

АЭРОДИНАМИКА И ЗАМЕТНОСТЬ УСПЕШНО СОЧЕТАЮТСЯ В ЛА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ



Валерий ВОЖДАЕВ,
ведущий научный
сотрудник ЦАГИ
им. проф. Н.Е. Жуковского,
кандидат технических наук

В современных условиях к самолетам нового поколения предъявляются жесткие требования по радиолокационной (РЛ) заметности, которые необходимо учитывать на ранних этапах проектирования, поскольку в противном случае выполнение их на уже спроектированном аппарате приведет к значительным весовым и энергетическим затратам, а, следовательно, и к потере эффективности. Радиолокационную заметность самолета определяет эффективная площадь рассеяния (ЭПР), которая характеризует способность летательного аппарата рассеивать падающий на него поток мощности электромагнитного излучения радиолокационной станции (РЛС). На рис. 1 показано сравнение значений ЭПР в передней полусфере обычных и малозаметных самолетов.

ЭПР сильно зависит от компоновки самолета и, в частности, от таких его деталей, как внутренняя форма каналов воздухозаборников, сопл, кабины, антенных отсеков различных бортовых РЛС, наличия или отсутствия подвесного оружия. На рис. 2 показаны результаты расчетов ЭПР современного истребителя традиционной компоновки типа F-15. В передней и задней полусферах доминантными рассеивателями в такой компоновке являются воздухозаборник и сопло соответственно. На боковых ракурсах облучения основной

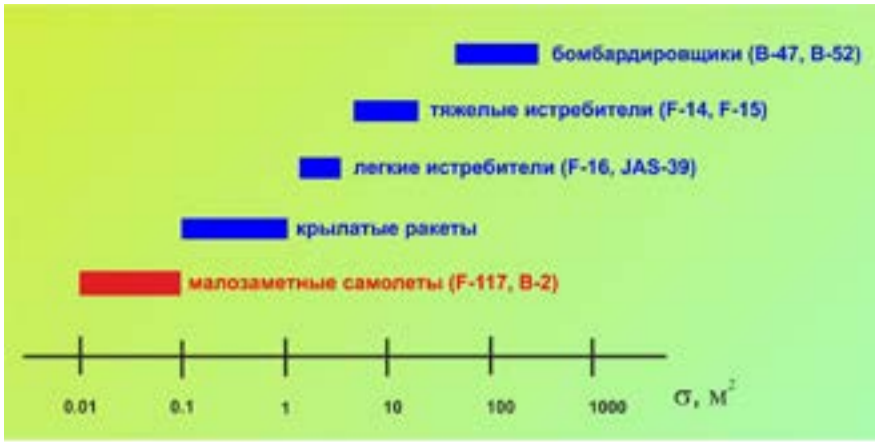


Рис. 1. Типичные значения ЭПР различных ЛА

Рис. 1. Значения ЭПР ЛА различных типов

вклад принадлежит бортовым поверхностям фюзеляжа. Следует отметить, что для более детального выявления вкладов в ЭПР элементов компоновки вклад от подвешенного вооружения на графиках, показанных на рис. 2, не приведен. Влияние на ЭПР самолета внешних подвесок будет рассмотрено ниже на другом примере.

Впервые элементы стэлс-технологии (stealth technology), обеспечивающей реализацию малой заметности, использовались в США в середине шестидесятых годов при создании самолета-разведчика SR-71 «Black Bird». Следующим шагом в развитии стэлс-технологий стала разработка экспериментального демонстратора XST (experimental stealth technology) «Have Blue» (рис. 3). Впервые было решено добиться радикального снижения заметности путем широкого использования малоотражающих форм. Если ранее обводы самолета определялись, в основном, требованиями аэродинамики, то в данном случае главенствующее положение в выработке конфигурации планера придавалось снижению его отражательной способности.

Рис. 3. Эволюция компоновки малозаметного самолета F-117

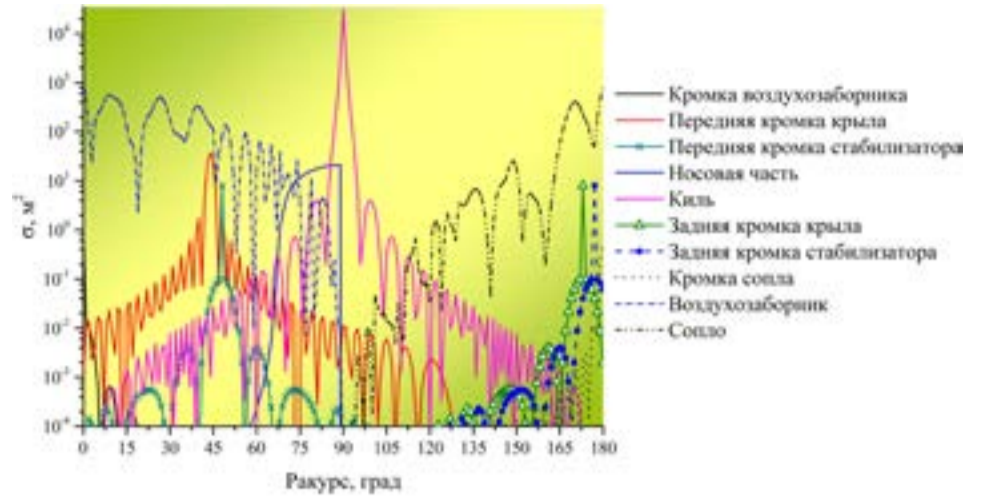


Рис. 2. ЭПР зарубежного истребителя F-15

При отработке геометрического облика XST «Have Blue» использовался расчетный метод П.Я. Уфимцева. Данный метод позволил выявить определенное расположение плоских поверхностей и кромок, при котором в наиболее вероятных направлениях наблюдения имеет место предельно малый уровень радиолокационной заметности. Испытания в безэховых камерах дали возможность уточнить конфигурацию самолета, разработанную на основе расчетов (рис. 3). На основе базовой аэродинамической компоновки экспериментального самолета XST «Have Blue» был создан ударный самолет Lockheed F-117 «NightHawk». Как и планер «Have Blue», планер F-117 имеет конфигурацию, образованную большим числом плоских поверхностей, при которой происходит переотражение падающей электромагнитной энергии в направлениях, отличающихся от направления на РЛС.

По данным зарубежных специалистов (SAE Paper № 965540), «Have Blue» имеет максимальное значение аэродинамического качества, равное 7,5, что является достаточно малой величиной для обычного самолета,

не обладающего свойствами малой заметности. По сравнению с прототипом «Have Blue» серийный самолет F-117 имеет несколько большую величину максимального аэродинамического качества, поскольку в геометрический облик самолета были внесены существенные изменения, улучшающие аэродинамику самолета

(рис. 3). Однако, несмотря на эти улучшения, оптимизация формы планера по критерию уменьшения заметности значительно снизила аэродинамические характеристики серийного самолета. Возможно, что именно из-за достаточно низких характеристик аэродинамики планера фасеточной формы проект самолета F-117X «SeaHawk» (рис. 3) так и не был реализован.

Кроме F-117, за рубежом разработано еще несколько малозаметных летательных аппаратов, на основе которых можно сформулировать правила компоновки малозаметного боевого самолета, показанные на рис. 4, состоящие в следующем:

- сокращение числа отражающих элементов компоновки, что возможно реализовать путем использования аэродинамической схемы «летающее крыло»;
- обеспечение параллельности (равной стреловидности) кромок;
- снижение влияния зеркальных отражений от боковых поверхностей фюзеляжа путем их отклонения от

нормали по отношению к падающему электромагнитному излучению;

- исключение прямой видимости первой ступени компрессора двигателя путем применения S-образного канала воздухозаборника;
- исключение размещения вооружения на внешней подвеске;
- металлизация остекления фонаря кабины экипажа и обеспечения плавного (в электрическом отношении) перехода от металлической поверхности к диэлектрической.

Разработчики истребителей пятого поколения F-22 и F-35 выбрали компромиссный вариант компоновки — сочетание параметров, обеспечивающих малую заметность, маневренность, сверхзвуковой крейсерский режим полета, живучесть и надежность. Если в самолетах, разработанных исключительно по требованиям малой заметности, например B-2, все грани выровнены по одной кромке, обычно это передняя кромка крыла, то в

F-22 по трем — передняя кромка крыла, задняя кромка крыла и задняя кромка руля направления (при виде сверху).

Специальные материалы, примененные на F-22 и F-35, включают радиопоглощающие материалы, радиопоглощающие покрытия и инфракрасный (ИК) верхний слой. Использование радиопоглотителей минимизирует рассеяние от планера самолета, в то время как ИК верхний слой используется для уменьшения инфракрасной заметности и гарантирует баланс в РЛ и ИК диапазонах. В результате реализации новых технических решений при изготовлении F-22 и F-35 используется меньшее количество материалов, чем в предыдущих поколениях малозаметных самолетов, что, по оценкам американских специалистов, приводит в итоге к существенной экономии веса и стоимости.

Рис. 4. Основные правила компоновки малозаметного самолета



Рис. 5. Компоновки современных зарубежных истребителей



С использованием современных методов вычислительной электродинамики было проведено сравнение величин ЭПР истребителей пятого поколения – F-22 «Raptor» и F-35 «Lightning II» со значениями ЭПР модернизированного истребителя четвертого поколения F-18 «Super Hornet». Компоновки исследуемых ЛА показаны на рис. 5. Расчеты проводились для случая моностатической локации при длине волны 3,2 см, поскольку большинство современных РЛС являются однопозиционными, работающими в сантиметровом диапазоне длин волн. Реализованные на F-22 и F-35 компоновки приводят к появлению на радаре нескольких относительно высоких, но узких «пиков», которые трудно обнаружить и отследить. Величины ЭПР на диаграмме отражения между этими «пиками» достаточно малы (рис. 6). Вертикальное хвостовое оперение и бортовые поверхности самолета наклонены, чтобы избежать зеркальных отражений.

Модернизированный вариант истребителя F-18 «Super Hornet» имеет ряд отличий от стандартного F-18 «Hornet», в частности, он имеет другую фор-

му воздухозаборника. Вооружения на F-18 «Super Hornet» так же, как и на его предшественнике, размещены на внешних подвесках, а наружные подвески любого рода достаточно хорошо отражают излучаемую РЛС энергию (рис. 6). На малозаметном летательном аппарате необходимо исключить внешнее размещение вооружений и подвесных топливных баков. При этом следует учитывать, что вышеуказанные меры могут увеличить взлетную массу самолета. Кроме того, потребуются значительные объемы для размещения отсеков вооружения и топлива. Следовательно, необходимо применять принципиально иной подход к компоновке современного истребителя.

«Интегральная» компоновка F-22 создает дополнительные объемы для размещения топливных баков, которые вмещают на 60% больше топлива, чем у истребителя F-15, имеющего приблизительно такие же размеры. В нижней части фюзеляжа F-22 расположен основной грузовой отсек, еще два отсека для размещения ракет класса «воздух-воздух» малой дальности размещены по бокам фюзеляжа, непосредственно за воздухозаборником.

Так же, как и по характеристикам заметности, по части летно-технических характеристик истребители пятого поколения превосходят истребители предыдущих лет. В частности, высокая маневренность F-22 включает в себя такие элементы, как полет с углом 60° со скоростью 150 км/ч при сохранении поперечной управляемости (Техническая информация ЦАГИ №1-2, 2003). Таким образом, истребители пятого поколения проектируются на основе рационального баланса между аэродинамическим совершенством и требованиями по обеспечению малой заметности. **▲**

Рис. 6. ЭПР современных зарубежных истребителей

