

## МЕТОД СНИЖЕНИЯ ЗАМЕТНОСТИ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

С.И. Клевец

( представил проф. В.Е. Пустоваров)

*Рассмотрен метод защиты летательных аппаратов от радиолокационных средств распознавания, основанный на создании вокруг объекта плазменного облака.*

Анализ известных литературных источников показал, что вопросам снижения заметности летательных аппаратов (ЛА) уделяется серьезное внимание. Все это обусловлено, главным образом, развитием методов и технических средств разведки воздушно-космических целей различного назначения [1]. Следовательно, для создания эффективной защиты от систем радиолокационного обнаружения необходимо принимать специальные меры, направленные на обеспечение скрытности ЛА при их полете по траектории.

Известно, что для решения задачи радиолокационной маскировки объектов, применяют активные средства защиты, которые позволяют прикрыть отраженный радиолокационный сигнал в приемнике радиолокационного средства (РЛС) обнаружения помеховым сигналом с тем, чтобы создать для РЛС трудности в опознании ЛА. В большинстве случаев основным условием эффективности применения активных средств маскировки является обеспечение уровня превышения помехи над полезным сигналом, которое позволит достичь нужного эффекта. Однако, это очень сложная задача, связанная с требованиями по ограничению массы, габаритов, энергозатрат, объема и стоимости бортовой аппаратуры [2].

В связи с этим огромное значение приобретают пассивные методы создания помех. Пассивные средства маскировки могут использоваться в широком диапазоне частот и не требуют априорных сведений или подробной информации о характеристиках систем радиорасознавания. Другими словами, для того, чтобы сделать объект скрытным, незаметным, необходимо, насколько это возможно, уменьшить амплитуду отраженной от объекта электромагнитной волны, т.е. как можно больше уменьшить эффективную площадь рассеяния (ЭПР) [3]. С этой целью предлагается использовать искусственные плазменные образования вокруг маскируемого объекта с помощью радиоизотопных покрытий [4]. Такой метод позволяет непрерывно ионизировать окружающую объект

атмосферу с помощью распадных явлений радиоизотопного вещества, образуя вокруг объекта плазменную среду, способную поглощать электромагнитные волны. Однако использование такого метода позволяет уменьшить ЭПР объекта только на 10 – 20 %.

Рассмотрим и оценим потенциальные возможности комбинированного радиоизотопного покрытия, способного поглощать электромагнитные волны со значительно большей эффективностью, чем предложенное в работе [4]. Структурная схема комбинированного покрытия показана на рис. 1.

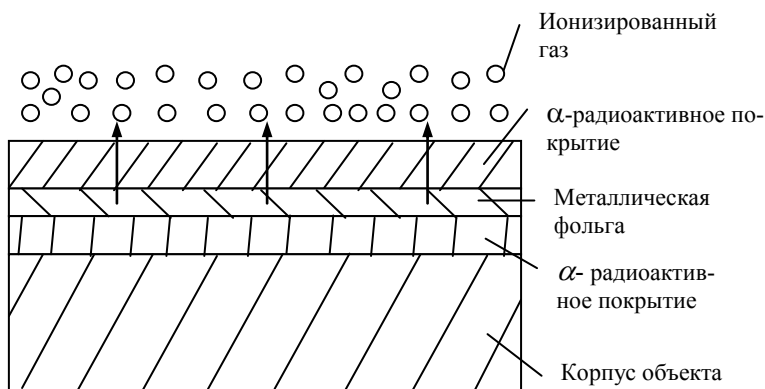


Рис. 1. Структурная схема комбинированного покрытия

Работа предложенного поглощающего покрытия заключается в следующем. Плазменное образование вокруг объекта создается как за счет  $\alpha$ -частиц, инжектируемых, например, плутонием-238, так и за счет  $\alpha$ -частиц, прошедших через металлическую фольгу, например, из алюминия или бериллия, так как в этом случае происходит усиление электронного потока тонкой металлической фольгой.

Альфа-частицы с энергией более 1 МэВ проходят через металлическую фольгу и возбуждают в ней электроны кристаллической решетки. Энергия этих возбужденных электронов оказывается больше работы выхода электронов из металла, поэтому эти электроны покидают металл. Эмиссия свободных электронов, возбужденных первичными  $\alpha$ -частицами распада, происходит с энергией порядка 10 эВ. Толщина металлической фольги берется порядка 30 – 50 мкм. Наличие металлической фольги определенной толщины позволяет обеспечить интенсивную эмиссию электронов из металла при прохождении через него  $\alpha$ -частиц. При этом следует отметить, что процесс формирования распределения электронов в металле носит степенной, а не максвелловский характер [5].

Механизм потери энергии обусловлен, в основном, кулоновским

взаимодействием полей  $\alpha$ -частицы и связанных электронов. Полная потеря энергии является результатом большого числа малых потерь на образование электронов с малой кинетической энергией. Соответствующая теория потерь была развита Бором, Бете и Блохом [6].

Предпочтение  $\alpha$ -частицам по сравнению с  $\beta$ - и  $\gamma$ -частицами отдано из-за значительно меньшей длины пробега в веществе, что позволяет при том же числе распадов в секунду получить за счет ионизации значительно большую плотность электронов. Так как обычно [6, 7] путь, пройденный  $\alpha$ -частицей в металлах, порядка  $10^{-3}$  см, то она создает при ионизации  $10^8$  эл/см. Рассмотрим слой металла толщиной  $d = R_A$ , где  $R_A$  – длина пробега  $\alpha$ -частицы в веществе, на который с тыльной стороны нанесено  $\alpha$ -радиоактивное покрытие. Обозначая число распадов в секунду, приходящееся на единицу площади поверхности, измеренное в кюри/см<sup>2</sup>, буквой  $\chi$ , получим, что плотность электронов, образующихся в 1 см<sup>3</sup>, будет равна

$$N_I = 3,7 \cdot 10^{18} \chi \frac{\text{эл}}{\text{с} \cdot \text{см}^3} . \quad (1)$$

При такой скорости ионизации сформируется неравновесное распределение, плотность электронов в котором может быть приближенно найдена из уравнения, имеющего наглядный физический смысл:

$$N_I = \frac{n_s - N \exp(-E_H/kT)}{\tau_\varepsilon} , \quad (2)$$

где  $E_H$  – начальная энергия образовавшихся электронов;  $T$  – температура металла;  $k$  – постоянная Больцмана;  $n_s$  – плотность неравновесных электронов;  $N$  – плотность электронов в металле;  $\tau_\varepsilon$  – время релаксации по энергии неравновесных частиц на основном максвелловском “фоне” (оно содержит по сравнению со временем релаксации по импульсам множитель  $E_H/kT$ ).

Подсчитаем неравновесную плотность электронов, создаваемую  $\alpha$ -радиоактивной подложкой в металлической фольге, при комнатной температуре. Учитывая, что  $E_H$  – это величина порядка нескольких эВ,  $\tau_\varepsilon \approx 10^{-13}$  с,  $N \approx 10^{22}$  см<sup>-3</sup>, из уравнения (2) получаем:

$$n_s = 3,7 \cdot 10^5 \chi . \quad (3)$$

Изменяя интенсивность радиоактивной подложки, можно регулировать неравновесную концентрацию электронов в образующейся вокруг объекта плазме.

Таким образом, используя комбинированное покрытие радиоизо-

топного типа, можно создать вокруг ЛА плазменное образование с плотностью электронов, обеспечивающей полное поглощение падающей электромагнитной волны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ширман Я.Д. Методы радиолокационного распознавания и их моделирование // Зарубежная радиоэлектроника. – 1996. – № 11. – С. 5 – 8.
2. Ситнов А.В. Направления модернизации российского вооружения // Военный парад. – 2000. – № 5 (41). – С. 5 – 6.
3. Швейцер Е. Радиолокационная скрытность и поглотители электромагнитного излучения. – М.: МО СССР (перевод № 3(246)), 1988. – 91 с.
4. August H. Energy absorbtion by a radioisotope produced plasma. USA Pat. – № 3713157, d. 343 – 18. – 23.01.73.
5. Карась В.Н., Моисеев С.С. О возможности использования неравновесных распределений для создания радиоактивных покрытий. Препринт №77-24, Х.: ХФТИ, 1977. – С. 3 – 9.
6. Альфа-бета и гамма-спектроскопия / Под ред. К.Зигбана. – М.: Атомиздат, 1968. – Вып. 1. – 98 с.
7. Грошев Л.В., Шапиро И.С. Спектроскопия атомных ядер. – М.: ГИТТЛ, 1952. – 302 с.

Поступила 9.12.2002

**КЛЕВЕЦ Сергей Иванович**, адъюнкт кафедры ХВУ. В 1986 году окончил ЖВУРЭ ПВО. Область научных интересов – противодействие системам обнаружения летательных аппаратов, взаимодействие электромагнитных волн с плазмой.

---