

# Угол диэлектрических потерь.

- **Диэлектрическими потерями** называют энергию, рассеиваемую в электроизоляционном материале под воздействием на него электрического поля.
- Способность диэлектрика рассеивать энергию в электрическом поле обычно характеризуют **углом диэлектрических потерь**, а также **тангенсом угла диэлектрических потерь**. При испытании диэлектрик рассматривается как диэлектрик конденсатора, у которого измеряется емкость и угол  $\delta$ , дополняющий до  $90^\circ$  угол сдвига фаз между током и напряжением в емкостной цепи. Этот угол называется углом диэлектрических потерь.

# Изменение тангенса угла диэлектрических потерь

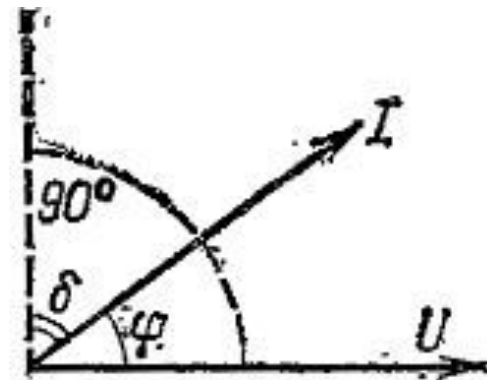
Для измерения емкости и угла диэлектрических потерь (или  $\operatorname{tg}\delta$ ) эквивалентную схему конденсатора представляют как идеальный конденсатор с последовательно включенным активным сопротивлением (последовательная схема) или как идеальный конденсатор с параллельно включенным активным сопротивлением (параллельная схема).

Для последовательной схемы активная мощность:

$$P = (U^2 \omega \operatorname{tg}\delta) / (1 + \operatorname{tg}^2\delta), \quad \operatorname{tg}\delta = \omega CR$$

Для параллельной схемы:

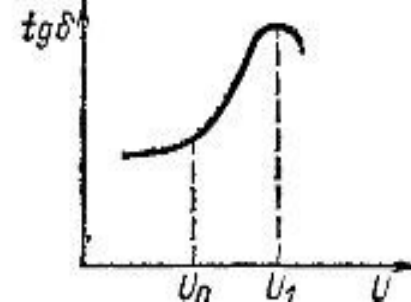
$$P = U^2 \omega \operatorname{tg}\delta, \quad \operatorname{tg}\delta = 1 / (\omega CR)$$



Значение угла диэлектрических потерь обычно не превышает сотых или десятых долей единицы (поэтому угол диэлектрических потерь принято выражать в процентах), тогда  $1 + \text{tg}^2 \delta \approx 1$ , а потери для последовательной и параллельной схем замещения  $P = U^2 \omega \text{tg} \delta$ ,  $\text{tg} \delta = 1 / (\omega CR)$

Значение потерь пропорционально квадрату приложенного к диэлектрику напряжения и частоте, что необходимо учитывать при выборе электроизоляционных материалов для аппаратуры высокого напряжения и высокочастотной.

С увеличением приложенного к диэлектрику напряжения до некоторого значения  $U_0$  начинается ионизация имеющихся в диэлектрике газовых и жидкостных включений, при этом  $\delta$  начинает резко возрастать за счет дополнительных потерь, вызванных ионизацией. При  $U_1$  газ ионизирован и уменьшается.



Значение тангенса угла диэлектрических потерь измеряют при напряжениях, меньших  $U_0$  (обычно 3 - 10 кВ). Напряжение выбирается так, чтобы облегчить испытательное устройство при сохранении достаточной чувствительности прибора.

Значение тангенса угла диэлектрических потерь ( $\text{tg} \delta$ ) нормируется для температуры 20 °С, поэтому измерение следует производить при температурах, близких к нормированной (10 - 20 оС). В этом диапазоне температур изменение диэлектрических потерь невелико, и для некоторых типов изоляции измеренное значение может без пересчета сравниваться с нормированным для 20 °С.

Для устранения влияния токов утечки и внешних электростатических полей на результаты измерения на испытуемом объекте и вокруг измерительной схемы монтируют защитные приспособления в виде охранных колец и экранов.

Наличие заземленных экранов вызывает появление паразитных емкостей; для компенсации их влияния обычно применяют метод защитного - напряжения, регулируемого по значению и фазе.

Наибольшее распространение получили мостовые схемы измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь. В настоящее время промышленность выпускает мосты переменного тока типов P5026 и P525

Уравновешивание моста производится путем многократного регулирования элементов схемы моста и защитного напряжения, для чего индикатор равновесия включается то в диагональ, то между экраном и диагональю. Мост считается уравновешенным, если при обоих включениях индикатора равновесия ток через него отсутствует.

В момент равновесия моста

$$\operatorname{tg} \delta = 2\pi f C_4 R_x;$$

$$C_x = C_0 \frac{R_4}{R_3} \frac{1}{1 + \operatorname{tg}^2 \delta}, \text{ где } f \text{ — частота переменного тока, питающего схему}$$

