

УДК 620.179.15

ВЛИЯНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ МАТЕРИАЛОВ НА СДВИГ ФАЗЫ РАДИОВОЛНОВОГО ДАТЧИКА НА СВЯЗАННЫХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВЧ-ВОЛНОВОДАХ

В. И. БОРИСОВ, А. В. КАРПЕНКО

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Характерной особенностью диэлектрических волноводов является то, что излучение волноводных мод, распространяющихся вдоль волновода, проникает в граничную с волноводом среду на расстояние, сравнимое с длиной волны излучения, что применяется для построения волоконно-оптических датчиков диэлектрической проницаемости жидкостей.

В работе анализируется возможность использования двухлучевых СВЧ-интерферометров Маха-Цандера в качестве датчиков для определения диэлектрической проницаемости слоистых материалов. СВЧ-интерферометр Маха-Цандера содержал два связанных диэлектрических СВЧ-волновода прямоугольного сечения из оргстекла размерами 4×25 мм. Для того чтобы интерферометр работал на линейном участке градуировочной характеристики, длина одного волновода была меньше на четверть длины волны используемого СВЧ-излучения. В качестве источника СВЧ-излучения использовался генератор Г4-109, работающий на частоте 10 ГГц. Возбуждение волн в интерферометре осуществлялось путем расположения входного участка обоих волноводов интерферометра в выходном металлическом волноводе СВЧ-генератора. Регистрация сигнала на выходе интерферометра проводилась с помощью детекторной секции, в металлический волновод которой были вставлены выходные концы обоих диэлектрических волноводов интерферометра. В качестве индикатора использовался стрелочный микроамперметр.

Принцип работы датчика заключается в том, что при приближении к одному из диэлектрических волноводов контролируемого объекта происходит фазовый сдвиг СВЧ-волны, что приводит к расстройке интерферометра и изменению электрического сигнала на выходе детекторной секции.

В экспериментах использовались объекты, в качестве которых выступали диэлектрические пластинки толщиной 4 мм и шириной 21 см.

К примеру, на рис. 1 приведены зависимости изменения сигнала на выходе интерферометра от расстояния между пластинками и верхним волноводом интерферометра. Из рис. 1 видно, что наблюдаемый сдвиг фаз, пропорциональный изменению электрического сигнала, зависит от диэлектрической проницаемости исследованных пластинок, так как их размеры выбирались одинаковыми.

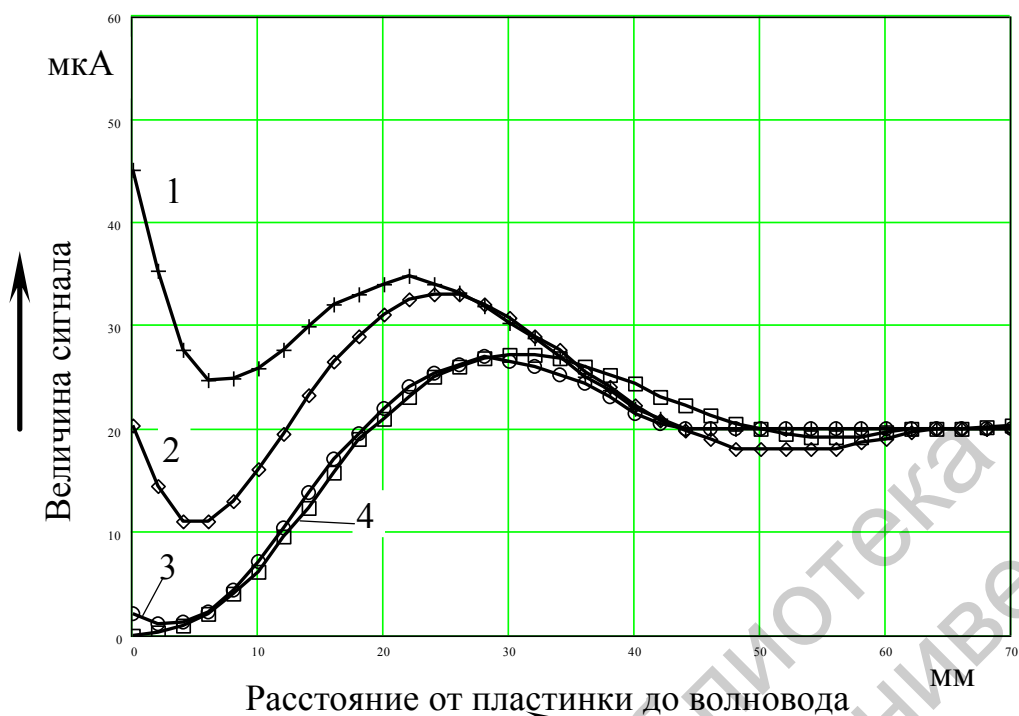


Рис. 1. Зависимость сигнала на выходе детекторной секции от расстояния между пластинками и волноводом СВЧ-интерферометра Маха-Цандера: 1 – из оконного стекла; 2 – из органического стекла; 3 – из винипласта; 4 – из фторопласта

При этом максимальное отличие фаз для разных пластинок наблюдается при их непосредственной укладке на волновод интерферометра. Так, в этом случае сигнал для стеклянной пластинки равен 45 мкА, для пластинки из оргстекла – 20 мкА, для винипластовой – 2 мкА, а для фторопластовой – 0, что свидетельствует о том, что наибольшее изменение фаз в интерферометре наблюдается для стеклянной пластинки, а наименьший – для фторопластовой. Из полученных данных диэлектрическую проницаемость органического стекла можно оценить как среднее значение между проницаемостями стекла и фторопласта, что дает значение диэлектрической проницаемости оргстекла на частоте 10 ГГц – 3,5. Из рис.1. также видно, что зависимости для фторопластовой и винипластовой пластинок практически совпадают, что показывает слабое различие их диэлектрических проницаемостей.

Таким образом, наблюдаемый сдвиг фаз в СВЧ-интерферометре можно использовать для определения диэлектрической проницаемости слоистых полимерных материалов, если предварительно по независимым измерениям для образцов из материалов с известной диэлектрической проницаемостью построить градуировочную характеристику.