

УДК 621.396.67

Гринчук А. П.¹, Кныш В. П.¹, Бакаев А. Г.², Шпарло Д. А.², Крапчатов А. Н.²

ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ РАССЕЯНИЯ ТРАДИЦИОННОЙ И ПЕРСПЕКТИВНОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

¹Научно исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем им. А. Н. Севченко Белорусского государственного университета» Минск, Беларусь.

²Государственное научное учреждение «Физико-технический институт НАН Беларуси» Минск, Беларусь.

Приведены результаты измерений эффективной поверхности рассеяния модели беспилотного летательного аппарата типа «алюминиевое крыло» и типа «стелс» фасеточной конструкции. Отмечены значительно лучшие характеристики на типовых направлениях БЛА «стелс»-типа. Намечены возможные пути дальнейшего уменьшения ЭПР БЛА.

Комплекс технических решений, в результате которых уменьшается уровень сигналов, возникающих в результате отражения летательным аппаратом электромагнитных волн, излучаемых радиолокатором, это «стелс»-технология, так это принято теперь называть. Радиолокационные станции – наиболее «дальнодействующее» средство обнаружения, и первый бум в прессе по поводу «стелс»-технологий был связан с появлением в 1975 году американского самолёта фирмы «Локхид» F-117, обшивка которого конструктивно выполнена из плоских панелей – фасет, как показано на рисунке 1. В действительности первые шаги были сделаны в Германии в конце Второй мировой войны. В результате ночных атак английских самолётов, оборудованных радиолокаторами, резко возросли потери немецких подводных лодок. Именно тогда на их рубки стали наносить радиопоглощающие покрытия и была разработана серийная технология производства мелкодисперсных ферромагнитных наполнителей, используемых в покрытиях. С этого момента проблема уменьшения радиолокационной заметности объектов вооружения и военной техники привлекает серьёзное внимание промышленно развитых стран [1].



Рисунок 1 – Самолет «Локхид» F-117

Основной характеристикой, определяющей свойства летательного аппарата как отражающего электромагнитные излучения объекта, является эффективная поверхность рассеяния (ЭПР). Она характеризует способность объекта преобразовывать падающую на объект электромагнитную волну в волну, распространяющуюся в направлении на приёмник. Соответственно, «стелс»-технология предполагает как разработку и исследование радиопоглощающих материалов и технологии их нанесения так и выбор геометрии объекта. Наносимые на различные элементы самолёта радиопоглощающие покрытия имеют переменную по профи-

Секция 3. Прикладные проблемы радиофизики

лю толщину, сложную структуру с меняющимися значениями диэлектрической и магнитной проницаемостей как по толщине (нормально к поверхности), так и вдоль поверхности обшивки. Кроме того, использовании радиопоглощающих материалов (РПМ) необходимо непрерывно находить компромисс между желанием получить минимальное отражение, толщиной материала, его прочностью и, наконец, аэродинамическими свойствами поверхности.

Конструкция летательного аппарата значительно упрощается за счёт «фасеточной» формы – то есть состоящей из отдельных плоских панелей. В этом случае радиолокационные волны от РЛС отражаются фасетами в различных направлениях. Если фасетные поверхности летательных аппаратов в виде клина развёрнуты к РЛС в двух плоскостях, то ЭПР такого самолёта становится минимальной.

С целью получения первичных данных об ЭПР были изготовлены из алюминиевой фольги: образец модели фюзеляжа обычного сечения крыла размером 800 мм как показано на рисунке 2 и образец модели фюзеляжа по «стелс» варианту как показано на рисунке 3.



Рисунок 2 – Испытание модели фюзеляжа в безэховой камере на радиотражение



Рисунок 3 – Испытание «стелс» модели фюзеляжа в безэховой камере

В лаборатории прикладной электродинамики НИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ определена ЭПР данных образцов на векторном анализаторе MS4642B с измерительной антенной П6-23М, размещенные в безэховой камере. Измерение рассеянного сигнала проводилось в соответствии с "Инструкцией по эксплуатации MS4642B" для параметра S11.

Секция 3. Прикладные проблемы радиофизики

Вычисление ЭПР объекта осуществлялась по калибровочному значению ЭПР диска σ_0 диаметром 140мм [2].

$$\sigma = \sigma_0 \cdot 10^{\frac{\Delta}{10}}, \quad (1)$$

где $\Delta = S_{об} - S_{эт}$

$S_{эт}$ – отраженный сигнал S11 от эталонного диска в дБ,

$S_{об}$ – отраженный сигнал S11 от объекта в дБ,

Испытания проводились для трех ракурсов положения макетов БЛА:

- 1) фронтальное,
- 2) передняя кромка крыла перпендикулярна направлению падения волны,
- 3) днище перпендикулярно направлению падения волн.

Результаты рассчитанных ЭПР для различных ракурсов приведены в таблицах 1-2.

Таблица 1

| Ракурс | 8 ГГц | 10 ГГц | 12 ГГц |
|--------|-------|--------|--------|
| 1 | 0,08 | 0,10 | 0,15 |
| 2 | 0,08 | 0,15 | 0,35 |
| 3 | 10 | 10 | 12 |

Таблица 2

| Ракурс | 8 ГГц | 10 ГГц | 12 ГГц |
|--------|-------|--------|--------|
| 1 | 0,015 | 0,018 | 0,015 |
| 2 | 0,003 | 0,008 | 0,012 |
| 3 | 18 | 22 | 20 |

Следует отметить, что ЭПР БЛА в ракурсе 3 имеет большое значение в очень узком секторе углов. В остальном, как видно, наблюдается явное преимущество характеристик макета БЛА Стелс. Кроме того, для маломерных и низкоскоростных БЛА с применением РПМ и материалов с малой диэлектрической проницаемостью и плотностью возможно значительное уменьшение их ЭПР и улучшение их аэродинамических характеристик.

Список литературы

1. Лагарьков А. Н. Фундаментальные и прикладные проблемы стелс – технологий. / А. Н. Лагарьков, М. А. Погосян. // ВЕСТНИК РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, 2003г.- т. 73, №9, С.779-787.

2. Н. Н. Алешкевич. Особенности измерения полей рассеяния крупногабаритных объектов/ Алешкевич Н. Н. Гринчук А. П. Громыко А. В. Кныш В. П// Материалы 15 -й Международной научно-технической конференции «Приборостроение – 2022», Минск, 16 – 18 ноября 2022, С. 138 -139.