



ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ

модуля коэффициента отражения в свободном пространстве
радиопоглощающего материала типа АМР-20

1 Объект измерений

Измерению подвергались образцы материала радиопоглощающего (РПМ) типа АМР-20, произведённые и предоставленные ООО НПК «ТЕСАРТ» (г. Томск), предназначенные для оборудования безэховых камер в СВЧ-диапазоне частот электромагнитного спектра.

Количество блоков, предоставленных на испытания – 8 шт.

Сведения о партии РПМ – отсутствуют.

Сведения о ТУ на изготовление – отсутствуют.

Измерения проведены с целью определения модуля коэффициента отражения (МКО) в диапазоне частот от 1 до 37,5 ГГц при нормальном падении электромагнитных волн.

2 Место и дата проведения измерений

Измерения проводились в лаборатории НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ» (пгт. Менделеево, Московская область) с 12 по 13 сентября 2016 г.

3 Проведенные операции:

- внешний осмотр РПМ;
- контроль параметров, характеризующих условия проведения измерений;
- опробование;
- измерения модуля коэффициента отражения в свободном пространстве;
- обработка результатов измерений.

4 Средства измерений, используемые при измерениях.

При проведении измерений использованы средства измерений, указанные в таблице 1.

	ФГУП «ВНИИФТРИ»	ПРОТОКОЛ ИЗМЕРЕНИЙ № 165-19-2016	30 сентября 2016г.
--	-----------------	--	--------------------

Таблица 1.

Наименование, тип	Метрологические характеристики СИ	Заводской номер	Номер и дата свидетельства о поверке
Векторный анализатор цепей N5235A	Диапазон частот от 100 МГц до 50 ГГц Пределы допускаемой погрешности измерений модуля коэффициента передачи при значениях модуля коэффициента передачи до минус 90 дБ $-\pm 0,2$ дБ	МУ522510 52	№ 1- 7737708383 до 28.03.2017
Антенный измерительный комплект АИК 1-40Б	Диапазон частот от 0,9 до 40 ГГц Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициента усиления: для П6-123 $\pm 1,8$ дБ для П6-140-х $\pm 1,2$ дБ	040115067	№ 24/15/2/33- 2015 до 06.04.2017 г.
Измеритель комбинированный Testo-622 с каналом измерения давления	Диапазон измерений давления: от 30 до 120 кПа. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений давления $\pm 0,3$ кПа. Диапазон измерений относительной влажности: от 1 до 100 %. Пределы допускаемой погрешности измерений относительной влажности ± 3 %. Диапазон измерений температуры: от минус 10 до 60 °С. Пределы допускаемой погрешности измерений температуры $\pm 0,4$ °С.	39505790/404	№ 6-65-1297- 15 до 16.11.2016 г.
Вспомогательное оборудование			
Наименование оборудования	Технические характеристики		
Мера коэффициента отражения	Материал: АМг6. Размер образца: 1500×1000×8 мм. Отклонение профиля поверхности от плоскости не более ± 1 мм/1000 мм.		
Набор соединительных кабелей	Соппротивление 50 Ом		
ПЭВМ	---//---		

5 Результаты измерений.

5.1 Внешний осмотр РПМ.

РПМ изготовлен пенного материала серо-голубого цвета в виде

пирамид (высота 150 мм) с квадратным основанием (ширина около 67 мм), установленных на подложке (толщина 50 мм). РПМ выполнен в виде блоков 9×9 пирамид. Общий размер блока составляет 200×600×600 мм.

В результате внешнего визуального осмотра установлено следующее:

- видимые механические повреждения (деформация) РПМ отсутствуют;

- основания блоков РПМ имеют неправильную квадратную форму, что приводит к появлению «просветов» толщиной до 2 мм между блоками при их укладке для измерений.

По результатам внешнего осмотра установлено, что РПМ может быть допущен к проведению измерений.

5.2 Контроль параметров, характеризующих условия проведения измерений.

Результаты контроля параметров, характеризующих условия проведения измерений приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Наименование	Требуемое значение	Измеренное значение
В помещении измерительного стенда		
Температура окружающего воздуха, °С	20±5	21
Относительная влажность воздуха, %	от 45 до 80	63
Характеристики электропитания стенда		
Напряжение, В	220±20	223
Частота, Гц	50±1	50

По результатам контроля параметров, характеризующих условия проведения измерений, измерения разрешаются.

5.3 Опробование

В результате опробования установлена работоспособность средств измерений и вспомогательного оборудования.

5.4 Измерение модуля коэффициента отражения в свободном пространстве

5.4.1 При определении МКО предоставленных образцов РПМ оборудование размещалось по схеме измерений, представленной на рисунке 1.

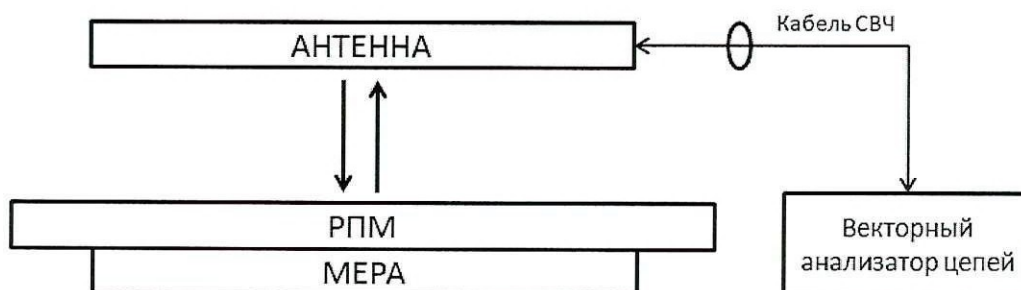


Рисунок 1 – Схема измерений МКО

5.4.2 Во время измерений на меру укладывалось шесть блоков РПМ размером в виде прямоугольника 2×3 блока.

Расстояние от раскрыва антенны до меры составляло 2,2 метра, до верхнего края образцов 2 метра.

5.4.3 Положение приемо-передающей антенны соответствовало нормальному падению излучения на используемую меру.

5.4.4 Уровень выходного сигнала анализатора цепей установлен равным 0 дБм для обеспечения линейности амплитудной характеристики анализатора цепей. Измерения комплексного коэффициента отражения проведены на частотах от 1 до 37,5 ГГц, с шагом 10 МГц в режиме измерения комплексного коэффициента отражения S_{11} .

Измерения производились в два этапа:

- 1) калибровка ВАЦ;

2) измерения частотных зависимостей комплексного коэффициента отражения.

6 Обработка результатов измерений

Над сохраненными результатами измерений комплексного коэффициента отражения проводились следующие математические операции:

- вычитание фоновых сигналов;
- обратное дискретное преобразование Фурье (ДПФ);
- стробирование;
- прямое ДПФ;
- нормировка к мере.

7 Погрешность измерений МКО

Погрешность измерений МКО находится в пределах $\pm 0,1K$ дБ (где K – измеряемый МКО, дБ).

8 Результаты измерений МКО РПМ

Результаты измерений МКО РПМ АМР-20 представлены на рисунке 2.

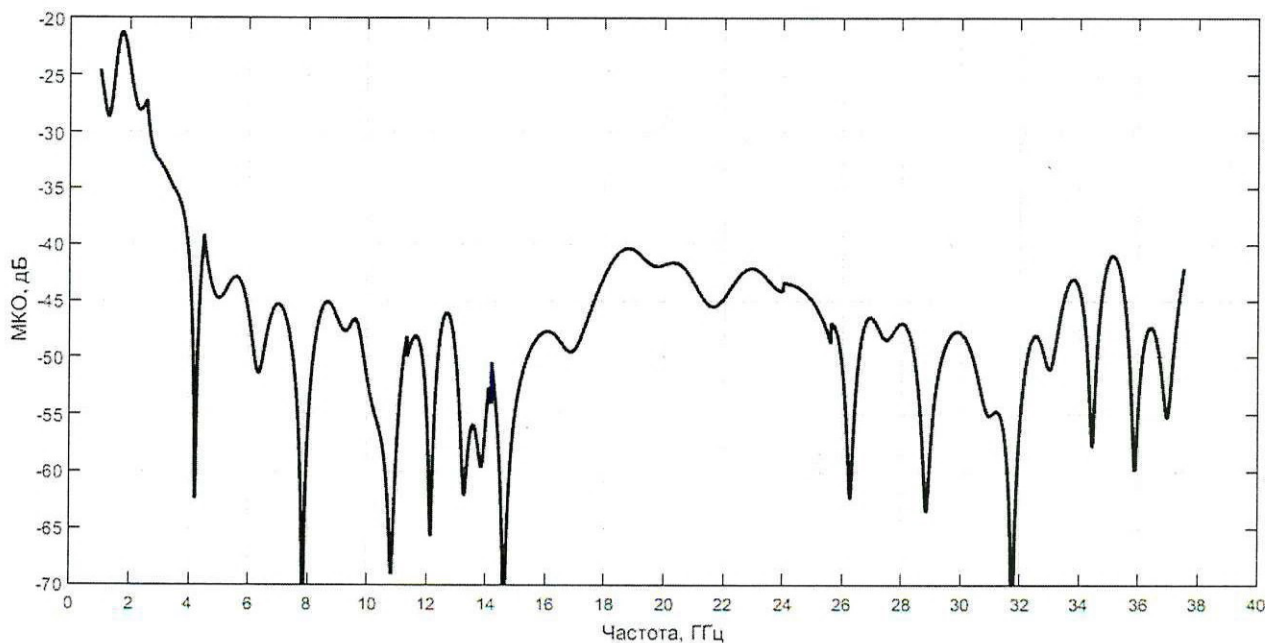


Рисунок 2 – Результаты измерений МКО



9 Заключение

Гарантированные значения МКО в диапазоне частот составляют:

от 1 до 3 ГГц – минус 20 дБ;

свыше 3 до 5 ГГц – минус 30 дБ;

свыше 5 до 37,5 ГГц – минус 40 дБ.

Заместитель генерального директора
ФГУП «ВНИИФТРИ» по
радиотехническим и
электромагнитным измерениям

И.М. Малай

Начальник лаборатории

А.В. Титаренко

Инженер

А.М. Рулев