

ДВУХЗЕРКАЛЬНЫЙ РЕЗОНАТОР ДЛЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ВОЛН

Чаусов Н.Г., профессор, д.т.н., заведующий кафедрой строительства и сопротивления материалов Национального университета биоресурсов и природопользования Украины, Май А.В., ООО «НПП СИНКО», Май Ал.В., ЗАО «РОКС», Кириченко А.Г., заведующий отделом информационно-технического обеспечения УНИЦА «Зонд», ФАКС НТУУ «КПИ», г. Киев, Украина

Использование радиофизических измерительных установок миллиметрового диапазона волн (30 - 300 ГГц) для анализа свойств материалов, исследования характеристик приборов и устройств и т.п. требует совершенствования конструкций двухзеркальных открытых резонаторов. При создании измерительных установок необходимо учитывать основные требования современной концепции аналитических систем, предусматривающие безконтактность измерительного процесса, повышенную точность измерений, высокие динамические характеристики, простоту обслуживания и гибкость функционирования [1-6].

Для исследования диэлектрических и других свойств материалов разработана усовершенствованная конструкция двухзеркального открытого резонатора (далее по тексту резонатор) и создана экспериментальная лабораторная измерительная установка в диапазоне частот 118 - 178 ГГц (1,72 - 2,6 мм).

Специфика процесса излучения ЭМ волн в объем резонатора обусловлена дифракционными потерями, неполным преобразованием энергии источника электромагнитных волн в резонансные колебания, вследствие чего часть этой энергии излучается (нерезонансный фон) не участвуя в формировании резонансного колебания, а также видом потерь, который обусловлен отличием структуры возбуждающего поля и поля рабочего типа колебаний.

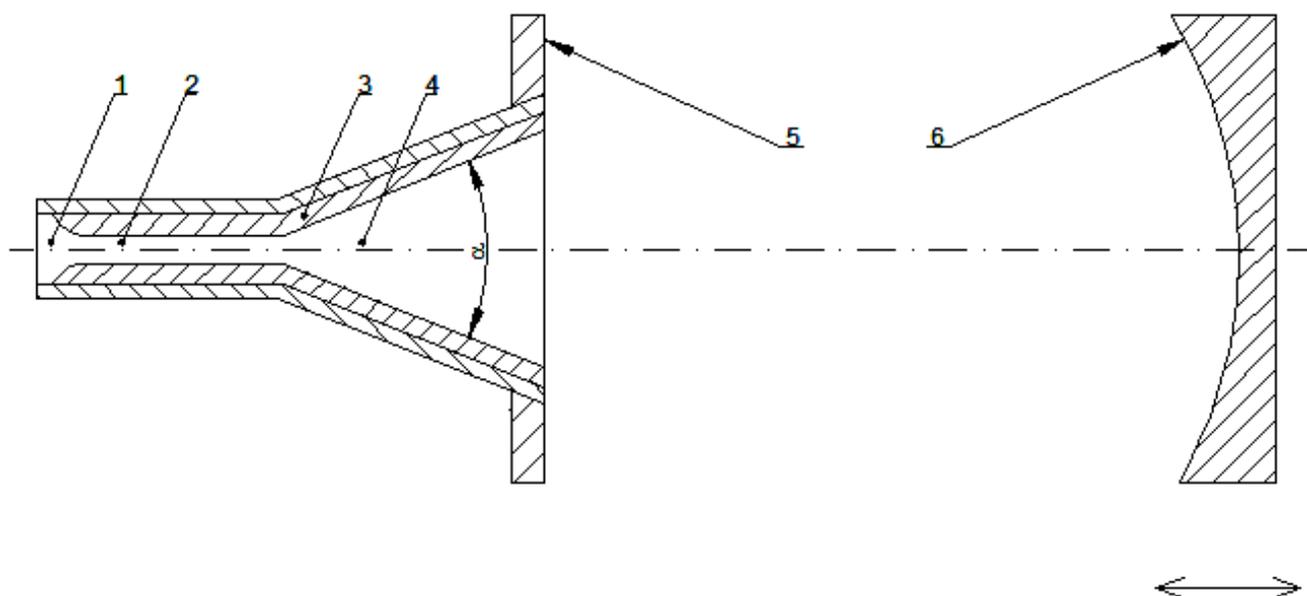


Рис.1. Конструкция резонатора

Для решения этих задач в настоящей работе предлагается усовершенствованная конструкция резонатора на основе планарного апертурного элемента связи (рис.1). Планарный апертурный элемент связи (полосковый рупор) формирует излучаемую в объем резонатора линейно-поляризованную ТЕМ волну с плоским фазовым фронтом. Распространяясь по волноводу (1) электромагнитная волна основного типа ТЕМ поступает на волноводно-щелевую линию (2) и далее на планарный полосковый рупор (3). Полосковый рупор, который размещен на диэлектрической подложке (4) обеспечивает в

плоскости первого зеркала (5) резонатора совпадение структуры поля возбуждающей волны и поля колебания резонатора TEM_{mnc} , а также его концентрацию на втором зеркале (6). Плавное расширение полоскового рупора трансформирует волну основного типа в линейно поляризованную волну, которая возбуждает открытый резонатор во всем его диапазоне перестройки в широком диапазоне частот. Размеры раскрыва рупора составляют несколько длин волн ($3...5\lambda$), а длина рупора выбирается из условия получения равномерного распределения фазы в его раскрыве ($\sim 10\lambda$). Потери на несогласованное возбуждение такого резонатора не превышают 1 дБ.

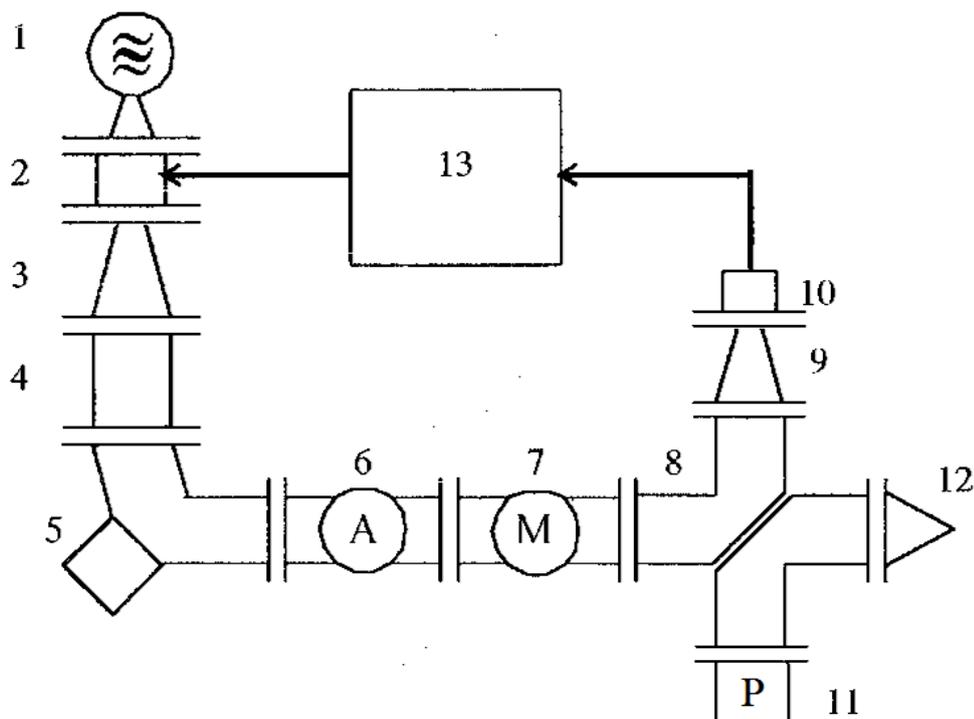


Рис.2. Функциональная схема установки:

- 1 – ЛОВ ОВ-86;
- 2 – р-і-п модулятор;
- 3 – волноводно-лучевой переход;
- 4 – телескопическая секция;
- 5 – уголкоый переход;
- 6 – аттенюатор;
- 7 – модулятор;
- 8 – делитель луча;
- 9 – волноводно-лучевой переход;
- 10 – детектор АРМ;
- 11 – резонатор;
- 12 – согласованная нагрузка;
- 13 – усилитель сигнала ошибки.

Предложенная установка, функциональная схема которой приведена на рис.2, работает следующим образом. Сигнал от ЛОВ (1) через систему соединительных волноводов поступает на квазиоптическую секцию, где промодулированный сигнал через волноводно-лучевой переход (3) попадает на детекторную секцию. Снимаемый с детектора (10) сигнал рассогласования АРМ поступает на усилитель ошибки (13), где сравнивается с выставленным опорным напряжением. При рассогласовании на модулятор (2) поступает сигнал закрывающий его и уменьшающий соответственно уровень мощности на входе делителя луча (8). Другая часть мощности поступает на резонатор (11) и согласованную нагрузку (12). В центре подвижного зеркала было реализовано два отверстия, через которые малый контрольный сигнал из резонатора выводился через

волноводный переход на аттенюатор, амплитудный детектор, усилитель и осциллограф (на схеме не показано). Измеренный коэффициент модуляции в диапазоне длин волн 1,72 - 2,6 мм составил $28,2 \div 28,6$ дБ.

Заключение. Разработана конструкция резонатора ($Q \geq 10^4$) для исследования диэлектрических свойств материалов. Резонатор такого типа может служить и в качестве «тонкого» инструмента для исследования, например, уровней пробойных полей в различных газах при повышенном давлении, темпа и степени диссипации безэлектродными разрядами ЭМ энергии и т.п.

Измерительная установка в диапазоне 118 - 178 ГГц, обеспечивает нестабильность сигнала 10^{-3} мВт, неравномерность АЧХ 0,5 дБ, диапазон мощностей 0 - 20 мВт и динамический диапазон системы АРМ не менее 28 дБ.

Список литературы:

1. Шестопапов В.П. Дифракционная электроника. Харьков. Выща школа, 1976г.
2. Авраменко Р.Ф. и др.: Будущее открывается квантовым ключом. Под ред. Николаевой В.И., Папины А.С. – Москва.: Химия. 2000г. – с. 122 - 125.
3. Гламаздин В.В., Натаров М.П., Скрасанов В.Н., Шубный А.И., Эффективность возбуждения квазиоптического открытого резонатора волноводом. // Известия вузов. Радиофизика. 2009. Т. LII, №3, с. 231 - 249.
4. Грачев Л.П, Есаков И.И., Малык С.Г., Ходатаев К.В., Двухзеркальный резонатор для исследования СВЧ безэлектродного разряда в газах высокого давления. // Журнал технической физики, 2001, том 71, вып. 8. – с. 66 - 73.
5. Мериакри В.В., Никитин И.П., Влияние диафрагмирования при исследовании диэлектриков квазиоптическими методами. Сб. Квазиоптическая техника миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн. Харьков, ИРЭ, 1989. – с. 55 - 59.
6. Рішення про видачу патента про винахід «Спосіб визначення добротності діелектричних матеріалів», Чаусов М.Г., Май В.І, Май О.В., Кириченко О.Г., від 16.12.2009, №16157/1.