

Практическое занятие 7. Сегнетоэлектрики.

Задача 1. В дисковом керамическом конденсаторе емкостью $C = 100$ пФ, включенном на переменное напряжение $U = 100$ В частотой $f = 1$ МГц, рассеивается мощность $P_a = 10^{-3}$ Вт. Определить удельные потери в диэлектрике, если его диэлектрическая проницаемость $\varepsilon = 150$, электрическая прочность $E_{np} = 10$ МВ/м и запас по электрической прочности $K = 10$.

Решение

Удельные потери рассчитываются на объем рабочего диэлектрика конденсатора: $p = P_a / (Sh)$, где S и h – площадь обкладок и толщина диэлектрика соответственно. Толщину диэлектрика находим из условия обеспечения электрической прочности:

$$h = U\sqrt{2}K/E_{np} = 100\sqrt{2} \cdot 10 / (10 \cdot 10^6) = 1,42 \cdot 10^{-4} \text{ м.}$$

Площадь обкладок может быть определена из выражения для емкости плоского конденсатора

$$S = \frac{Ch}{\varepsilon_0 \varepsilon} = \frac{100 \cdot 10^{-12} \cdot 1,42 \cdot 10^{-4}}{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 150} = 1,07 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2.$$

Отсюда $p = 10^{-3} / (1,07 \cdot 10^{-5} \cdot 1,42 \cdot 10^{-4}) = 6,58 \cdot 10^5 \text{ Вт/м}^3$.

Задача 2. На пластину X-среза пьезоэлектрического кварца толщиной $h = 1$ мм вдоль оси X воздействует механическое напряжение $\sigma_1 = 10^5$ Н/м². Определить разность потенциалов между противоположными плоскостями пластины, если в направлении оси X пьезомодуль продольного пьезоэффекта $d_{11} = 2,3 \cdot 10^{-12}$ Кл/Н. Диэлектрическую проницаемость кварца принять равной 4,6.

Решение

В соответствии с уравнением прямого пьезоэффекта $P_1 = d_{11}\sigma_1$. Для плоского однородного диэлектрика при равномерной механической нагрузке заряд на поверхности $Q = PS$. Разность потенциалов между плоскими гранями

$$U = \frac{Q}{S} = \frac{d_{11}\sigma_1 S}{\varepsilon_0 \varepsilon_1 S / h} = \frac{d_{11}\sigma_1 h}{\varepsilon_0 \varepsilon_1} = \frac{2,3 \cdot 10^{-12} \cdot 10^5 \cdot 10^{-3}}{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 4,6} = 5,77 \text{ В.}$$