

УДК 532.585

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛИ ФЮЗЕЛЯЖА С РАДИОЛОКАЦИОННЫМ КОМПЛЕКСОМ В ВИДЕ ДИСКА

Е. Н. Хамитова, В. А. Фролов

В работе исследованы несущие характеристики и лобовое сопротивление компоновки фюзеляж-антенна в зависимости от высоты расположения антенны над фюзеляжем. Получены коэффициенты подъёмной силы и лобового сопротивления для моделей в зависимости от углов атаки. Определены коэффициенты интерференции, учитывающие изменение подъёмной силы и лобового сопротивления. Результаты эксперимента показали немонотонную зависимость производной коэффициента подъёмной силы по углу атаки от высоты расположения радиолокационного комплекса над фюзеляжем. Доказано, что для достижения максимально несущих характеристик компоновок фюзеляжа с антенной следует антенну размещать на относительной высоте над фюзеляжем приблизительно равной  $\bar{h} = 1,9$ .

**Ключевые слова:** аэродинамика; самолёт ДРЛО; компоновка антенна-фюзеляж; коэффициент интерференции; несущие характеристики.

В настоящее время получили распространение антенны радиолокационных комплексов в виде круглого диска, который располагается над фюзеляжем и устанавливается на одном или двух пилонах. Представляет интерес исследование влияния высоты расположения антенны радиолокационного комплекса на аэродинамические характеристики системы фюзеляж-антенна.

### Условия и методы исследования

Для определения аэродинамических характеристик исследуемой системы тел использовался экспериментальный тензометрический метод измерения сил, действующих на модель.

В данном исследовании выбрана схема с одним пилоном, установленным в базовой плоскости самолёта. Общий вид исследуемой модели в двух проекциях изображён на рис. 1, где 1 – вставка для обтекателя антенны, 2 – пилон, 3 – хвостовая часть фюзеляжа модели, 4 – центральная часть фюзеляжа модели, 5 – носовая часть фюзеляжа модели, 6 – обтекатель антенны. Трёхмерное изображение модели, вы-

полненное в программе Компас 3D, представлено на рис. 2 А. Основные геометрические размеры модели приведены в табл. 1. Модель полностью напечатана на 3D принтере, в качестве материала был выбран пластик PET-G.

Испытания проводились в дозвуковой аэродинамической трубе (АДТ) Т-3 Самарского университета [1]. Площадь рабочей части АДТ равна 0,24 м<sup>2</sup>, скорость набегающего потока составила 25  $\frac{м}{с}$ , число Рейнольдса равно  $Re = 1,08 \times 10^6$ , а число Маха равно  $M = 0,072$ . На рис. 2 Б представлено фото модели в рабочей части аэродинамической трубы.

Эксперименты выполнены для моделей изолированного фюзеляжа, обтекателя антенны и для модели в сборке с пятью различными высотами установки антенны на пилоне. Относительные высоты расположения антенны, безразмерные по радиусу круглого фюзеляжа, составляли: 1 (поверхность антенны и фюзеляжа имели точку касания, схема высокоплана); 1,5; 2; 3; 4 (схемы парасоль). Диапазон углов атаки выбран следующим: от  $-2^\circ$  до  $10^\circ$  с шагом  $1^\circ$  градус. Исследуемые модели продувались трижды.

---

© Хамитова Е. Н., Фролов В. А., 2023.

Хамитова Екатерина Николаевна (katja31978@gmail.com), студент III курса института авиационной и ракетно-космической техники;

Фролов Владимир Алексеевич (frolov\_va\_ssau@mail.ru),

доцент кафедры конструкции и проектирования летательных аппаратов Самарского университета, 443086, Россия, г. Самара, Московское шоссе, 34.

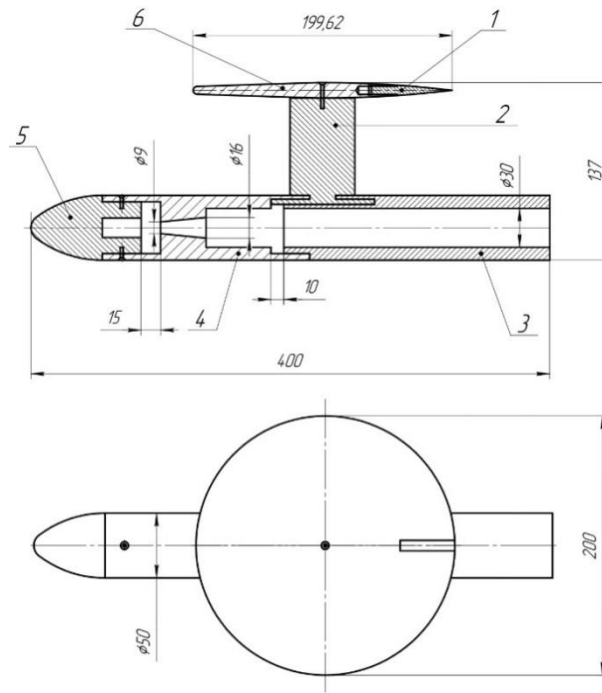
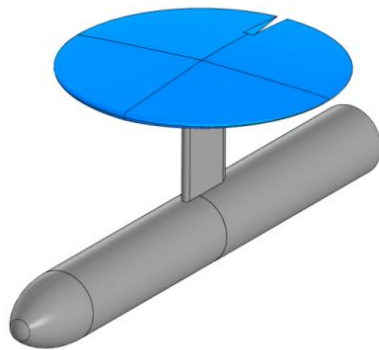
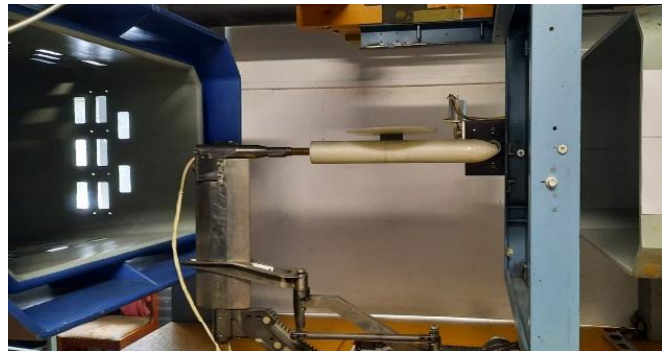


Рис. 1. Две проекции общего вида исследуемой модели (объяснения в тексте)



А



Б

Рис. 2. Внешний вид исследуемой модели с максимальной высотой расположения антенны (А) и с минимальной высотой расположения антенны в рабочей части АДТ (Б)

Таблица 1

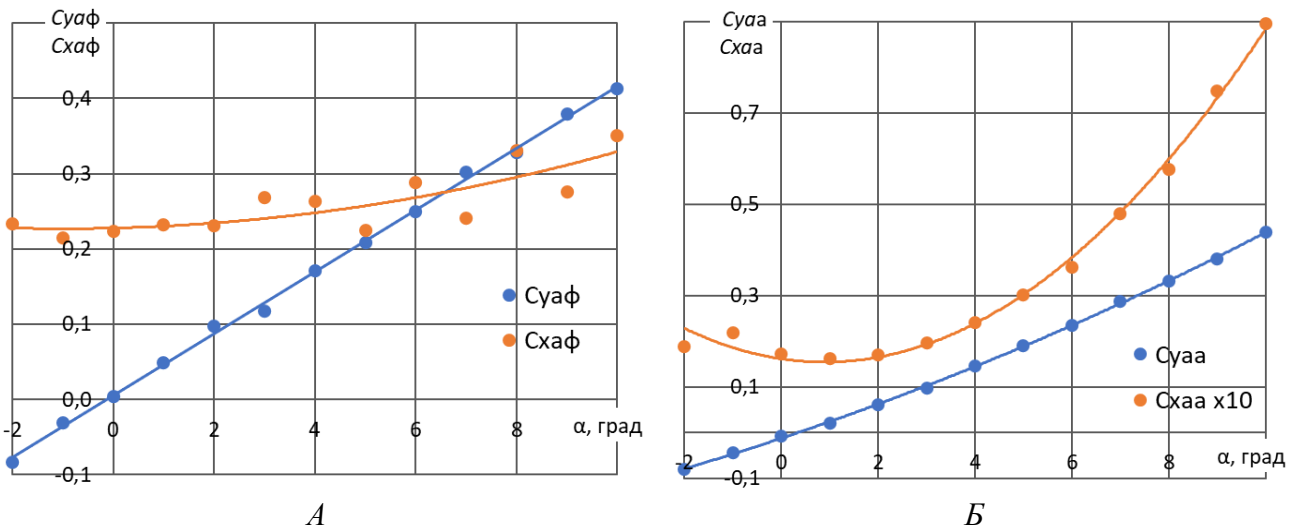
Основные характеристики исследуемой модели

Параметр	Обозначение	Величина	Размерность
Диаметр фюзеляжа	$d_{\phi}$	0,05	м
Диаметр антенны	$d_a$	0,2	м
Общая длина модели	$L$	0,4	м

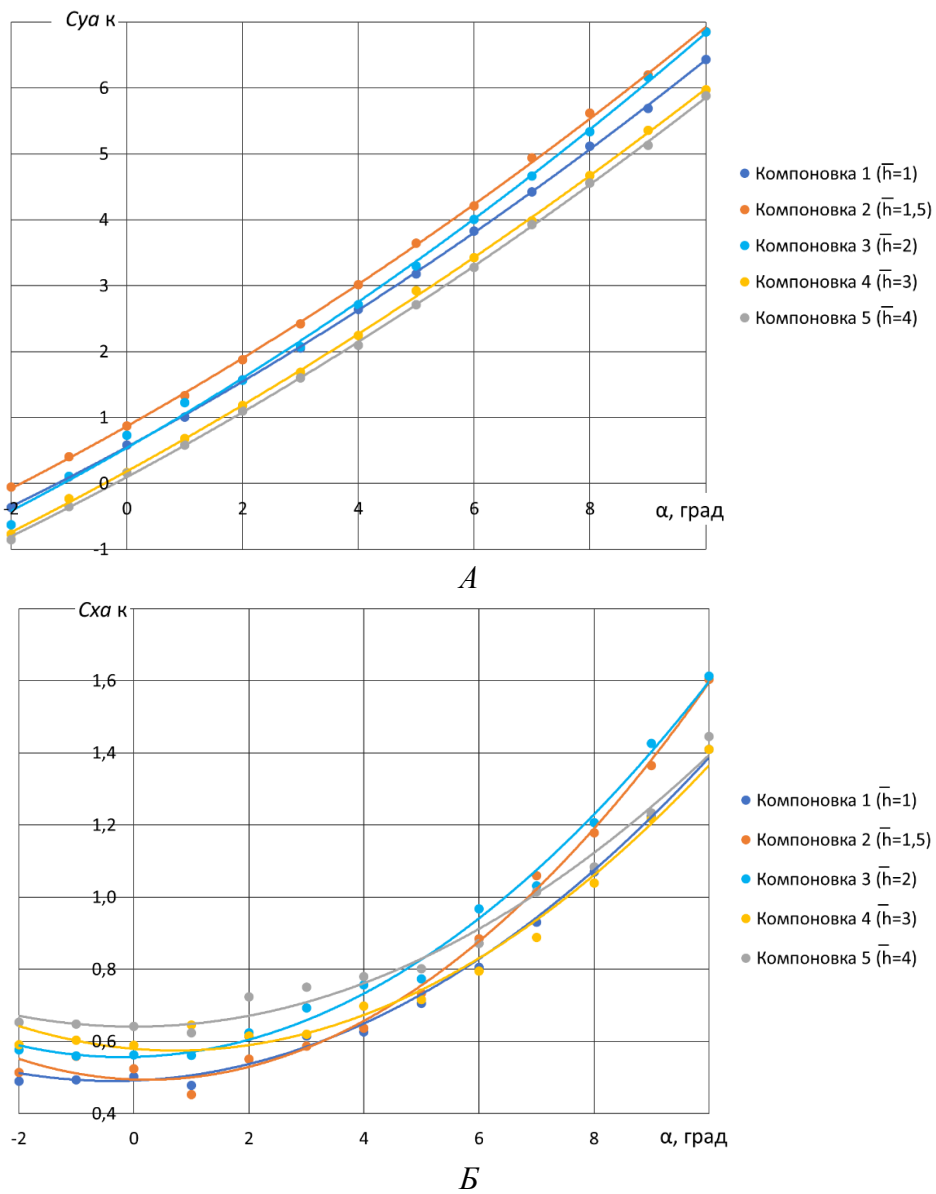
### Результаты и их обсуждение

Полученные зависимости коэффициента подъемной силы (синяя кривая) и лобового сопротивления (оранжевая кривая) для изолированных фюзеляжа и антенны от угла

атаки изображены на рис. 3 А и 3 Б, соответственно. Получены коэффициенты подъемной силы (рис. 4 А) и лобового сопротивления (рис. 4 Б) для моделей в сборке с пятью различными пилонами в зависимости от угла атаки.



**Рис. 3. Зависимости коэффициента подъёмной силы ( $C_{yaf}$ ) и лобового сопротивления ( $C_{xaf}$ ) для изолированного фюзеляжа (А) и для изолированной антенны (Б) от угла атаки**



**Рис. 4. Зависимости коэффициента подъёмной силы компонентов (А) и лобового сопротивления компонентов (Б) от угла атаки**

Введём коэффициенты интерференции, учитывающие изменение подъёмной силы  $K_{y(\phi+a)}$  и лобового сопротивления  $K_{x(\phi+a)}$ , по следующим формулам:

$$K_{y(\phi+a)} = \frac{(C_{yаk}^\alpha - C_{yаф}^\alpha)S_{м.ф}}{C_{yаа}^\alpha S_a},$$

$$K_{x(\phi+a)} = \frac{(C_{хаок} - C_{хаоф})S_{м.ф}}{C_{хаоа}S_a},$$

где  $C_{yаk}^\alpha, C_{yаф}^\alpha, C_{yаа}^\alpha$  – производные коэффициентов подъёмной силы комбинации фюзеляж-антенна, изолированного фюзеляжа и антенны, соответственно;  $S_{м.ф}, S_a$  – площади миделевого сечения фюзеляжа и площади антенны в плане, соответственно;  $C_{хаок}, C_{хаоф}, C_{хаоа}$  – коэффициенты лобового сопротивления при нулевом угле атаки комбинации фюзеляж-антенна, изолированного фюзеляжа и антенны, соответственно.

Результаты эксперимента показали немонотонную зависимость коэффициента интерференции подъёмной силы (рис. 5 А)  $K_{y(\phi+a)}$  от безразмерной высоты  $\bar{h} = h/r$  (где  $h$  – высота расположения антенны, расстояние от верхней поверхности фюзеляжа до горизонтальной плоскости симметрии антенны;  $r$  – радиус фюзеляжа), и монотонно возрастающую зависимость коэффициента интерференции лобового сопротивления (рис. 5 Б)  $K_{x(\phi+a)}$  от безразмерной высоты пилона.

Зависимость производной коэффициента подъёмной силы по углу атаки комбинации фюзеляж-антенна от высоты расположения радиолокационного комплекса над фюзеляжем показана на рис. 6.

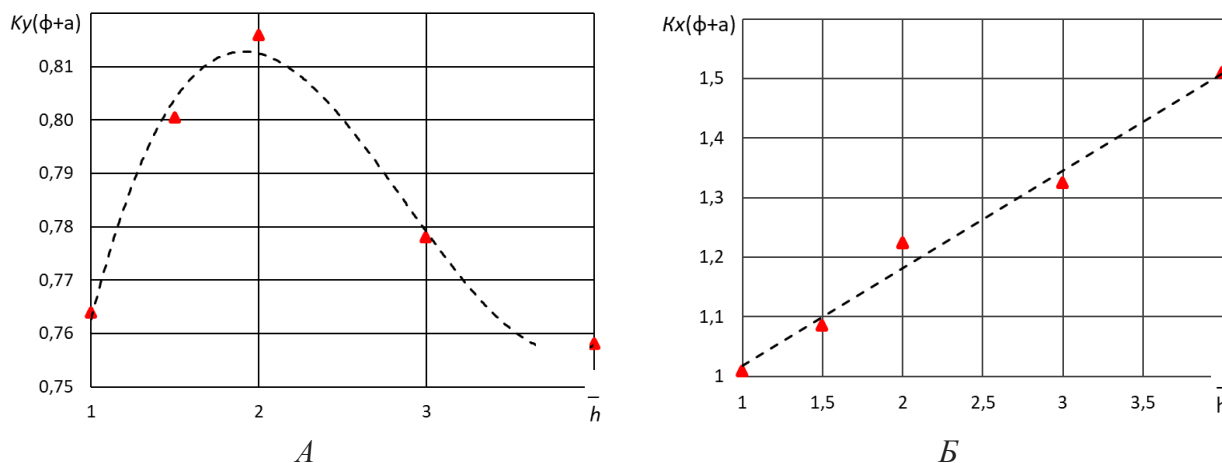


Рис. 5. Зависимость коэффициента интерференции подъёмной силы (А) и лобового сопротивления (Б) от безразмерной высоты пилона

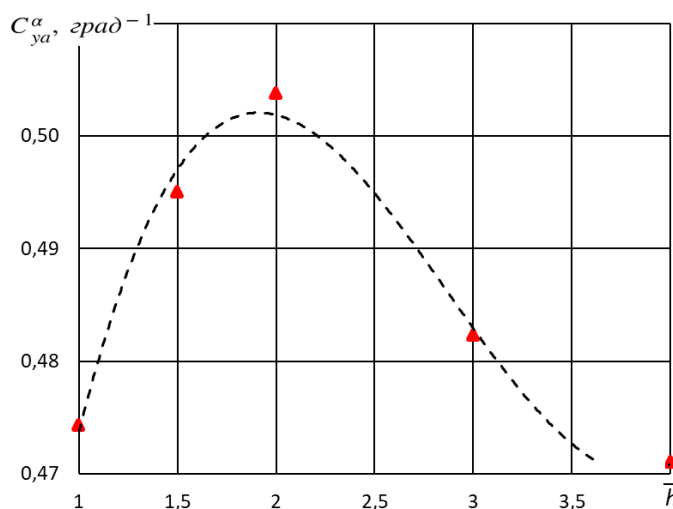


Рис. 6. Зависимость производной коэффициента подъёмной силы компоновки по углу атаки от безразмерной высоты пилона

Установлено, что существует определённая высота расположения антенны, при которой отмечается максимальное значение производной коэффициента подъёмной силы по углу атаки комбинации фюзеляжа и антенны.

### Заключение

Исследованы несущие характеристики и лобовое сопротивление компоновки фюзеляж-антенна в зависимости от высоты распо-

ложение антенны над фюзеляжем. Установлено, что максимальные несущие характеристики компоновок фюзеляжа с антенной достигаются на относительной высоте антенны над фюзеляжем приблизительно равной  $\bar{h} \approx 1,9$ .

### Литература

1. Вузовская учебно-исследовательская аэродинамическая труба / В. А. Комаров, В. В. Тарасов, В. А. Фролов [и др.] // Полёт. 2006. № 10. С. 23–40.

## STUDY OF AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF A FUSELAGE MODEL WITH A RADAR COMPLEX IN THE FORM OF A DISK

E. N. Khamitova, V. A. Frolov

The paper investigated lifts and drag of the fuselage-antenna combination depending on the height of the antenna location above the fuselage. The lift and drag coefficients for the models were obtained depending on the angles of attack. Interference coefficients are determined, taking into account changes in lift and drag. The results of the experiment showed a non-monotonic dependence of the derivative of the lift coefficient with respect to the angle of attack on the height of the location of the radar complex above the fuselage. It has proven that in order to achieve the maximum lift of fuselage-antenna combination, it is better to place the antenna at a relative height above the fuselage approximately equal to  $\bar{h} = 1,9$ .

**Key words:** aerodynamics; AWACS aircraft; antenna-fuselage combination; interference coefficient; lift characteristics.

*Статья поступила в редакцию 27.09.2023 г.*

---

© Khamitova E. N., Frolov V. A., 2023.

Khamitova Ekaterina Nikolaevna (katja31978@gmail.com), IIIrd year student of the Institute Aeronautical and Space Rocket Engineering;

Frolov Vladimir Alekseevich (frolov\_va\_ssau@mail.ru),

associate professor of the Department of Aircraft Construction and Design of Samara University, 443086, Russia, Samara, Moskovskoye shosse, 34.