

УДК 629.735.33

А.В. АМБРОЖЕВИЧ, С.А. ЯШИН, А.С. КАРТАШЕВ

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОТНОСТИ КОМПОНОВКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ПОЛЕТА И МАССЫ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

На основании твердотельной реконструкции и статистической обработки получены зависимости массовых и геометрических характеристик существующих образцов самолетов от скорости полета. Исследования проведены с целью выработки априорных критериев, позволяющих решить задачу формирования облика легкого высокоскоростного беспилотного летательного аппарата.

беспилотный летательный аппарат, аэродинамические силы, масштабный фактор, плотность летательного аппарата, скорость полета аппарата, масса летательного аппарата

1. Постановка задачи исследований

Статья [1] была посвящена выявлению масштабных ограничений, возникающих при проектировании легкого высокоскоростного беспилотного аппарата. Основным из этих ограничений является рост плотности аппарата при уменьшении массы и, соответственно, размеров для заданной скорости полета. Тем самым обозначилась задача получения зависимости плотности компоновки от характерных размеров для существующих конструкций самолетов в явном виде. Следуя далее в данном направлении исследований логично проследить и возможность существования других функциональных зависимостей характеристик летательного аппарата от массы и скорости.

2. Пути решения задачи исследований

Для решения поставленной задачи был проведен реконструктивно-статистические исследования зависимостей скорости полета от массы летательного аппарата и характерных размеров.

Было построено 16 твердотельных моделей самолетов. Критерии отбора модельных образцов состояли в следующем:

– сходимость характеристик самолета, как минимум, по двум источникам;

– отбирались образцы конструкций, не предназначенные для достижения рекордных характеристик;

– для исследований специально подбирались самолеты разных классов, чтобы подтвердить универсальный характер выявленных зависимостей.

Скорость полета и масса исследуемых образцов были подобраны в порядке нарастания.

3. Результаты исследований

Для построения твердотельных моделей использовались чертежи, заимствованные из источников [2 – 5]. Сверенные исходные данные приведены в табл. 1. По построенным моделям были найдены исследуемые характеристики (табл. 1), на основании которых была построена зависимость отношения плотности компоновки самолета к плотности воздуха на высоте полета к скорости полета (рис. 1, ρ_c – плотность самолета, а ρ_e – плотность воздуха на высоте полета). Вид функции, представленной на рис. 1, позволяет проследить тенденцию роста плотности компоновки самолета вне зависимости от массы. Были также получены функциональные зависимости подъемной компоненты результирующей силы от скорости полета, характеризующей затраты на преодоление силы сопротивления (рис. 2, p_c – вес самолета, r_e – эквивалентная аэродинамическая

сила) и влияние массы на изменение внутреннего объема летательного аппарата (рис. 3, $S_{ЛА}$ – площадь поверхности, а $V_{ЛА}$ – объем ЛА).

Выводы

Анализ результатов, представленных на рис. 1 – 3, позволяет сделать следующие выводы.

1. Зависимость плотности компоновки от скорости полета (рис. 1) является основным ограничи-

вающим условием при проектировании. Так, для высокоскоростных ЛА плотность компоновки стремится к плотности керосина, т.е. к 100%.

2. Зависимость, представленная на рис. 2, показывает, как изменяется соотношение веса самолета к результирующей силе, создаваемой воздушным потоком. С ростом скорости это соотношение уменьшается, т.е. одной и той же результирующей силе воздушного потока соответствует убывающая поддерживающая компонента.

Таблица 1

Характеристики исследуемых самолетов

| № образцов | Образцы самолетов | Исходные данные | | | | Расчетные характеристики | | |
|------------|------------------------|-----------------|---------------------------------------|----------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|--|
| | | $v, \text{м/с}$ | $\rho_{\text{полета}}, \text{кг/м}^3$ | $H, \text{км}$ | $m_{\text{ЛА}}, \text{т}$ | $V, \text{м}^3$ | $S_{\text{ЛА}}, \text{м}^2$ | $\frac{\rho_{\text{ЛА}}}{\rho_{\text{В}}}$ |
| 1 | C-46 | 98,61 | 0,82 | 4 | 20,4 | 207,89 | 537,43 | 119,73 |
| 2 | S-2 "Трэкер" | 118,33 | 1,225 | 0 | 13,2 | 72,38 | 257,89 | 149,10 |
| 3 | M.R.3 "Шеклтон" | 134,72 | 0,849 | 3,6 | 44,5 | 276,56 | 683,62 | 189,31 |
| 4 | C-124 "Глоубмастер" | 136,11 | 0,625 | 6,4 | 88,2 | 914,3 | 1344,48 | 154,35 |
| 5 | C.160 "Трансаль" | 148,61 | 0,777 | 4,5 | 49,1 | 393,9 | 858,5 | 160,43 |
| 6 | КС-97Е "Стратофрейгер" | 166,7 | 0,556 | 76 | 79,4 | 525,65 | 983,17 | 271,61 |
| 7 | "Атлант" 1150 | 182,8 | 0,413 | 10 | 43,50 | 330,9 | 705,5 | 318,30 |
| 8 | C-141 "Старлифтер" | 221 | 0,46 | 9,1 | 143,6 | 888,9 | 1535,12 | 351,19 |
| 9 | B-52 "Стратофортресс" | 233,33 | 0,364 | 11 | 131 | 893,5 | 1744,8 | 402,79 |
| 10 | RD-808 | 236,1 | 0,364 | 11 | 5,3 | 29,8 | 125,98 | 488,61 |
| 11 | B-57A | 259,7 | 0,31 | 12,2 | 15,5 | 88,19 | 328,52 | 566,96 |
| 12 | RB-66 "Дестройер" | 265,3 | 0,364 | 11 | 26,3 | 115,9 | 397,46 | 621,75 |
| 13 | "Мистер" 4А | 275 | 0,312 | 12 | 6,5 | 25,33 | 141,3 | 822,48 |
| 14 | "Вогур" SQ-4050 | 305,6 | 0,4 | 1 | 20 | 52,78 | 256,6 | 947,33 |
| 15 | B-1A | 367,4 | 0,364 | 11 | 216,4 | 507 | 1101,4 | 1172,41 |
| 16 | F-100D "Супер Сейбр" | 386,11 | 0,365 | 11 | 13,9 | 27,27 | 386,11 | 1400,91 |

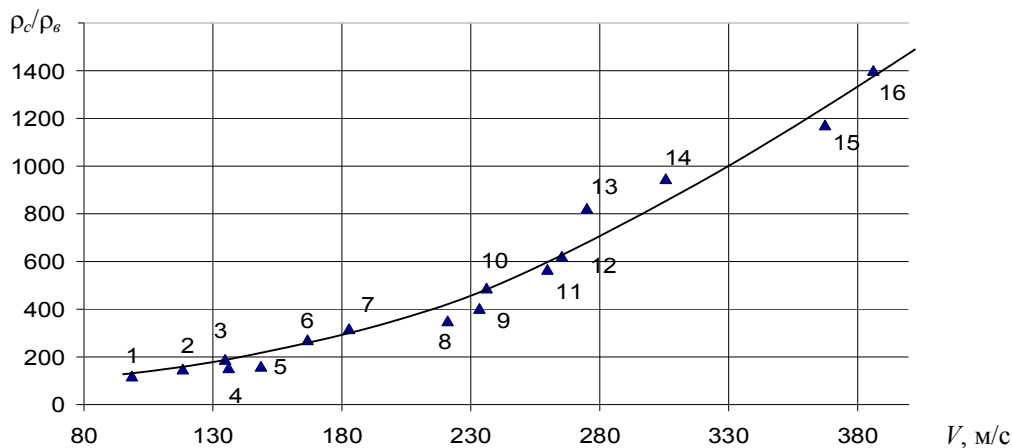


Рис. 1. Зависимость плотности самолета от скорости полета

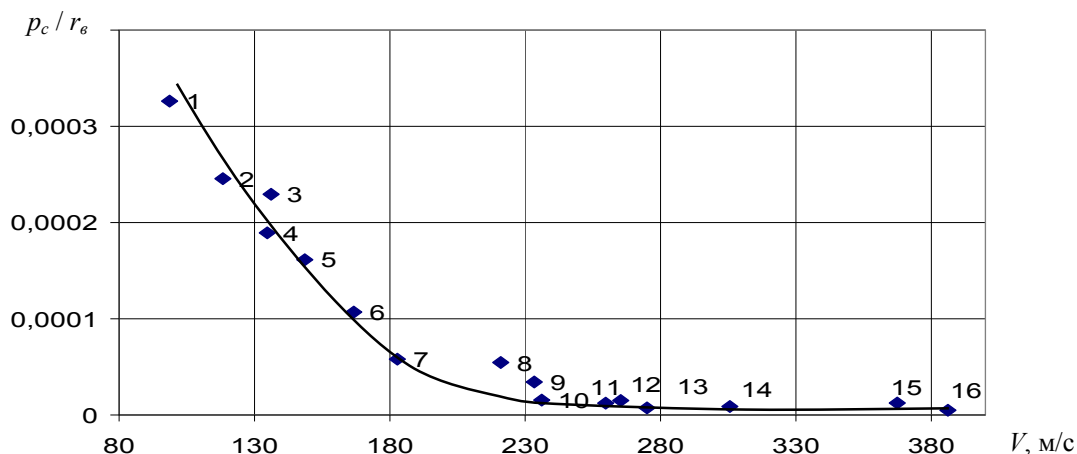


Рис. 2. Зависимость отношения сил от скорости полета

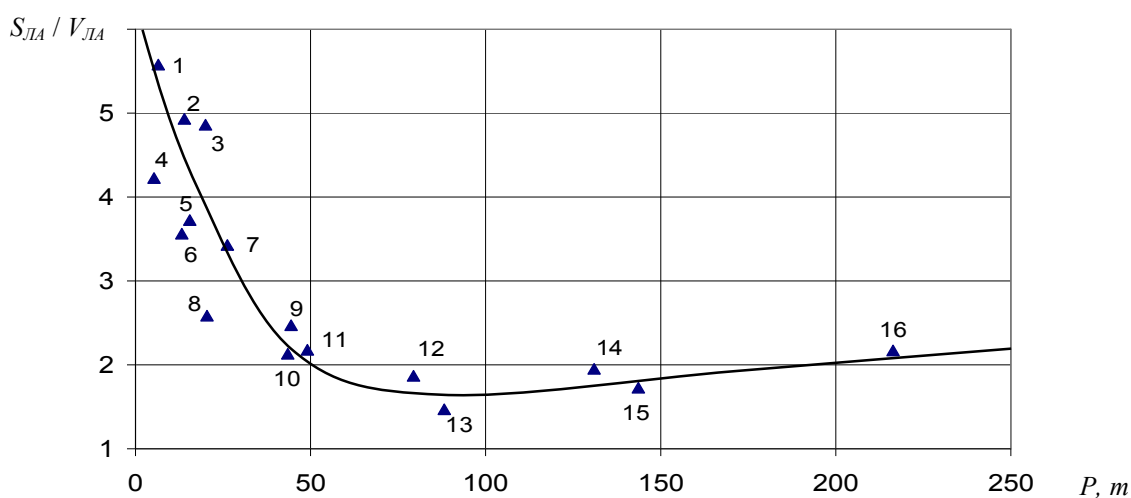


Рис. 3. Зависимость отношения площади самолета к объему в зависимости от массы ЛА

3. Зависимость на рис. 3 показывает, как с ростом массы изменяется внутренний объем, который может нести один m^2 площади самолета. Таким образом, для малоразмерных ЛА возможности размещения всех видов полезной нагрузки становятся наименее благоприятными.

Литература

1. Амброжевич А.В., Яшин С.А., Карташев А.С. Формирование облика легких беспилотных летательных аппаратов методом подобия // *Авиация и космонавтика*. – 2004. – № 3. – С. 25 – 29.

2. Данные по БЛА. – [Электр. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.aigwar.ru>.

3. Энциклопедия военной авиации. Version 1.0, 2001 KORAX. – [Электр. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.korax.narod.ru>.

4. Шелехов М.В., Гурьев М.Ф., Николаев В.Н., Талызин А.А. *Авиация капиталистических государств*. – М.: Воениздат, 1975. – 334 с.

5. Энциклопедия вооружений. – [Электр. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.akella.com>.

Поступила в редакцию 26.10.2004

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Н.В. Белан, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского “ХАИ”, Харьков.