

Плазменные генераторы в авиации

С появлением оружия с дальностью действия, превышающей длину руки, главным для солдат стало правило «раньше увидел – победил». Именно это правило порождало как действие, так и противодействие. После внедрения в войска подзорных труб, биноклей солдаты стали надевать мундиры защитного цвета, позиции стали маскировать ветками; после появления разведывательной авиации настоящие военные объекты тщательно маскировались, а взамен ставились их муляжи.

В авиации также не обошлось без действия этого простого правила, поэтому с самых ранних времен конструкторы думали, как снизить заметность ЛА. Вначале стали использовать камуфляж для снижения визуальной заметности. Но камуфляж не спасал от РЛС и от инфракрасных датчиков – поэтому появилась технология «стелс», заключающаяся в комплексном снижении заметности ЛА. Но, как правило, радикальное снижение заметности ухудшает другие характеристики и увеличивает стоимость ЛА. К примеру, только покраска F-22 занимает около 20 дней и делает это специальный робот стоимостью 5 миллионов долларов [1].

Но в скором времени можно будет оснастить даже истребитель 3-го поколения типа МиГ-21 специальным устройством, которое позволит сделать его менее заметным для радаров противника, чем даже истребитель 5-го поколения типа Локхид F-22 «Раптор». Этим типом устройства могут быть так называемые плазменные генераторы (ПГ).

По определению, данному Большой советской энциклопедии, плазменный генератор - это газоразрядное устройство для получения низкотемпературной плазмы. Распространены высокочастотные и дуговые плазмотроны. В высокочастотных плазмотронах (мощностью до 1 МВт) плазмообразующее вещество нагревается в разрядной камере (обычно вихревыми токами), в дуговых плазмотронах (мощность 100 Вт - 10 МВт) - проходя через сжатую электрическую дугу с высокой концентрацией энергии. Используются главным образом в технологических целях (напр., плазменная металлургия, плазменная обработка, плазмохимия) [2].

Прежде всего, рассмотрим следующие определения, имеющие важное значение по отношению к ПГ.

Ион - это атом или группа атомов, которые приобрели электрический заряд, получая или теряя один или более электронов. Ионизация – это образование или разделения на ионы нагревом, электрической разрядом, излучением, или химической реакцией. Плазма - электрически нейтральный, ионизированный газ, состоящий из ионов, электронов, и нейтральных частиц. Плазма является квазинейтральной (общий электрический заряд равен нулю) смесью различных частиц и не обязательно должна быть полностью ионизированной. Например, если все частицы в заданном объеме газа потеряли бы все их электроны, тогда этот объем был бы полностью ионизирован, имел бы мощный электрический заряд и не содержал бы ничего, кроме чистых ионов и, следовательно, это не будет плазмой, а просто набор потерявших электроны атомов.

Таким образом, плазменное облако - квазинейтральный набор свободных заряженных частиц, электронов, и нейтральных частиц.

Частоту плазмы можно найти по следующей формуле:

$$\nu = \sqrt{\frac{4 \times \pi \times n \times e^2}{m}} \quad (1),$$

где

n – концентрация ионов в объеме плазмы,

e – заряд электрона или иона,

m – масса иона.

Перейдем к использованию плазмы в авиации.

Во-первых, использование ПГ позволит снизить аэродинамическое сопротивление ЛА. К примеру, первые эксперименты в сверхзвуковой аэродинамической трубе с использованием плазменной технологии показали, что в результате истечения плазменных струй можно разрушить исходную ударную волну и получить значительный выигрыш в аэродинамическом сопротивлении модели (свыше 30%) [3]. Для этого необходимо сгенерировать плазменное облако на аэродинамической поверхности ЛА. Плазма служит в качестве связующего электродинамического слоя между искусственно-сгенерированным электрическим полем и электрически нейтральным пограничным слоем. Это так называемое EHD-сцепление или EHD-тяги.

Это метод позволяет изменять аэродинамические качества самолета, не изменяя физическую геометрию авиационной конструкции. Управляя электрической областью вокруг самолета, можно управлять основными аэродинамическими свойствами самолета. К примеру, при создании плазменного поля на задней кромке крыла можно резко увеличить подъемную силу.

Во-вторых, самое важное для боевой авиации заключается в уменьшении ЭПР. Дело в том, что при взаимодействии электромагнитных (ЭМ) волн с плазмой происходит частичное поглощение энергии этой волны. Это связано с тем, внешняя ЭМ волна вызывает вихревые токи в плазме, и на их создание и поддержание уходит энергия, которая исходит от радиолокационных (РЛ) волн.

Но для низкочастотного сигнала плазменная область может подействовать как зеркало. Т.е. плазма будет не поглощать, а отражать РЛ сигнал. Но положительным моментом здесь является то, что большая часть БРЛС и наземных РЛС действуют в микроволновом диапазоне. Также можно предусмотреть в ПГ возможность изменения частоты плазмы в зависимости от частоты РЛ сигнала противника.

Тем не менее, плазменное поле не будет панацеей против радаров. Дело в том, что противник может также менять частоту работы своих РЛС, пытаясь получить отраженный сигнал от самолета с работающим ПГ. Не стоит забывать и том, что через некоторое время плазма поглощается атмосферой, т.е. за движущимся ЛА образуется след ионизированного воздуха [4].

На практике малозаметность при помощи плазмы впервые была обнаружена ВВС США при отслеживании первого спутника СССР, запущенного в 1957. Было обращено внимание, что, электромагнитное рассеяние отличалось от того, которого ожидалось для проводящей сферы. Чуть позже это было объяснено тем, что спутник путешествовал в своеобразной плазменной оболочке. Дело в том, что спутник летел в ионосфере при большой скорости. Через 3 года была выпущена статья "Радарная ЭПР диэлектрической или покрытой плазмой проводящей сферы и круглых цилиндров" (Труды IEEE по антеннам и Распространению радиоволн, сентябрь 1963) Авторы исследования обнаружили, что плазменное поле может уменьшить или увеличивать область эха объекта. Также было установлено, что ЭМ сигнал, проникая в плазменную оболочку и отражаясь от поверхности объекта, теряет в интенсивности, путешествуя через плазму.

С другой стороны, первый искусственный спутник Земли имел простейшую геометрическую форму – сферу. В то время как самолеты имеют гораздо более сложные формы. В той статье сказано, что проведение аналогичных числовых аппроксимаций для сложной формы самолета будут чрезвычайно трудны [4].

С другой стороны, в начале 60-ых гг. XX века еще не было мощных компьютеров. И следующий революционный шаг в изучении снижения заметности ЛА при помощи плазменного поля был сделан в конце 80-ых гг. в НИЦ им. Келдыша. И уже в январе 1999 ИТАР-ТАСС опубликовало интервью с его директором академиком Анатолием Коротеевым, который говорил о плазменном устройстве невидимости, разработанном Центром для использования в боевой авиации. Он заявил, что Центр разработал ПГ весом 100 кг. Но система имеет ряд существенных недостатков. Во-первых, как и ожидалось, суммарная мощность, необходимая для создания плазменного поля, чрезвычайно высока. Во-вторых, плазма препятствует и работе БРЛС защищаемого самолета.

ПГ был протестирован сначала в полете на модели, а затем на прототипе самолета Су-32 [5]. Работы над ПГ проводят также в США, Франции (разработки в этой области занимают 2

отделения компании Дассо). К примеру, Армия США также проводит исследования по применению плазмы для ухудшения работы вражеских РЛС. Для этого на борту специального фургона плазма, созданная ПГ, будет выводиться ракетой на высоту 60-100 километров и нарушать "естественное" распределение заряженных частиц. По мнению военных, таким способом можно избавиться сразу от нескольких проблем. Во-первых, искусственно созданная плазма будет создавать барьер для вражеских радаров, которые в обычных условиях благодаря ионосфере могут видеть летательные аппараты из-за горизонта. Во-вторых, плазменное облако будет предотвращать контакт со спутниками, сигнал которых проходит сквозь атмосферу. Это, очевидно, создаст сложности с ориентацией на местности, если для нее применяются GPS-приемники. Но эта система будет создана лишь через 5 лет как минимум [6].

Т.е. плазменное облако, созданное ПГ сможет уменьшить ЭПР ЛА в десятки раз, не ухудшая его аэродинамические качества. С другой стороны, в данный момент времени создать ПГ малой массы и требующий небольших энергозатрат невозможно. Скорее всего, ПГ с приемлемыми характеристиками для боевой авиации будут созданы как минимум лет через 5.

1. http://www.info-rm.com/ru/interview/interview_detail.php?ID=15202
2. <http://bse.ewreka.ru/i48243/>
3. <http://tech-db.istc.ru/ISTC/sc.nsf/html/projects.htm?open&id=0469&lang=ru>
4. <http://www.aeronautics.ru/plasmamain.htm>
5. <http://www.aeronautics.ru/plasma01.htm>
6. [http://pda.lenta.ru/news/2006/02/09/air/:](http://pda.lenta.ru/news/2006/02/09/air/)

littlenicky