

К ПРИМЕНЕНИЮ ВОЛНОВОДНЫХ ЗАМЕДЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДИЭЛЕКТРИКОВ

П. И. ГОСЬКОВ

В работе [1] для исследования свойств диэлектриков в диапазоне СВЧ в качестве широкополосных измерительных резонаторов использовались различные волноводные замедляющие системы. В этом случае параметры исследуемых диэлектриков определяются путем сравнения результатов воздействия на резонансные свойства измерительного резонатора образцов одинаковой формы и геометрических размеров из исследуемого (с неизвестными ϵ_x и $\text{tg } \delta_x$) и эталонного (с известными $\epsilon_э$ и $\text{tg } \delta_э$) диэлектриков, помещенных поочередно на оси волноводной замедляющей системы.

Хотя в [1] измерения проводились в режиме непрерывной генерации, более удобно в этом случае использовать визуальные способы. Это объясняется тем, что измерительные резонаторы на основе волноводных замедляющих систем являются многорезонансными системами. А поэтому определять эти резонансы визуально (с помощью осциллографа) будет значительно проще, чем в режиме непрерывной генерации. Для этой цели мы использовали режим ударного возбуждения, описанный в [2].

Выражения для определения потерь и проницаемости диэлектриков способом сравнения через параметры измерительного резонатора и параметры эталонного диэлектрика согласно [3] при постоянном входном напряжении на резонаторе запишутся как

$$\text{tg } \delta_x = \frac{\epsilon_э}{\epsilon_x} \frac{(Q_0/Q_x - 1)}{(Q_0/Q_э - 1)} \text{tg } \delta_э, \quad (1)$$

$$\epsilon_x = (\epsilon_э - 1) \frac{\Delta f_{px}}{\Delta f_{pэ}} + 1, \quad (2)$$

где Q_0 — добротность измерительного резонатора без диэлектрика, а
 Q_x — с исследуемым и $Q_э$ — с эталонным диэлектриком;
 Δf_{px} и $\Delta f_{pэ}$ — сдвиг резонансной частоты при внесении в измерительный резонатор образцов из исследуемого и эталонного диэлектриков, определяемый с помощью волномера.

Настройка на резонанс осуществлялась по максимуму переходной характеристики на экране осциллографа. Значения добротности измерительного резонатора Q_0 , Q_x и $Q_э$ определялись согласно [3],

т. е. использовалось отношение максимальной амплитуды переходной характеристики A_0 к амплитуде на произвольном уровне A_3 , который точно фиксировался посредством гашения части переходной характеристики при подаче отрицательного импульса на модулирующий электрод осциллографа. В этом случае выражение $\text{tg } \delta_x$ с учетом того, что $\Delta f_{p_x, \varepsilon} / f_p \ll 1$, будет иметь вид:

$$\text{tg } \delta_x = \frac{\varepsilon_{\varepsilon}}{\varepsilon_x} \frac{(\text{lg } N_x / \text{lg } N_0 - 1)}{(\text{lg } N_{\varepsilon} / \text{lg } N_0 - 1)} \text{tg } \delta_{\varepsilon}, \quad (3)$$

где коэффициенты N_0 , N_x и N_{ε} при использовании квадратичного детектора равны $N_0 = \sqrt{\frac{A_0}{A_3}}$, $N_x = \sqrt{\frac{A_{0x}}{A_{3x}}}$ и $N_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{A_{0\varepsilon}}{A_{3\varepsilon}}}$.

В данном случае погрешность определения ε_x составляет порядка 10%, а для $\text{tg } \delta_x$ — порядка 20%. В частности, при измерении параметров тех же образцов из парафина и оргстекла, что и в [1], расхождение для ε составляло < 9%, а для (1) менее 17%.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. И. Госьков. Изв. вуз, «Радиотехника», VIII, 3, 368, 1965.
2. П. И. Госьков. Изв. вуз, «Физика», 3, 61, 1965.
3. П. И. Госьков. Изв. вуз, «Физика», 4, 5, 1965.