

УДК 621.3.048

С.А.Левин (6 курс, каф. ИЭиТВН), Г.С.Кучинский, д.т.н., проф.

РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ СХЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В ИЗОЛЯЦИИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Под воздействием высокого напряжения в изоляции оборудования (в частности силовых трансформаторов) возникают частичные разряды (ч.р.). При больших значениях кажущегося заряда $q_{ч.р.}$ (порядка $10^{-8} \dots 10^{-7}$ Кл) ч.р. резко сокращают ресурс оборудования. Поэтому необходимо контролировать характеристики ч.р. в изоляции и в случае, если они превышают допустимые, провести соответствующий ремонт оборудования.

Характеристики ч.р. измеряются при заводских приемо-сдаточных и профилактических испытаниях. При регистрации характеристик ч.р. возможны два типа схем: схемы с регистрацией ч.р. по ГОСТ и высокочастотные схемы измерения ч.р.

При измерениях по ГОСТ 20074-83 и документу МЭК №60270 в схеме регистрации в качестве измерительного элемента, подключаемого через соединительную емкость C_0 , применяется активное сопротивление $R_{и}$, величина которого составляет порядка 100..1000 Ом. В этом случае измеряется падение напряжения ΔU_x на измерительном сопротивлении $R_{и}$. Измерительное устройство имеет диапазон частот от 10^4 до $2 \cdot 10^6$ Гц.

При измерении характеристик ч.р. по току (высокочастотные схемы регистрации), измеряется ток во внешнем контуре подключения соединительной емкости с помощью малого измерительного сопротивления измерительного трансформатора тока, первичная обмотка которого обычно является одним из проводников внешнего контура. Вторичная обмотка замыкается на малое активное сопротивление $R_{и}$, на котором измеряется напряжение, пропорциональное току во вторичной обмотке. Так как сопротивление первичной обмотки достаточно мало, то частоты измерительного контура составляют более 10^6 Гц и измерительная установка обычно имеет диапазон частот $5 \cdot 10^6 \dots 10^8$ Гц.

Для проведения исследования была разработана эквивалентная схема обмотки трансформатора и измерительного устройства (рис. 1).

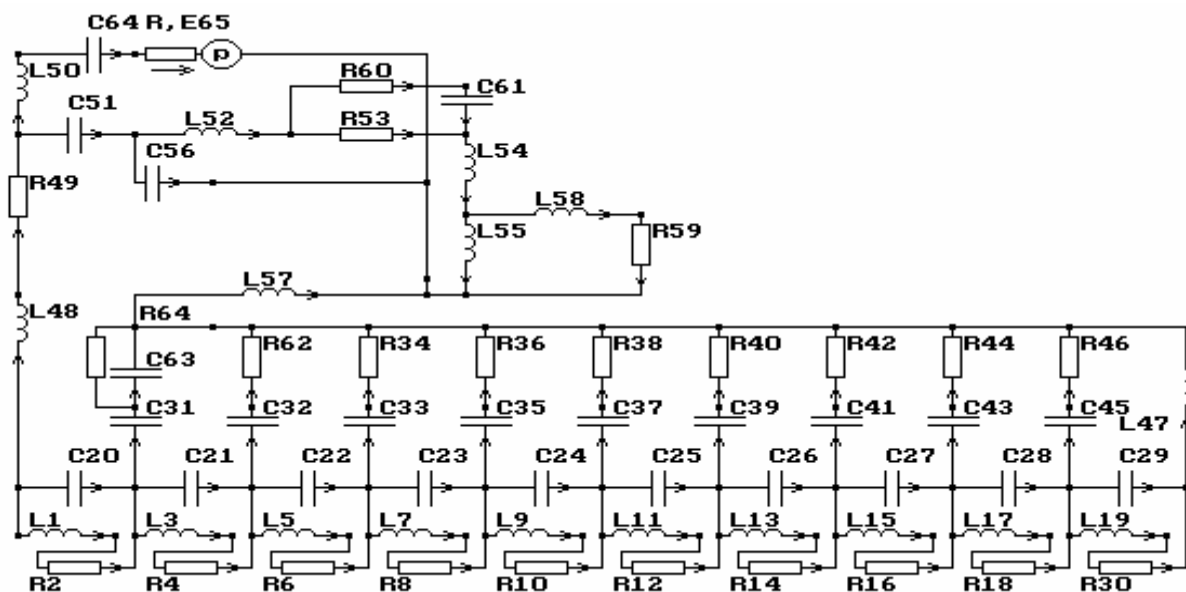


Рис. 1. Эквивалентная схема трансформатора и измерительного устройства при измерении ч.р. по ГОСТ

Частичный разряд располагался в первой ячейке и имитировался емкостями С31 и С63. Измерительная схема подключалась через соединительные емкости проходного изолятора. Наиболее распространены схемы с выводом от предпоследней обкладки или от последней обкладки. Соответственно $C56=10000$ пФ или $C56=100$ пФ. В качестве измерительного сопротивления использовалось R53, к которому был подключен фильтр, состоящий из R60 и С61, обеспечивающий для измерительного устройства $f_{\max}=2 \cdot 10^6$ Гц. Градуировочный генератор Р подключали через градуировочную емкость С64. При градуировке сопротивление R64, имитирующее канал ч.р., отключалось.

В предлагаемой работе проводились исследования измерений ч.р. по ГОСТ 20074-83. При этом исследовалось влияние следующих параметров на результаты измерений кажущегося заряда ч.р.:

- значения измерительного сопротивления R53;
- длительности ч.р.;
- диапазона частот измерительного устройства;
- индуктивности отвода L48;
- индуктивности контура подключения градуировочного генератора L50;
- длительности фронта импульса градуировочного генератора;
- емкости С56, подключенной параллельно входу измерительного устройства;
- места расположения ч.р. по длине обмотки.

В процессе исследования были получены следующие результаты:

1. При измерении $q_{ч.р.}$ по ГОСТ 20074-83 изменение индуктивности внешнего контура подключения градуировочного генератора L50 от 0,1 до 4 мкГн слабо влияет на результаты измерения $q_{ч.р.}$ (изменение не более, чем в 1,5 раза).

2. Изменение индуктивности отвода L48 от 1 до 4 мкГн приводит к изменению $q_{ч.р.}$ не более чем в 2 раза, причем увеличение индуктивности отвода приводит к уменьшению значения $q_{ч.р.}$.

3. Увеличение активного измерительного сопротивления от 10 до 10000 Ом приводит к увеличению регистрируемого $q_{ч.р.}$ не более, чем в 3 раза, при этом изменение $q_{ч.р.}$ приблизительно происходит пропорционально $\ln R_{и}$.

4. Расширение диапазона частот измерительного устройства от $2 \cdot 10^6$ Гц до 10^8 Гц приводит к значительному уменьшению регистрируемого $q_{ч.р.}$: приблизительно в 10 раз.

5. Увеличение длительности ч.р. от 10^{-8} с до 10^{-6} с приводит в некоторых случаях к значительному уменьшению регистрируемого $q_{ч.р.}$. Наиболее сильно влияние длительности ч.р. сказывается при использовании измерительного устройства с $f_{\max}=10^8$ Гц. При использовании измерительного устройства с $f_{\max}=2 \cdot 10^6$ длительность ч.р. практически не влияет на результаты измерений $q_{ч.р.}$.

6. Использование градуировочного генератора с длинной фронта $t_{\phi}=1$ нс при $f_{\max}=10^8$ Гц приводит к сильному занижению (в 10...20 раз) измеряемого $q_{ч.р.}$, а при $f_{\max}=2 \cdot 10^6$ Гц – не более, чем в 1,5...3 раза.

На основании этого для правильной регистрации $q_{ч.р.}$ по ГОСТ необходимо:

- использовать измерительное устройство с $f_{\max}=2 \cdot 10^6$ Гц;
- использовать градуировочный генератор с длиной фронта $t_{\phi}=100$ нс;
- использовать измерительное сопротивление $R_{и}=100..1000$ Ом.