

ИЗМЕРЕНИЕ ЕМКОСТИ И ТАНГЕНСА УГЛА ПОТЕРЬ
ПЛЕНОЧНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ (100 + 10000 пф; 10 + 100 Мгц)

Г.Н.Гусенков, В.М.Загоруйко, Ю.Д.Шмуратко

Для измерения емкости и тангенса угла потерь напыленных конденсаторов величиной 100 ± 10000 пф был сконструирован и изготовлен прибор, основанный на резонансном методе измерения. Диапазон рабочих частот 10 ± 100 мгц. Основой прибора является резонансный контур, образованный измеряемой емкостью и изменяющейся по величине индуктивностью, представляющей собой отрезок короткозамкнутой линии переменной длины.

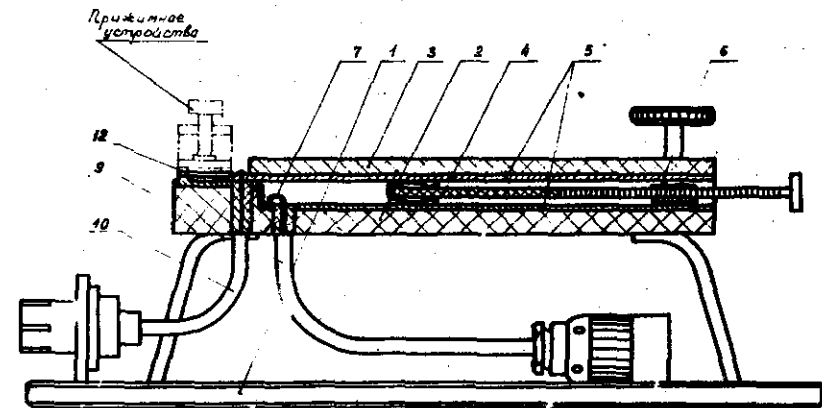


Рис. 1. Измеритель напыленных емкостей.

На рисунке приведен общий вид измерителя напыленных емкостей. Основные части прибора: корпус (2), прижимное устройство (13), измеряемый конденсатор (12), подставка. Электроды полосковой линии (5) с подвижным короткозамыкателем образуют индуктивность. Электроды линии разделены фторопластовой прокладкой. Перемещение короткозамыкателя осуществляется с помощью зубчатого колеса (6) и рейки (4).

Величина индуктивности определяется местом расположения короткозамыкателя. При измерениях пленочный конденсатор (12) замыкает электроды полосковой линии, образуя измерительный контур. Момент резонанса фиксируется по максимальному напряжению на измеряемом конденсаторе, которое снимается при помощи кабеля (10). Напряжение питания подается в резонансный контур от генератора через кабель (9) и петлю (7). На рейке (4) нанесена шкала, по которой отсчитывается измеряемая емкость.

Для короткозамкнутой линии, на входе которой включена емкость, основной резонанс на частоте ω наступает при длине линии:

$$l = \frac{C}{\omega} \operatorname{arctg} \frac{1}{\omega c Z}$$

где C — емкость на входе, Z — импеданс линии, $c = 3 \cdot 10^{10} \frac{\text{см}}{\text{сек}}$. В приборе используется полосковая линия, для которой

$$Z = 120 \pi \frac{d}{b}$$

где b — ширина электродов линии, d — расстояние между электродами. Ширина $b = 40$ мм, $d = 8$ мм. Для значений $C = 100 \div 1000$ пф и рабочих частот $10 \div 100$ мГц длина линии l в момент резонанса определяет значение емкости, включенной на ее входе

$$l = \frac{C}{\omega^2 c Z}$$

Методика калибровки прибора следующая: Определяется паразитная емкость C_1 , образованная электродами полосковой линии прибора в месте, где на рисунке присоединен кабель (10), для чего прибор настраивается в резонанс с подключенным эталонным конденсатором. Эталонный конденсатор изготавливается из двух плоских электродов, равных по ширине электродам полосковой линии измерителя и разделенных фторопластовой прокладкой. Изменив емкость эталонного конденсатора до C_3 , вновь находим ре-

зонанс, изменяя частоту генератора. Тогда C_1 определяется так:

$$C_1 = \frac{f_1 C_2 + f_3 C_3}{f_1^2 - f_3^2}$$

где f_1 — резонансная частота при емкости эталонного конденсатора C_2 , f_3 — то же для емкости C_3 . Таким образом определяется истинное значение калибровочной емкости прибора $C_{кр}$, которая складывается из емкости эталонного конденсатора C_2 и емкости C_1 . Можно теперь записать:

$$f_P = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC_x}} ; \quad f_3 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC_{кр}}}$$

Здесь $f_P = 30$ мГц, f_3 — резонансная частота при $C_{кр} = C_1 + C_2$. Задавая нужные значения C_x можно сосчитать соответствующие частоты f_3 , на которых обнаруживается резонанс. Если, например, резонанс обнаруживается на частоте f_4 при определенном положении короткозамыкателя, то, чтобы на частоте равной 30 мГц сохранился резонанс при том же положении короткозамыкателя, должна быть включена емкость:

$$C_x = C_{кр} \frac{f_4^2}{f_P^2}$$

Так можно откалибровать прибор для определенных значений емкости. Рабочая частота прибора может и выше 30 мГц. Как показывает расчет, резонансная частота измерительных цепей около 350 мГц. Величина измеряемой емкости в момент резонанса определяется по шкале прибора, а величина $l \delta$ конденсатора может быть определена измерением ширины полосы пропускания контура в момент резонанса. Изготовленный прибор обладает следующими параметрами: пределы измеряемых величин емкостей 700+12000, деления составляет 50 пф при измерениях от 950 до 1500 пф; 100 пф при измерениях от 1500 пф до 3000 пф; 200 пф при измерениях от 3000 пф до 12000 пф. Точность калибровки шкалы [1] по емкости $\pm 2\%$, по добротности $\pm 6\%$ на частоте 30 мГц. Прибор может быть откалиброван по приведенной методике на любой частоте из рабочего диапазона 10+100 мГц.

Л и т е р а т у р а

1. УРСИНИГ А. и ГЕФФОНЕР Дж. Методы обработки экспериментальных данных. М., Изд-во ИЛ, 1953.