

Регистрация Частичных Разрядов

Бабушкин Антон, инженер-конструктор ООО «ДАТОС ЛТД»
Email: Anton.Babushkin@datos.kiev.ua

Диагностика силового высоковольтного оборудования методом регистрации частичных разрядов позволяет проводить непрерывный мониторинг технического состояния изоляции под рабочим напряжением, с достаточно высокой точностью определить место и степень развития дефекта.

Ток частичного разряда и его регистрация

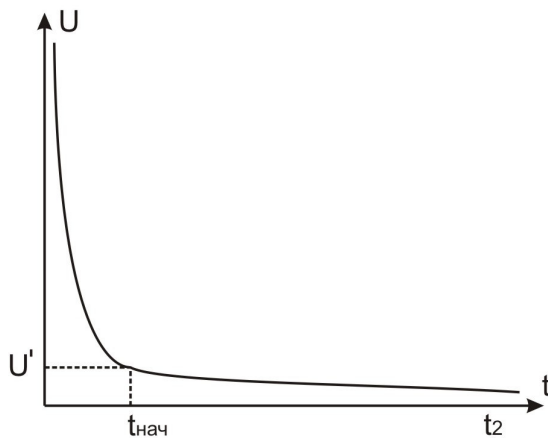


Рис.1 Импульс напряжения при частичном разряде

Зависимость напряжения в начальной стадии искры (Рис. 1) можно представить зависимостью $u=U \cdot e^{-\alpha t}$. Причем в большом диапазоне значений емкости и напряжения среднее значение величины $\alpha = 1,75 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1}$. За время начальной стадии искры напряжение на газовом включении упадет до величины $U' = k_1 \cdot U_{в.н}$, где $U_{в.н}$ – начальное напряжение на включении. Запишем формулу тока частичного разряда:

$$i_p = C_B \frac{dU_B}{dt} = \alpha k_1 U_{в.н} C_B e^{-\alpha t} = I_p e^{-\alpha t}.$$

Так как импульс тока частичного разряда имеет очень малую длительность, его амплитуда значительна даже при небольшой емкости газового включения. Например для включения с емкостью $C_B = 10 \text{ пкФ}$, начальном напряжении $U_{в.н} = 3 \text{ кВ}$, величина $\alpha = 1,75 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1}$, $k = 0,4$ и при длительности импульса порядка 10^{-8} с , амплитуда тока разряда $I_p = 2,1 \text{ А}$.

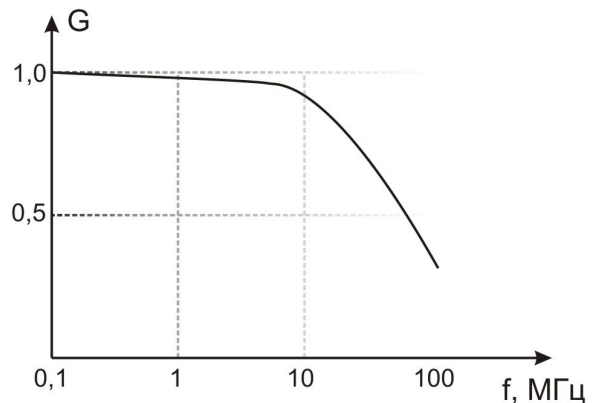


Рис.2 Частотный спектр тока частичного разряда

Представим импульс тока частичного разряда в виде суммы гармонических колебаний.

Спектральная плотность $G = \frac{I_p}{\sqrt{\alpha^2 + \omega^2}}$. Как видно из Рис. 2 спектр импульса тока частичного разряда достаточно широк. Спектр реального ЧР значительно шире и достигает 1 ГГц. Следовательно, газовое включение, в котором происходит разряд, будет излучать электромагнитное поле, ЭДС которого индуцируется на соседние элементы устройства.

Рассмотрим для примера высоковольтный кабель Рис. 3. Электромагнитное поле индуцирует ток, вызванный разрядом во включении, как в центральном проводнике (высокое напряжение), так и в проводнике кабельной брони (низкое напряжение). Регистрация тока от импульса частичного разряда в центральном проводнике затруднена из-за высокого потенциала, под которым он находится (хотя возможна при помощи конденсатора связи). Более простым может быть регистрация тока от импульса частичного разряда в месте заземления брони кабеля (хотя и более подвержена помехам, связанным с наводками от внешних источников электромагнитного поля которые также индуцируют ток в кабельной броне).

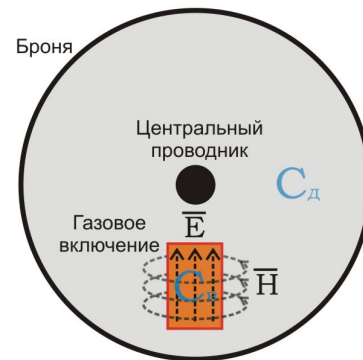


Рис.3 Частичный разряд в толще кабельной изоляции

Ток, вызванный импульсом ЧР, регистрируется при помощи высокочастотных датчиков тока (Radio Frequency Current Transformer), представляющих собой тороидальный сердечник,



Рис.4 Регистрация Частичных Разрядов в кабельной линии

выполненный из высокочастотного феррита (1 – 10 МГц). Сердечник имеет обмотку, с которой снимается ЭДС, пропорциональная току в проводнике

брони кабеля. Этот ток в свою очередь пропорционален току от импульса ЧР. Место установки такого датчика показано на Рис. 4.

Литература:

1. П.М. Сви Контроль высоковольтной изоляции методом частичных разрядов.- М.: Государственное энергетическое издательство, 1962г.