

УДК 621.3

## ИСПЫТАНИЯ МАСЛА СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Иванов А.А.

Научный руководитель – Климкович П.И.

Жидкие изоляционные материалы получили очень большое применение в энергетике в виде трансформаторного масла. Электрическая прочность трансформаторного масла обычно поддерживается в пределах 80–100 кВ/см. Значительное снижение пробивного напряжения ( $U_{пр}$ ) масла обычно связано с его загрязнением или увлажнением. При увеличении расстояния между электродами пробивное напряжение возрастает, но уменьшается равномерность электрического поля, уменьшается  $U_{пр/см}$  и может достичь 10–20 кВ/см. Острые края и ребра также уменьшают  $U_{пр}$ . Для повышения  $U_{пр}$  применяют экранирование путем бумажного покрытия кромки электродов или установки электроизоляционных барьеров.

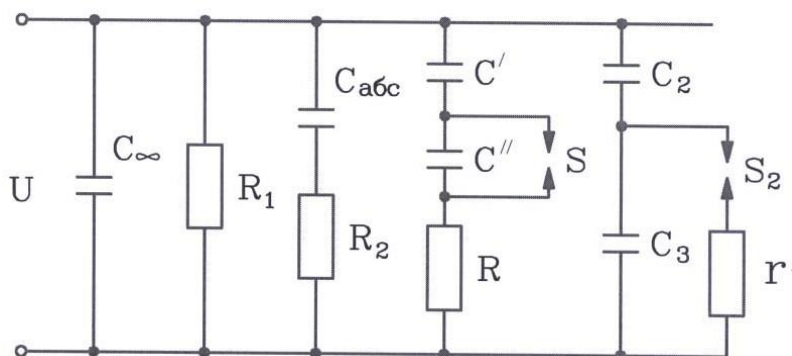


Рисунок 1. Схема замещения диэлектрика:

$C_{\infty}$  – геометрическая емкость (емкость вакуума и емкости мгновенной поляризации);  $R_1$  – сопротивление сквозной проводимости;  $C_{abc}$  и  $R_2$  – цепочка абсорбирующей составляющей и потерь диэлектрика;  $C'$ ,  $C''$ ,  $R$  – цепочка, в которой возможны потери из-за ионизации при наличии искрового промежутка  $S$  (при наличии частичных разрядов)

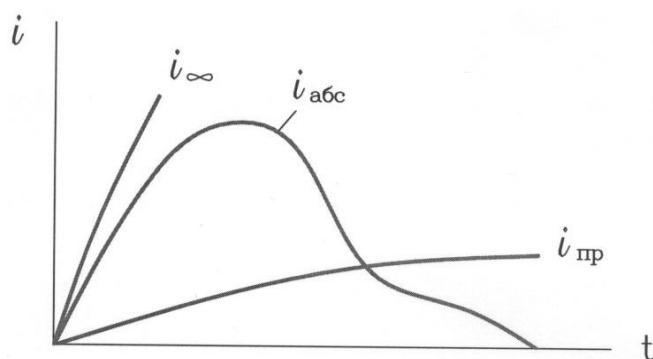


Рисунок 2. Кривые мгновенных значений токов, протекающих через изоляцию:

$i_{\infty}$  – ток, идущий на зарядку геометрической емкости;

$i_{abc}$  – ток абсорбции;  $i_{пр}$  – ток проводимости

В качестве измерительного элемента в большинстве мегаомметров используется вольтметр, измеряющий падение напряжения  $U_0$  на образцовом резисторе от измеряемого тока. Шкала прибора градуируется в единицах сопротивления. Такая схема применяется при выходном сопротивлении в несколько сотен вольт.

Для оценки состояния главной изоляции трансформаторов (реакторов) производится измерение изоляции (параметров главной изоляции): сопротивления изоляции,  $\text{tg}\delta$  и емкости.

В процессе эксплуатации  $K_T$  определяется из опыта холостого хода.  $K_T$  определяется на всех положениях переключающего устройства и для всех фаз. Для трехобмоточных трансформаторов достаточно проверить  $K_T$  для двух пар обмоток.

Измеряя  $K_t$ , можно выявить следующие дефекты:

- Неправильное подсоединение отводов РПН.
- Неправильная установка привода ПБВ.
- Неправильное подсоединение регулировочной обмотки.

$K_t$  определяют методом двух вольтметров класса погрешности не ниже 0,2.

С целью предохранения вольтметра в переходных процессах от повреждений его включают кнопкой «К» при установившемся значении тока.

Для сокращения времени установления тока применяют кратковременное форсирование шунтированием регулировочного сопротивления в цепи постоянного тока. Сопротивление этого резистора должно быть в 5–10 раз больше измеряемого сопротивления.

Основным параметром, характеризующим деформацию обмоток, является сопротивление короткого замыкания  $Z_k$ . По изменению  $Z_k$  можно определить степень деформации обмоток.

Трансформаторы играют очень важную роль в энергетике. Они трансформируют электрическую энергию из одного числа напряжения в другое. Они нашли применение не только в энергетике, но и в радиотехнике. Трансформатор – это универсальное электротехническое оборудование.

Но при работе трансформатор нагревается, и в данной работе были рассмотрены различные системы охлаждения трансформаторов. Бывают так называемые «сухие» трансформаторы, которые охлаждаются с помощью воздуха. Также были рассмотрены трансформаторы с масляным охлаждением, которые охлаждаются с помощью масла, и различные модификации масляной системы охлаждения трансформаторов, например, с принудительной циркуляцией масла или принудительная циркуляция воды и масла с ненаправленным потоком масла. В настоящее время ведутся исследования и разработки в трансформаторов. Разрабатываются новые конфигурации систем, чтобы увеличить пожаробезопасность трансформаторов, увеличить ресурс трансформаторов, увеличить устойчивость к перегревам и улучшить экологические показатели.

В себестоимости силовых трансформаторов повышающих надежность трансформаторов и позволяющих производить пожаробезопасные и экологически безопасные трансформаторы, является наиболее целесообразным и экономически оправданным способом усовершенствования трансформаторов.

### Литература

1. Антонов, М.В. Технология производства электрических машин / М.В. Антонов, Л.С. Герасимова. – М. : Энергоиздат, 1982. – 512 с.
2. Иванов-Смоленский, А.В. Электрические машины / А.В. Иванов-Смоленский. – М. : Энергия, 1980. – 928 с.
3. Кацман, М.М. Электрические машины автоматических устройств / М.М. Кацман. – М. : Инфа-М, 2002. – 264 с.