

Измерение диэлектрических потерь

Диэлектрические потери или пропорциональный им тангенс угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\delta$ – одна из основных характеристик состояния электрической изоляции.

По величине потерь можно судить о надежности изоляции по отношению к тепловому пробую (тепловой устойчивости), общем старении и увлажненности изоляции.

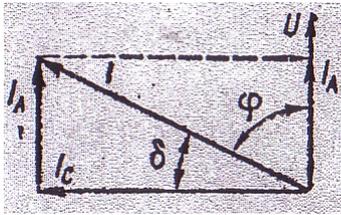


Рис. III.14. Векторная диаграмма токов и напряжений в диэлектрике.

Для токов и мощности потерь в диэлектрике действительны такие соотношения (рис. III.14).

Отношение активной составляющей тока I_A к емкостной I_C

$$\frac{I_A}{I_C} = \operatorname{tg}\delta \quad (\text{III.8})$$

Емкостной ток

$$I_C = \omega C U, \quad (\text{III.9})$$

где ω – угловая частота; C – емкость диэлектрика; U – приложенное к диэлектрику напряжение, В.

Потери в диэлектрике

$$P = U I_A = U I \cos\varphi = U I_C \operatorname{tg}\delta \quad (\text{III.10})$$

или, согласно формуле (III.9),

$$P = \omega C U^2 \operatorname{tg}\delta. \quad (\text{III.11})$$

Таким образом, потери мощности P и тангенс угла диэлектрических потерь пропорциональны друг другу.

Активная составляющая тока не может являться показателем состояния изоляции, так как ее величина зависит от размеров изоляции, в то время как

величина отношения $\frac{I_A}{I_C}$ от размеров изоляции не зависит и изменяется с изменением активной составляющей тока по отношению к емкостной, т. е. с изменением состояния изоляции.

Измерение $\operatorname{tg}\delta$ широко используется для оценки состояния изоляции трансформаторов и вводов высокого напряжения.

Величина $\operatorname{tg}\delta$ зависит от температуры и величины прикладываемого к изоляции напряжения. Не следует измерять $\operatorname{tg}\delta$ при температуре ниже $+10^\circ\text{C}$.

При наладке для измерения $\operatorname{tg}\delta$ широко применяют мост типа МД-16 (см. гл. II). Этим мостом можно измерить диэлектрические потери по нормальной схеме (рис. III.15, а), применяемой для объектов, у которых оба электрода изолированы от земли (при измерении $\operatorname{tg}\delta$ между обмотками трансформаторов или между фланцем и электродом высоковольтных вводов в ремонтной мастерской, когда фланец изолятора может быть установлен на изолирующую подставку). Для измерения диэлектрических потерь объектов,

имеющих один наглухо заземленный электрод, применяют «перевернутую» схему моста (рис. III.15, б).

Величину $\text{tg}\delta$ изоляции измеряют при напряжении не выше 10 кВ у электрооборудования с номинальным напряжением 10 кВ и выше и при напряжении, равном номинальному у остального электрооборудования.

В качестве испытательного трансформатора при измерениях $\text{tg}\delta$, как правило, используется трансформатор напряжения типа НОМ-10.

При измерении $\text{tg}\delta$ в измерительном элементе моста возможны токи влияния, обусловленные внешними магнитными и электростатическими полями. Эти влияния несколько уменьшаются экранированием измерительной схемы. Погрешности, создаваемые токами влияния, можно учесть, выполнив измерения четыре раза при разных полярностях гальванометра и подаваемого на схему напряжения.

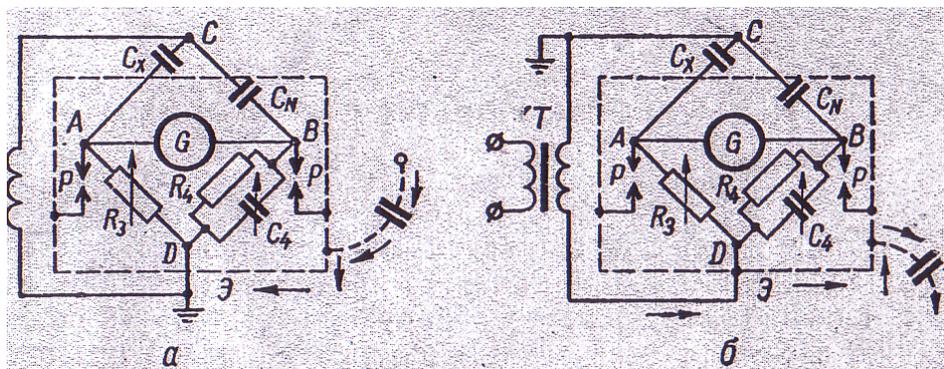


Рис. III.15. Принципиальные схемы включения моста типа МД-16:

a – нормальная; *б* – перевернутая; *T* – испытательный трансформатор; C_x – испытуемый объект; C_N – образцовый конденсатор; *G* – вибрационный гальванометр; R_3 – переменное сопротивление; R_4 – постоянное сопротивление; C_4 – магазин емкостей.

При измерении $\text{tg}\delta$ аппаратов, расположенных вблизи установок под напряжением 110 кВ и выше, мост иногда не удается уравновесить. Тогда измерение осуществляют при положении переключателя, соответствующем отрицательному $\text{tg}\delta$.

Внешние влияния могут быть уменьшены также подбором фазы напряжения питания, при которой показания гальванометра минимальны. Следует также иметь в

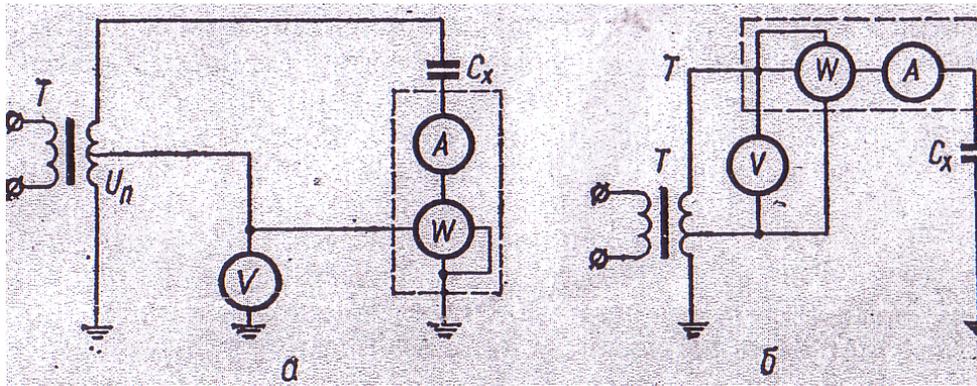


Рис. III.16. Схемы определения $\operatorname{tg}\delta$ с помощью вольтметра, ваттметра и амперметра:
a – нормальная; *б* – перевернутая.

виду, что при измерениях $\operatorname{tg}\delta$ возможны электромагнитные влияния на мост от испытательного и регулировочного трансформаторов. Во избежание этого рекомендуется располагать их на расстоянии не менее чем на 0,5 м от моста.

Значительно реже $\operatorname{tg}\delta$ измеряют с помощью ваттметра, вольтметра и амперметра (рис. III.16).

Для углов $\delta < 20^\circ$ с достаточной для практики точностью справедливо соотношение

$$\operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}(90 - \varphi) \cong \cos\varphi = \frac{P}{UI}.$$