

СПЕКТР РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ПЛАСТИНЫ, ПОКРЫТОЙ РЕЗОНАНСНЫМ РПМ

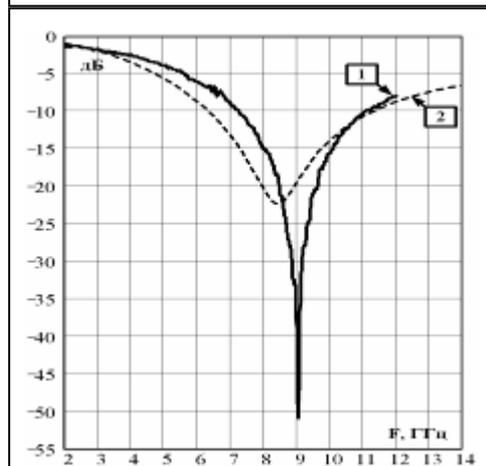
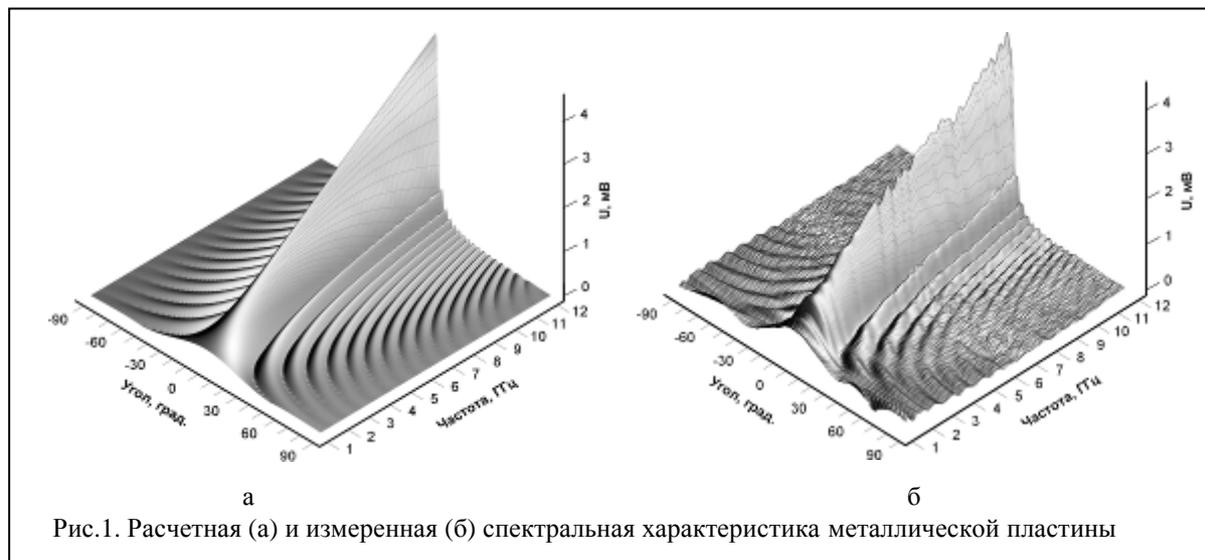
В. С. Бачурин, А. Д. Деменев, В. Д. Пышный
АО “Концерн ПВО “Алмаз-Антей”, ОАО “ОКБ Новатор”

Получена 6 августа 2006 г.

Рассмотрены особенности измеренного спектра рассеяния электромагнитных волн металлической пластины, одна сторона которой покрыта резонансным радиопоглощающим материалом (РПМ). При переходе через частоту резонанса РПМ изменяется фаза отражения, что приводит к быстрому изменению индикатрисы рассеяния. Показано, что для такого объекта на частотах вблизи частоты резонанса РПМ уровень боковых лепестков может быть выше уровня зеркального отражения.

Ключевые слова: спектр рассеяния электромагнитных волн, резонансный радиопоглощающий материал.

Расчет рассеяния электромагнитных волн прямоугольной металлической пластиной не вызывает затруднений. На рис.1а в виде трехмерного графика приведена



спектральная характеристика обратного рассеяния (зависимость амплитуды отраженного сигнала от угла облучения и частоты) металлической пластины размером 200x200мм. Расчет в диапазоне частот 1-11 ГГц выполнен по формуле (3.36) в [1], результат пересчитан в напряженность поля и нормирован по измеренному максимуму зеркального отражения на частоте 11 ГГц. Аналогичная характеристика, измерения методом частотно-временных преобразований [2] с шагом

перестройки частоты в 7 МГц, приведена на рис.1б. Из рисунков видно хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных, что подтверждает достоверность результатов измерений.

Погрешность измерений амплитуды напряженности поля около 1 дБ вызвана недостаточной шириной установленного окна во временной области выбранного перед возвратом в частотную область [3]. Эта погрешность резко увеличивается на частотах ниже 2 ГГц.

Для снижения уровня отраженного сигнала от объектов применяются радиопоглощающие материалы (РПМ). График зависимости коэффициента зеркального отражения однослойного резонансного РПМ типа РАН-2 от частоты сигнала, измеренный в Институте электродинамики РАН РФ приведен на рис.2 (пунктирная линия). Сплошной линией показана зависимость отношения ЭПР при зеркальном отражении от граней металлической пластинки размером 200x200 мм покрытой с одной стороны РПМ РАН-2.

Различие результатов объясняется двумя причинами:

- измерялись различные образцы РПМ
- при измерении ЭПР сигнал, вызванный зеркальным отражением от плоскости,

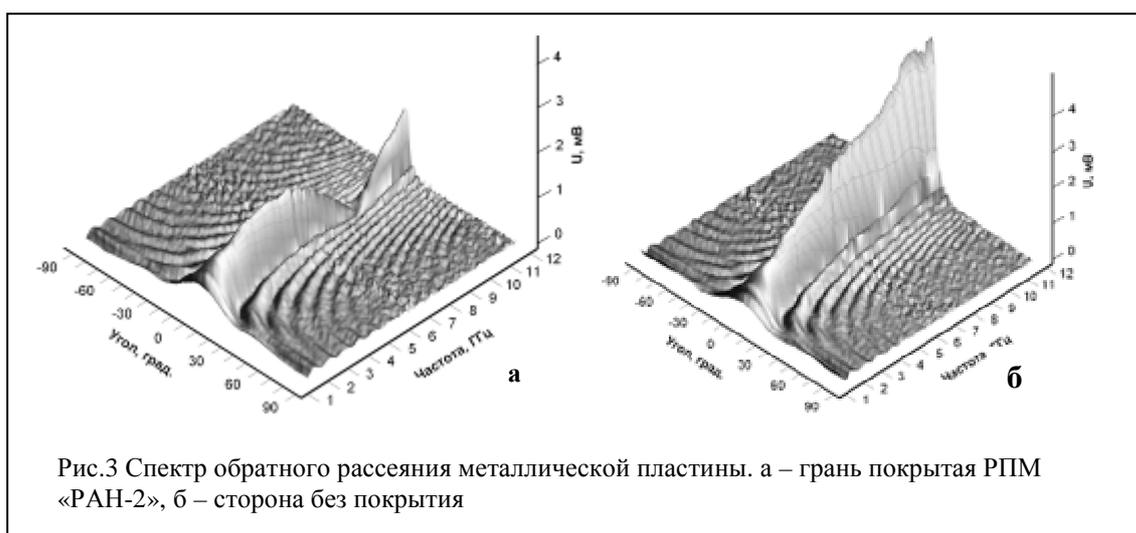


Рис.3 Спектр обратного рассеяния металлической пластины. а – грань покрытая РПМ «РАН-2», б – сторона без покрытия

геометрически суммируется с сигналом вызванным рассеянием на кромках пластины.

На рис.3 приведена измеренная спектральная характеристика рассеяния этой пластины для грани покрытой РПМ РАН-2 (рис.3а) и грани без покрытия (рис.3б). Сравнение спектров показывает, что:

- уровень зеркального отражения соответствует частотной характеристики приведенной на рис.2.

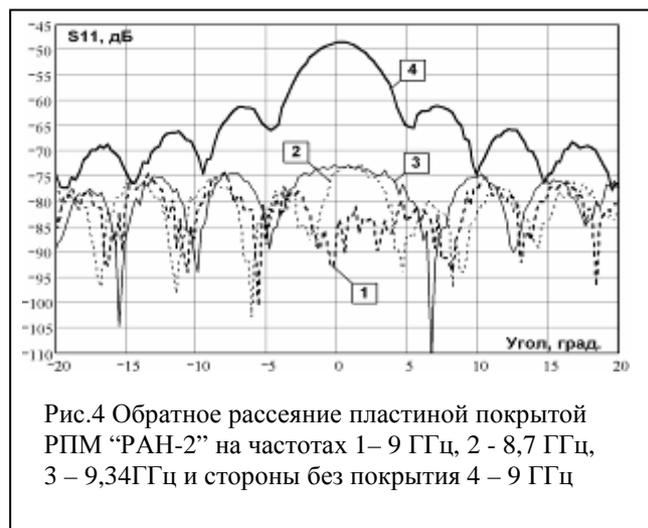


Рис.4 Обратное рассеяние пластиной покрытой РПМ “РАН-2” на частотах 1– 9 ГГц, 2 - 8,7 ГГц, 3 – 9,34ГГц и стороны без покрытия 4 – 9 ГГц

- в районе резонансной частоте материала происходит изменение положения фазового центра зеркального отражения при незначительном изменении фазы отражения от кромок, что приводит к слиянию зеркального и первого бокового лепестков. В результате уменьшается ширина зеркального

максимума на частоте ниже резонансной и увеличивается на частотах выше резонансной.

- в районе резонансной частоты амплитуда боковых лепестков может превышать амплитуду зеркального лепестка.

На рис. 4 приведена угловая зависимость амплитуды обратного рассеяния от угла облучения, полученная на основе выборок из спектра рис.3. Для стороны с покрытием графики соответствуют частотам 8,7 ГГц, 9,0 ГГц и 9,34 ГГц. Для сравнения приведен аналогичный график на частоте 9 ГГц для стороны без покрытия.

На основании измерений спектральной характеристики рассеяния можно сделать вывод, что интерференция зеркальной и краевых волны [4] приводит к резкому изменению индикатрисы рассеяния в районе резонансной частоты РПМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кобак В. О. Радиолокационные отражатели. // Москва, Радио и связь 1986, 248с.
2. Бачурин В. С., Батухтин Д. М. Стенд 50ст-126 для отработки радиолокационной заметности элементов изделия.// Проектирование, производство и эффективность летательных аппаратов. Научно-технический сборник, Екатеринбург «ОКБ Новатор», 2006, стр.117-120.
3. Бачурин В. С., Пышный В. Д., Деменёв А. Д. RCS measurement by a method of time-frequency transformations. Пятая международная конференция “Военно-Морской флот и судостроение в современных условиях” NSN’2009, Санкт-Петербург, ЦНИИ им. акад. Крылова, Сборник докладов. Электронная версия.
4. Уфимцев П. Я. Метод краевых волн в физической теории дифракции // М., Советское радио, 1962, 243с.