определенным рабочим или испытательным напряжением.
- Рабочая площадка должна быть осмотрена и организована так, как описано в параграфе "Организация рабочей площадки и предварительные проверки", а последовательность измерений должна быть запланирована, чтобы обеспечить безопасную расстановку и перемещения операторов во время измерений.

5. Методика измерений

Измерения частичных разрядов при помощи устройства PryCam Portable проводятся, как об этом рассказано в параграфе 3, установкой прибора близко к испытуемой детали, а затем управлением процессом обнаружения частичных разрядов с ближайшего компьютера, подключенного к PryCam через соединение Wi-Fi. Устройство PryCam питается от аккумуляторной батареи и полностью изолировано и автономно (не имеет соединений), и таким образом может располагаться в точках измерений в присутствии напряжения на электродеталях и при этом сохранять полную изоляцию и превосходную степень безопасности для операторов. В большинстве случаев PryCam прикрепляется на конец изолирующей штанги с крюком, располагается и удерживается на месте одним оператором, в то время как другой оператор управляет им с ноутбука или планшета с помощью ПО управления и сбора данных.

Следующие параграфы описывают стандартные операции, места расположения прибора для каждой категории деталей, а также подключение устройства калибровки прибора, когда требуется его калибровка согласно соответствующей методике. Стандартное расположение PryCam важно для получения воспроизводимых и сравнимых замеров. Слово "обращен" означает, что датчик направлен к определенному объекту и находится в контакте или непосредственной близости с объектом (не более 1 см).

5.1 Методика калибровки

Калибровка проводится до действительных измерений частичных разрядов, в основном в ходе пусконаладки; ее целью является измерение коэффициента шкалы между кажущимся зарядом (пКл) по стандарту IEC 60270 и обнаруженным сигналом (в мВ). В целом метод калибровки PrysCam очень близок предписаниям стандарта IEC 60270 благодаря сходству, описанному в параграфе 3, но только с одним дополнительным требованием, вызванным переносным характером прибора (которое также действует и по умолчанию подразумевается для традиционных датчиков): **во время всего процесса калибровки PrysCam должен занимать фиксированное положение и ориентацию.**

Согласно стандарту IEC 60270 калибровка проводится подачей известного заряда посредством калибратора заряда на испытываемую деталь и измерением уровня сигнала (обычно в мВ), обнаруженного датчиками частичных разрядов. Соотношение между двумя замерами используется как коэффициент шкалы для преобразования мВ в пКл для данной детали. Важно отметить, что этот коэффициент шкалы принимает в расчет то, как заряд распределяется по детали и как он дает толчок к росту сигнала напряжения в датчике, но напрямую не имеет отношения к истинному заряду, связанному с частичными разрядами, которые имеют место в этой же детали. По этой причине в стандарте он называется "кажущимся зарядом". Также коэффициенты шкалы определяются только физическими характеристиками детали (материалы, геометрия и т. п.) и положением калибратора и датчика. Методика калибровки играет очень важную роль в проведении повторяемых и сравнимых замеров, но имеет ограниченную диагностическую ценность в отношении магнитуды явлений с отрицательной обратной связью.

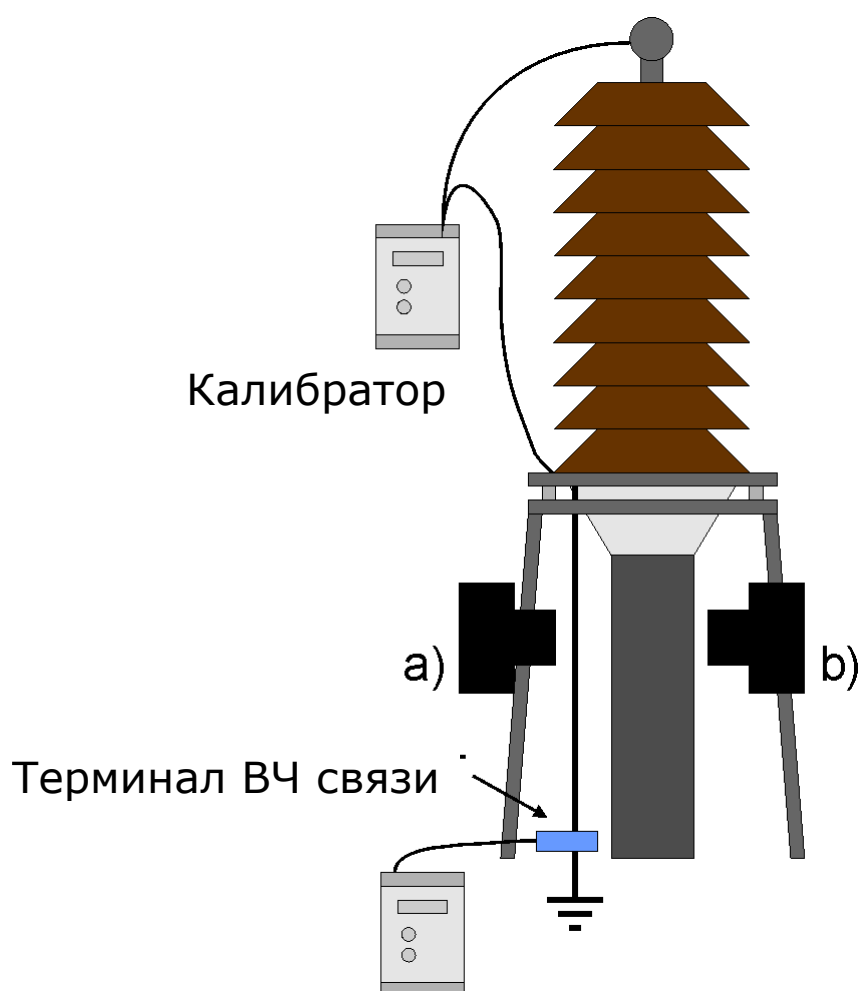
Методика калибровки требует прямого подключения устройства калибровки к испытываемой детали: это возможно только тогда, когда детали разъединены или не запитаны (не под напряжением). По этой причине калибровка обычно производится во время пусконаладки, но не во время точечных измерений в оперативном режиме. Однако во многих случаях, учитывая зависимость коэффициента калибровки от физических характеристик деталей, **один и тот же коэффициент калибровки может быть измерен один раз (например, во время пусконаладки), а затем соответствующим образом использован для последующих измерений на той же детали.** Этот же прием может быть безопасно использован при измерениях на трехфазных системах из-за того, что детали каждой фазы и их соединения физически идентичны (по конструкции и применению): **в этом случае калибровка может быть по выбору произведена только на одной фазе и принята за действительную (тот же коэффициент калибровки) для двух других фаз.**

Следующие параграфы иллюстрируют калиброванные (предпочтительные) подключения устройства калибровки к различным классам деталей.

5.2 Внешние выводы

PryCam следует расположить под базой выводов (приблизительно на расстоянии 1 м от базы), при этом датчик должен быть обращен к выводу кабеля заземления (а) или к оболочке кабеля ВН (б) (для лучшей диагностики необходимо произвести оба измерения). Если база выводов находится на значительной высоте, можно использовать штангу с крюком.

При применении устройства калибровки оно должно быть подключено к выводу ВН и выводу заземления на базе, когда на деталь еще не подано питание, в противном случае устройство калибровки может быть подключено к терминалу ВЧ связи, расположенному рядом с выводом кабеля заземления.



Точки замеров и калибровки внешних выводов.



Пример измерения на внешнем выводе (вывод заземляющего кабеля).

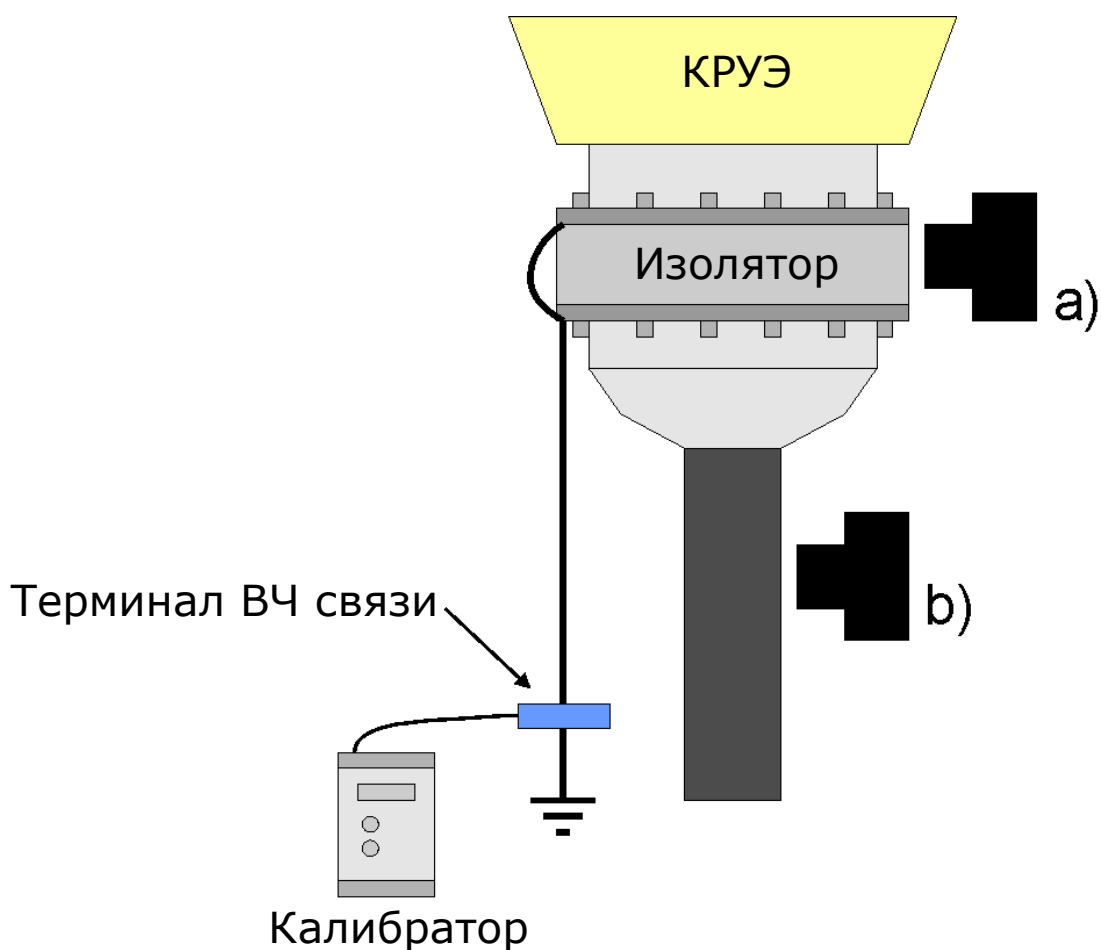


Детальное изображение измерения на внешнем выводе (оболочка кабеля).

5.3 Выводы КРУЭ

PyuCam следует расположить под базой выводов (приблизительно на расстоянии 1 м от базы), при этом датчик должен быть обращен к эпоксидному изолирующему кольцу (а) или к оболочке кабеля (б) (для лучшей диагностики необходимо произвести оба измерения). Если база выводов находится на значительной высоте, можно использовать штангу с крюком.

При применении устройства калибровки оно должно быть подключено к терминалу ВЧ связи, расположенному рядом с кабелем заземления.



Точки замеров и калибровки выводов КРУЭ.

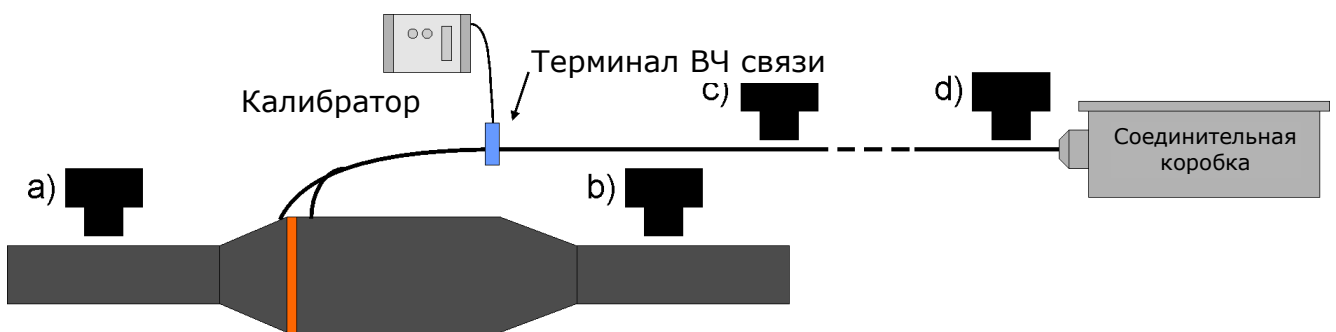


Пример измерения на выводе КРУЭ (изолирующее кольцо).

5.4 Кабельные муфты

В случае кабельных муфт положение PryCam может быть различным в зависимости от конкретной ситуации, например муфта закрытая или нет. Как правило, учитываются четыре точки измерения: а) когда датчик обращен к оболочке кабеля перед муфтой (в пределах приблизительно 1 м от конца муфты), б) когда датчик обращен к оболочке кабеля после муфты (в пределах приблизительно 1 м от другого конца муфты), в) когда датчик обращен к муфте кабеля заземления экрана (в пределах приблизительно 1 м от муфты), г) когда датчик обращен к муфте кабеля заземления экрана у ближайшей соединительной коробки (либо прямое заземление, либо поперечное соединение). Последнее является методом предпочтительным для замеров на закрытых или недоступных муфтах. Если возможно применение положений а) и б), то для лучшей диагностики оба они должны применяться при наличии муфт с разъединенными экранами. В случае когда возможно только одно измерение рядом с соединительными коробками (положение г), для проведения правильной диагностики необходимо выполнить то же измерение на всех вводных заземляющих кабелях трех фаз.

При применении устройства калибровки оно должно быть подключено к терминалу ВЧ связи, расположенному рядом с кабелем заземления.



Точки замеров и калибровки кабельной муфты.



Пример измерения на кабельной муфте (конец муфты).



Пример измерения на кабельной муфте (заземление экрана).

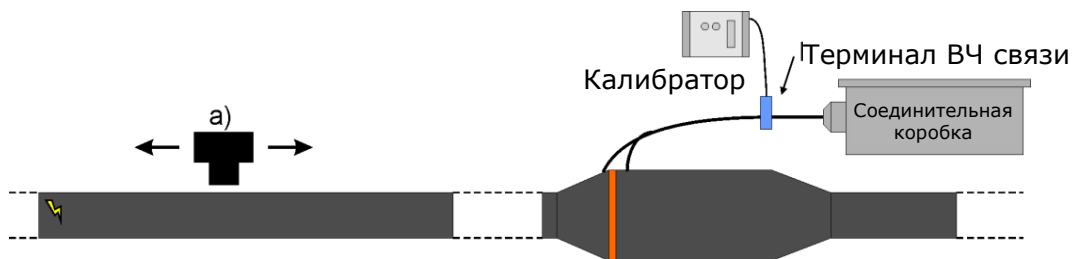


Пример измерения на кабельной муфте (заземление экрана рядом с соединительной коробкой).

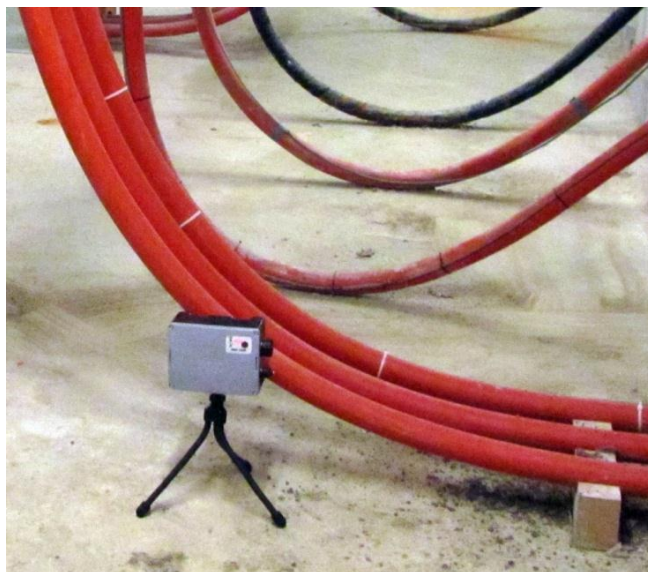
5.5 Кабели

Прямые измерения на кабелях проводятся нечасто, поскольку сам кабель меньше подвержен пробое изоляции или самопроизвольному разрушению в сравнении с другими деталями. Однако в некоторых случаях (например, применение специальных кабельных технологий, наличие механических повреждений и т. п.) бывает необходимо провести измерение частичного разряда на кабеле. Огромным преимуществом PryCam в этом случае является его способность точно определить место дефекта. Замер проводится просто размещением PryCam перед оболочкой кабеля или на ней. Замеры могут быть проведены повторно в нескольких точках (или двигая прибор) по всей длине кабеля в соответствии с конкретными потребностями. Точное место дефекта выявляется в ходе поиска того места, где обнаруживает себя самый сильный сигнал частичного разряда с самой большой частотой.

При необходимости калибровка может проводиться подключением устройства калибровки к терминалу ВЧ связи, расположенному рядом с ближайшим кабелем заземления экрана (например, ближайшая муфта или соединительная коробка).



Точки замеров и калибровки вдоль кабеля.

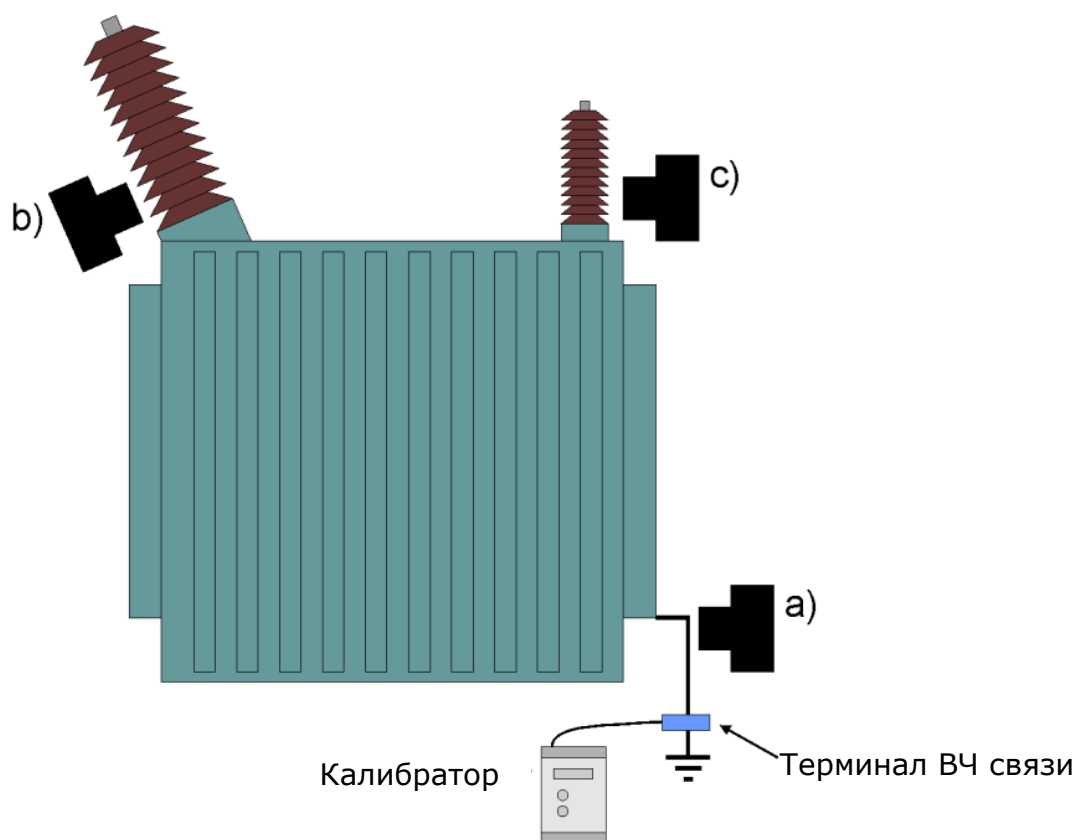


Пример измерения на кабеле.

5.6 Силовые трансформаторы

В случае силовых трансформаторов основное измерение проводится расположением Pycam перед кабелем заземления трансформатора (а). При этом для более точной диагностики необходимо также провести замеры на базе каждого первичных (б) и вторичных выводов (г).

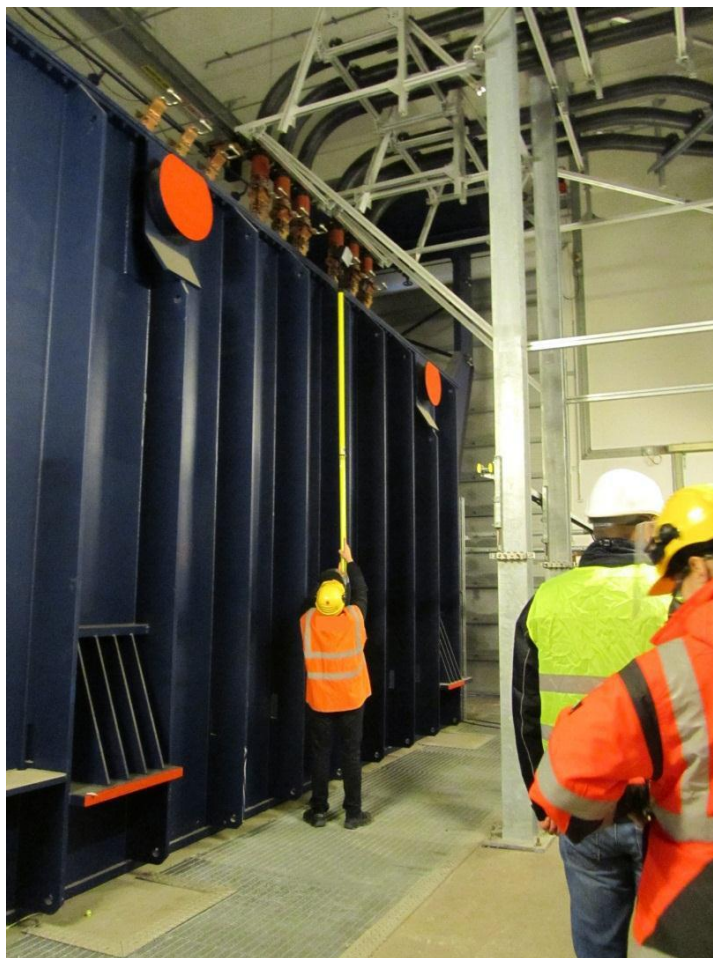
При применении устройства калибровки оно должно быть подключено к терминалу ВЧ связи, расположенному рядом с кабелем заземления трансформатора.



Точки замеров и калибровки силового трансформатора.



Пример измерения на силовом трансформаторе (заземление трансформатора).



Пример измерения на силовом трансформаторе (вторичные выводы).

6. Организация работ на рабочей площадке

До начала измерений необходимо произвести осмотр площадки, для того чтобы:

- определить и проверить местоположение каждой детали, требующей измерения;
- убедиться, что все детали доступны для PryCam;
- оценить наличие достаточного пространства для операторов на каждом месте измерения (обычно участвуют два оператора), расстояния и наиболее безопасные подходы ко всем деталям;
- определить все необходимое вспомогательное оборудование, которое требуется принести или установить во время измерений (штанга с крюком, блок дистанционной синхронизации, компьютер с принадлежностями и т. п.);
- проверить предварительные пункты ведомости технического контроля.

Максимально рекомендуемое расстояние между оператором, управляющим процессом обнаружения частичных разрядов с помощью компьютера, и устройством PryCam не должно превышать 20 м при наличии прямой видимости (т. е. между оператором и PryCam не должно быть предметов, препятствующих обзору). Также необходимо предусмотреть максимальное расстояние в 50 м между PryCam и блоком дистанционной синхронизации (если он применяется).

Блок дистанционной синхронизации применяется для передачи допустимого опорного фазового сигнала на PryCam, когда нет возможности надежным образом обнаружить фазу сигнала переменного тока в месте измерения. Блок дистанционной синхронизации располагается там, где электрическое поле переменного тока выше, и таким образом может быть обнаружен устойчивый сигнал, или рядом с кабелем, по которому протекает ток синфазный с током испытываемой детали (зафиксированный внешним токовым щупом). В целом оба метода могут применяться во время измерений в оперативном режиме, в то время как первый рекомендуется применять во время пусконаладочных измерений, поскольку резонансные трансформаторы не подают тока достаточной силы и могут работать в диапазоне частот, весьма отличном от стандартного диапазона 50–60 Гц. Минимально рекомендуемое значение тока – 0,1 А. Подходящее электрическое поле в случае измерений на резонансном трансформаторе можно найти рядом с концами выводов или под металлическими трубками, которые используются для защитного экранирования высоковольтных выводов. Кроме того, блок синхронизации является автономным и изолированным устройством и поэтому при необходимости может быть расположен рядом с деталями под напряжением.

7. Ведомость технического контроля

Следующая ведомость технического контроля должна быть заполнена операторами, перед тем как приступить к измерениям частичных разрядов с помощью PryCam:

- 1) До выхода на площадку проверьте следующее:
 - a. уровень зарядки аккумуляторных батарей всех приборов и ПК максимальный;
 - b. PryCam загружен соответствующим рабочим заказом и находится в готовности к обнаружению частичных разрядов;
 - c. все приборы и принадлежности упакованы и готовы к переносу;
- 2) На площадке включите приборы и войдите в радиокontakt для оценки уровня окружающих шумов;
- 3) Определите качество радио (Wi-Fi) канала: поставьте PryCam на расстояние 20 м от ПК и включите его в режим обнаружения импульсов триггером, установленным на ноль. Убедитесь, что прибор обнаруживает по меньшей мере 2000 импульсов в сек.;
- 4) В каждой точке измерения перед началом обнаружения импульсов убедитесь, что сигнал синхронизации стабилен. Если это не так, используйте блок дистанционной синхронизации;
- 5) При использовании блока дистанционной синхронизации убедитесь, что расстояние от PryCam менее 50 м (прямая видимость), а принимаемый сигнал стабилен. При применении токового щупа измерьте ток и убедитесь, что он больше 0,1 А;
- 6) Перед уходом с площадки повторно проверьте замеры и убедитесь, что они были проведены на всех деталях, включенных в соответствующий перечень.