



## Что такое частичные разряды?

Частичный разряд (ЧР) представляет собой локальный диэлектрический пробой небольшого участка системы изоляции, под действием высокого напряжения.

Определение частичного разряда в стандарте IEC 60270-2000 звучит так: «локализованный электрический разряд, который лишь частично шунтирует изоляцию между проводниками и который может возникать либо не возникать в непосредственной близости от проводника»;

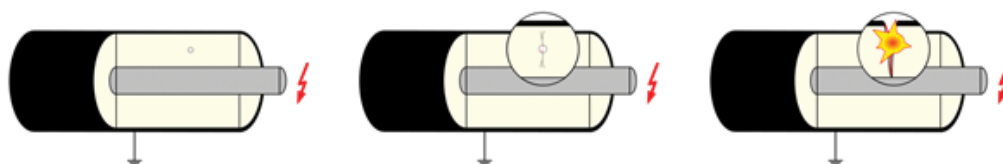


Рис. 1

Развитие повреждения изоляции кабеля от появления пустоты до пробоя

и он может вызвать необратимое повреждение жидкой и твердой систем изоляции.

Частичные разряды возникают вследствие:

- повышенной напряженности электрического поля (неудачная конструкция или превышение допустимых напряжений);
- локального перегрева (ведущего к появлению пузырей и пустот);
- дефектов или недостатков изоляционных материалов;
- расслоения литевой смолы;
- механического истирания;
- механического напряжения (вибрации);
- водного разрушения.

Анализ ЧР позволяет выявлять критические дефекты и оценивать состояние систем изоляции. Во многих случаях явления ЧР предшествуют стадии полного пробоя изоляции, поэтому силовые трансформаторы, генераторы, измерительные трансформаторы, кабельные сети и распределительные устройства проверяются на наличие ЧР в течение многих лет.

В общем, явления частичного разряда можно разделить на две категории: *внутренний ЧР* и *внешний ЧР*.



Рис. 2

Разряд в пустоте и триинг являются наиболее опасными видами ЧР для системы изоляции оборудования. В следующем примере упрощенной системы твердой изоляции показано, как локализованные электрические разряды возникают в пустоте (конденсатор  $C_F$ ) после подачи напряжения на клемму А. «Здоровые» слои диэлектрика показаны как параллельная емкость  $C_p$  и последовательная емкость  $C_s$ .

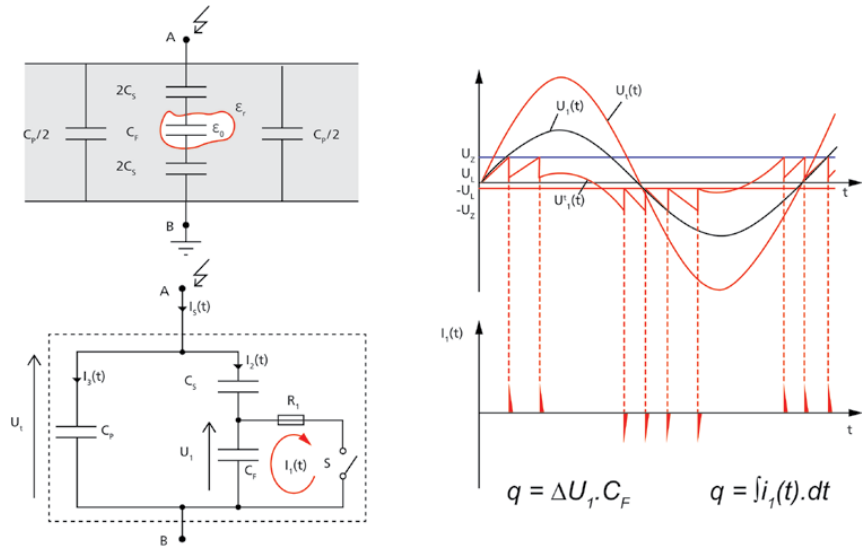


Рис. 3

Пример источника ЧР (вверху слева), его эквивалентной схемы (внизу слева) и процессов заряда и разряда в результате ЧР и подачи переменного напряжения (справа)

Диэлектрическая структура конденсатора включает газовую пустоту (рисунок вверху слева); эквивалентная схема этого диэлектрика показана на рисунке внизу слева. Конденсаторы  $C_s$  и  $C_F$  образуют емкостный делитель. Таким образом, падение напряжения  $U_1$  на конденсаторе  $C_F$  меньше подаваемого напряжения  $U_t$  (рисунок справа).

Если напряженность электрического поля в пустоте изоляционного слоя становится выше, чем пробивное напряжение газа внутри, то в этой пустоте произойдет разряд (небольшая дуга). Этот момент отражается в эквивалентной схеме, когда переключатель  $S$  замыкает цепь, а напряжение  $U_1$  на емкости пузырька ( $C_F$ ) падает.

Дуга разряжает емкость поврежденного конденсатора  $C_F$  и приводит к появлению тока  $I_1(t)$ . Кроме того, определенное количество заряда от параллельной емкости  $C_p$  (и, возможно, от других емкостей, таких как  $C_{кв}$ , подключенных к клемме А) разряжается через  $C_s$  и дугу (переключатель  $S$  показан на рисунке внизу слева).

После разряда диэлектрические свойства газа внутри пустоты возвращаются к исходному значению, и емкость поврежденного конденсатора  $C_F$  начинает перезаряжаться из-за градиента приложенного напряжения  $U_t$ .

Процесс ЧР, показанный в этом примере (пустота в твердой изоляции), развивается вокруг фазового положения нулевых переходов  $U_t$  из-за сопоставимого градиента высокого напряжения. Фазовая корреляция разрядов отображается на так называемой диаграмме разрешенных по фазе частичных разрядов (PRPD).

В зависимости от типа повреждения, системы изоляции и конструкции оборудования, соответственно, разряды различаются относительно положения фазы испытательного (или сетевого) напряжения и указывают вам на тип источника ЧР. В соответствии со стандартом IEC 60270 ЧР обозначается как заряд  $Q$  [Кл] и измеряется как значение кажущегося заряда на клеммах испытуемых устройств (см. выше рис. 3 А или В).