



# ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ

Авторы: А. П. Леванюк, Д. Г. Санников

---

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ, часть энергии переменного электрич. поля, которая преобразуется в теплоту в *диэлектрике*. Все движения частиц в веществе связаны с диссипацией части энергии, сообщённой частицам электрич. полем. В конечном счёте эта часть энергии превращается в теплоту. Д. п. зависят от частоты  $\omega$  переменного электрич. поля.

Если осн. роль в поляризации диэлектрика играют малые смещения электронов и ионов, то диэлектрик можно рассматривать как совокупность гармонич. осцилляторов, испытывающих в переменном поле вынужденные колебания. Потери энергии при таких колебаниях максимальны, если  $\omega$  близка к частоте собственных колебаний осциллятора (резонанс). При выходе частоты из области резонанса амплитуда колебаний и скорости частиц быстро уменьшаются и Д. п. становятся небольшими. При электронном механизме поляризации максимум потерь приходится на оптич. частоты (порядка  $10^{15}$  Гц), поэтому для электротехнич. и радиотехнич. частот Д. п. ничтожны. При поляризации, обусловленной смещением ионов, максимум Д. п. расположен в ИК-диапазоне ( $10^{12}$  –  $10^{13}$  Гц). Ещё меньшие частоты соответствуют максимуму Д. п. при ориентационной поляризации. Если период колебаний внешнего поля меньше времени, необходимого для выстраивания дипольных моментов вдоль поля, поляризация почти не успевает устанавливаться и Д. п. малы. При низких частотах поляризация успевает следовать за полем, т. е. смещения частиц велики, но из-за больших величин времени смещений Д. п. также малы. Максимум Д. п. имеет место при наложении переменного поля, период  $T$  которого примерно равен времени установления ориентации молекул (времени релаксации). Для воды, поляризация которой в осн. ориентационная,

$T$  порядка  $10^{-10}$  с.

Количественной характеристикой Д. п. является величина тангенса угла Д. п.

$\operatorname{tg}\delta$  (угол

$\delta$  – разность фаз между векторами поляризации

$\mathbf{P}$  и напряжённости

$\mathbf{E}$  электрич. поля).

Реальные диэлектрики обладают конечной электрич. проводимостью  $\sigma$ , с наличием которой также связана часть Д. п. При низких частотах джоулевы потери, связанные с проводимостью, могут оказаться существенными, т. к. их величина не равна нулю при

$\omega \rightarrow 0$ . Если Д. п. обусловлены только проводимостью, то

$\operatorname{tg}\delta = 4\pi\sigma/\omega$  (в системе СГСЭ).

## Литература

Лит. см. при ст. Диэлектрики.