

УДК 629.7.022; 623.624.9

Е.А. Українець

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков

ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ РЕАЛИЗУЕМОСТИ ВАРИАНТА ПРОЕКТИРУЕМОГО САМОЛЕТА-ИСТРЕБИТЕЛЯ

Статья посвящена установлению взаимной связи между основными параметрами планера и силовой установки перспективного самолета-истребителя для рационального распределения составляющих взлетной массы по уровням защиты на этапе предэскизного проектирования. Зависимость показателя инфракрасной заметности от показателя радиолокационной заметности позволяет по заданным геометрическим параметрам самолета-истребителя, желательному уровню его заметности получить требуемые параметры силовой установки.

Ключевые слова: уравнение существования самолета, радиолокационная заметность, инфракрасная заметность, силовая установка, планер, показатель.

Введение

Концепция самолета-истребителя 5 поколения предполагает:

- многофункциональность – способность успешно поражать как воздушные, так и наземные и морские цели, в том числе малоразмерные и подвижные, в любую погоду и время суток, в условиях применения противником высокоточного оружия;
- сверхманевренность – возможность совершать управляемый полет на малых скоростях и больших углах атаки;
- малую заметность в оптическом, инфракрасном и радиолокационном диапазонах волн;
- способность взлетать и садиться, используя укороченную взлетно-посадочную полосу;
- сверхзвуковые крейсерские скорости полета на бесфорсажных режимах работы двигателей [1].

Рациональное распределение составляющих взлетной массы самолета-истребителя для обеспечения этих требований является актуальной научно-прикладной проблемой, решаемой на этапе предэскизного проектирования [2].

Целью статьи является установление взаимной связи между основными параметрами планера и силовой установки перспективного самолета-истребителя.

Изложение основного материала

Как известно [3], самолет-истребитель является сложной технической системой, создаваемой при участии все большего количества специалистов. Каждый из этих специалистов обеспечивает решение конкретной задачи, однако на начальных стадиях разработки облика самолета требуются обобщения, устанавливающие принципиальную возможность удовлетворения противоречивым требованиям. Следует отметить, что к требованиям, носящим противоречивый характер, относятся требования по

аэродинамике и заметности самолета.

Как известно [2], взлетную массу самолета можно выразить в виде:

$$m_0 = m_k + m_{cy} + m_{oy} + m_T + m_{пн}, \quad (1)$$

где $m_k = m_{кр} + m_{ф} + m_{оп} + m_{ш} + m_{сур}$ – масса конструкции (планера); $m_{кр}$ – масса крыла; $m_{ф}$ – масса фюзеляжа; $m_{оп}$ – масса оперения; $m_{ш}$ – масса шасси; $m_{сур}$ – масса системы управления рулевыми поверхностями; m_{cy} – масса силовой установки; m_{oy} – масса оборудования и управления; m_T – масса топлива; $m_{пн}$ – масса полезной нагрузки (для боевых самолетов – масса вооружения, для военнотранспортных – масса перевозимого груза).

Уравнение существования самолета (уравнение взаимосвязи его свойств в нормированном виде) имеет следующий вид:

$$1 = \bar{m}_k + \bar{m}_{cy} + \bar{m}_{oy} + \bar{m}_T + \bar{m}_{пн}. \quad (2)$$

Уравнения (1), (2) взаимосвязывают не только массы агрегатов и частей самолета, но и свойства самолета, поскольку каждый элемент конструкции самолета имеет определенную массу, которая в общем случае чем меньше, тем более совершенным является соответствующий ей узел, агрегат, подсистема. Принципиально важно то, что коэффициент пропорциональности между относительными массами агрегатов и частей отражает тот уровень науки и техники, при котором происходит разработка и создание самолета.

Для данного уровня развития науки и техники значения параметров и характеристик самолета не могут быть какими угодно: изменение значений одних параметров и характеристик должно происходить обязательно за счет изменения других или за счет изменения взлетной массы, как правило, ее увеличения. Комплексы их значений должны обяза-

тельно удовлетворяют уравнениям (1), (2) существования самолета.

В работе [4] представлена ретроспектива изменения основных летно-технических и маневренных характеристик самолетов-истребителей: максимальной скорости, практического потолка, дальности, взлетно-посадочных характеристик и параметров, определяющих маневренные характеристики самолета. Показано, что использование других характеристик нецелесообразно, поскольку они носят, как правило, декларативный характер, методики их получения существенно разнятся, а приведение к единым условиям испытаниям сталкивается с определенными трудностями. Отмечено, что максимальные скорости серийных самолетов-истребителей находится в достаточно узком диапазоне, что позволяет конструктору ограничить рациональное значение максимальной скорости на высоте перспективных самолетов-истребителей величиной 2200-2500 км/ч. Отмечено, что практический потолок серийных самолетов-истребителей находится в достаточно узком диапазоне (около 20000 м). Показано, что величина максимальной установившейся перегрузки серийных самолетов-истребителей ограничена физиологическим пределом летчика в противоперегрузочном костюме. Сделан взвод о том, что постоянное повышение весовой отдачи конструкции планера и снижение удельного расхода топлива затрачивается на придание современному самолету-истребителю других свойств, в том числе, свойства «малой» заметности.

Уравнения существования самолета позволяют определить, какие именно комплексы свойств самолета можно реализовать при данном уровне развития науки и техники, однако для выбора рационального комплекса его свойств на этапе многовариантных проработок необходимо решать задачу, в которой уравнения существования играют роль ограничений, а успешность решения этой задачи зависит от правильности выбора критериев оценки конструктивно-компоновочных решений. Требования к критериям противоречивы. Необходимо, чтобы критерии выражали приоритет создания военного самолета, кроме того, они должны:

- обеспечивать оценку выполнения соответствующего требования к системе;
- быть чувствительным к альтернативам;
- быть простым и наглядным, иметь ясный физический смысл.

Для оценки конструктивно-компоновочных решений, принимаемых на начальной стадии синтеза самолета, в [5] разработан показатель радиолокационной заметности, а в [6] – показатель инфракрасной заметности самолетов боевой авиации. В [7] получена зависимость показателя инфракрасной заметности Z_j от показателя радиолокационной заметности Z для ряда современных самолетов-истребителей (рис. 1).

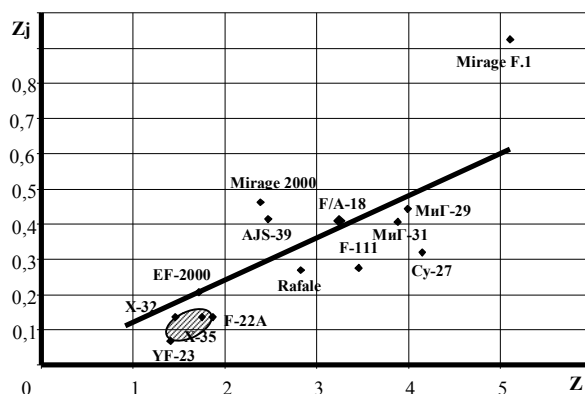


Рис. 1. Зависимость показателя инфракрасной заметности от показателя радиолокационной заметности самолетов-истребителей

Формально зависимость показателей радиолокационной и инфракрасной заметности может быть представлена в следующем виде:

$$Z_j = 0,12Z. \quad (3)$$

Следовательно [5 – 6],

$$\text{HDLS}_{\text{кр}}^{-1,5} = \text{const} \cdot \left(\frac{T_{\Gamma}^*}{T_{\Gamma \text{max}}^*} \right)^4 \left(\frac{1}{1+m} \right)^5, \quad (4)$$

где H, D, L – соответственно высота, длина, размах крыла; $S_{\text{кр}}$ – площадь крыла; $T_{\Gamma}^* \approx 2200 \text{ K}$ – температура горения стехиометрической керосиново-воздушной смеси; $T_{\Gamma \text{max}}^*$ – максимально допустимая температура газов за основной камерой сгорания двигателей; m – степень двухконтурности двигателей, соответствующая крейсерскому режиму полета. Следует отметить, что показатели радиолокационной и инфракрасной заметности самолетов-истребителей F-22A, F-35, YF-23, X-32, имеющих модификацию одного двигателя Pratt&Whitney F119-PW-100 в составе силовой установки, находятся в узком диапазоне значений (заштрихованная область на рис. 1). Самолеты F/A-18 и F-117A, имеющие в своем составе модификации одного турбореактивного двухконтурного двигателя (F404-GE), имеют разный заданный уровень радиолокационной заметности. Однако соотношение показателей инфракрасной заметности Z_j для самолетов F/A-18 и F-117A составляет 3,333, что близко к соотношению показателей радиолокационной заметности 3,39 и дополнительно подтверждает наличие взаимосвязи между этими показателями. Теоретический предел показателя инфракрасной заметности самолета-истребителя с одноконтурным турбореактивным двигателем составляет $\approx 2,5$. Таким образом, предельное значение показателя радиолокационной заметности самолета-истребителя с одноконтурным турбореактивным двигателем находится на уровне

значений, соответствующих современным самолетам-истребителям SAAB JAS-39 Gripen и Rafale.

Для прогнозирования летно-технических характеристик перспективных самолетов-истребителей по заданному уровню заметности (показатели Z , Z_j) используется показатель M_n , характеризующий маневренные и скоростные характеристики самолета-истребителя, и компоновочный показатель K_m (рис. 2).

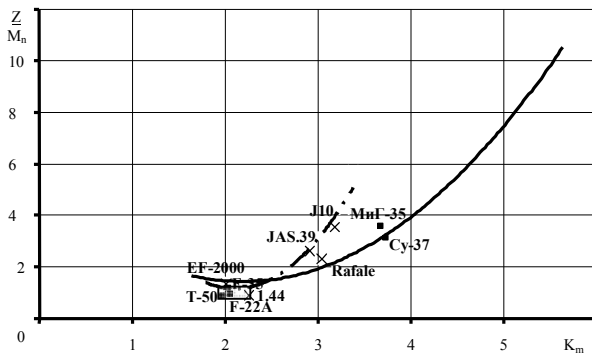


Рис. 2. Соотношения показателей самолетов-истребителей (■ – истребители нормальной аэродинамической схемы; × – истребители аэродинамической схемы «бесхвостка»)

Самолеты-истребители 5 поколения занимают весьма узкую область возможных значений показателей Z/M_n и K_m (заштрихованная область на рис. 2), при этом существенных преимуществ какой-либо аэродинамической схемы не наблюдается.

Вывод

Таким образом, можно сделать вывод о том, что взаимная связь показателей радиолокационной и инфракрасной заметности, маневренно-скоростного показателя дополняет уравнение существования самолета в виде ограничения возможности создания самолета с заданным уровнем заметности, что позволяет по заданным геометрическим параметрам самолета и уровне его заметности получить необходимые параметры силовой установки. При решении

обратной задачи формальная связь показателей радиолокационной и инфракрасной заметности позволяет по известным параметрам силовой установки и заданному уровню заметности оценить степень реализуемости варианта проектируемого самолета-истребителя.

Список литературы

1. Логинов В.В. Классификационные признаки поколений самолетов-истребителей / В.В. Логинов, Е.А. Украинец, А.В. Еланский // Системи озброєння і військова техніка. – Х.: ХУПС, 2014. – № 2. – С. 121-130.
2. Болховитинов В.Ф. Пути развития летательных аппаратов / В.Ф. Болховитинов. – М.: Оборонгиз, 1962. – 131 с.
3. Федосов Е.А. Авиация ПВО России и научно-технический прогресс: боевые комплексы и системы вчера, сегодня завтра: [монография] / Е.А. Федосов. – М.: Дрофа, 2004. – 816 с.
4. Анипко О.Б. Аэродинамический облик, радиолокационная и инфракрасная заметность самолетов военного назначения при их обнаружении: [монография] / О.Б. Анипко, В.Г. Башинский, Е.А. Украинец. – Запорожье: «АО Моторсич», 2013. – 250 с.
5. Анипко О.Б. Показатель радиолокационной заметности для оценки влияния принимаемых конструктивно-компоновочных решений на радиолокационную заметность самолета / О.Б. Анипко, Е.А. Украинец // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов. – Х.: НАКУ «ХАИ», 2008. – №1(52). – С. 7-14.
6. Анипко О.Б. Показатель инфракрасной заметности боевых летательных аппаратов для оценки влияния конструктивно-компоновочных решений на заметность / О.Б. Анипко, Е.А. Украинец // Інтегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ «ХПІ», 2009. – № 2. – С. 100-103.
7. Аніпко О.Б. Оцінка помітності літака-винищувача на основі рівняння існування / О.Б. Аніпко, Є.О. Українець // Системи озброєння і військова техніка. – 2010. – № 2(22). – С. 88-92.

Поступила в редколлегию 25.08.2014

Рецензент: канд. техн. наук, проф. Ю.И. Миргород, Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков.

ПОКАЗНИКИ ДЛЯ ОЦІНКИ СТУПЕНЯ МОЖЛИВОСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ ВАРІАНТА ЛІТАКА-ВИНИЩУВАЧА, ЩО ПРОЕКТУЄТЬСЯ

Є.О. Українець

Стаття присвячена встановленню зв'язку між основними параметрами планера та сигової установки перспективного літака-винищувача для раціонального розподілу складових зльотної маси по рівням захисту на етапі передескізного проектування. Залежність показника інфрачервоної помітності від показника радіолокаційної помітності дозволяє по заданим геометричним параметрам літака-винищувача, бажаному рівню його помітності отримати требуемые параметри сигової установки.

Ключові слова: рівняння існування літака, радіолокаційна помітність, інфрачервона помітність, силова установка, планер, показник.

PARAMETERS FOR THE ESTIMATION OF DEGREE OF THE REALIZABILITY OF VERSION OF THE DESIGNED FIGHTER AIRCRAFT

Ye.A. Ukrainets

The article is devoted interconnection establishing between main specifications of a glider and a power plant of the perspective fighter aircraft for rational distribution of components of take-off mass on protection levels at a stage before the conceptual design. The relation of an index of an infra-red visibility to an index of a radar visibility allows on the set geometric indices of the fighter aircraft, desirable level of its visibility to receive required indices of a power plant.

Keywords: the equation of existence of the airplane, a radar visibility, an infra-red visibility, a power plant, a glider, an index.