

УДК 629.7.022; 623.624.9

Є.О. Українець

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛЕЙ ФЮЗЕЛЯЖІВ КЛАСИЧНОЇ І «МАЛОПОМІТНОЇ» ФОРМИ

*В статті представлені результати експерименту в аеродинамічній трубі з моделями фюзеляжів з різними площами міделевих перетинів трикутної і круглої форми для визначення співвідношення між рівнем радіолокаційної помітності і аеродинамічною досконалістю при зміні форми фюзеляжу літака. В результаті обробки експериментальних даних отримана залежність коефіцієнтів лобового опору, аеродинамічної підйомної сили і аеродинамічної якості від кута атаки. На основі аналізу отриманої залежності зроблені висновки по відмінності характеру обтікання фюзеляжів трикутної і круглої форми поперечного перетину.*

**Ключові слова:** фюзеляж, радіолокаційна помітність, аеродинамічні характеристики, модельний експеримент, аеродинамічна труба.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Фюзеляж вносить істотний внесок, як в рівень радіолокаційної помітності, так і в сумарні аеродинамічні характеристики всього літака. Так, в літаках інтегральної схеми (МиГ-29, Су-27, F-16, F-22A), об'єднуючої в єдине ціле крило і

фюзеляж, до 40 % підйомної сили всього літака створюється фюзеляжем. В роботах [1, 2] показана перевага в радіолокаційній помітності фюзеляжу трикутної форми поперечного перетину, у тому числі, за рахунок оптимального розподілу радіопоглинаючого матеріалу по поверхні, проте вивчення впливу форми фюзеляжу на аеродинамічні характеристики виходило

за рамки цих і інших відомих робіт. Таким чином, визначення співвідношення між рівнем радіолокаційної помітності і аеродинамічною досконалістю при зміні форми фюзеляжу літака є актуальною науково-практичною проблемою.

Метою статті є представлення результатів експерименту в аеродинамічній трубі Т-1 з моделями фюзеляжів трикутної і круглої форми поперечного перетину за умови рівності внутрішнього об'єму.

Для проведення експерименту в аеродинамічній трубі Т-1 Харківського університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба (табл. 1) з тонкого листового металу виготовлені моделі фюзеляжів з круглою і трикутною формою поперечного перетину при дотриманні умови рівності площ міделевих перетинів. Креслення моделей представлено на рис. 1, схема проведення експерименту – на рис. 2, фотографії зовнішнього вигляду моделей в робочій частині аеродинамічної труби – на рис. 3.

Таблиця 1  
Основні дані аеродинамічної труби Т-1

Розміри робочої частини:	
Ширина	1,0 м
Висота	0,7 м
Довжина	1,3 м
Ступінь підтискання сопла	5
Діаметр вентилятора	1,5 м
Відносний діаметр втулки вентилятора	0,5
Швидкість потоку:	
Максимальна	50 м/с
Мінімальна	1,5 м/с
Характеристики	
Число обертів вентилятора /максимальне/	1000 об/хв
Потужність приводного електромотору	30 кВт
Аеродинамічна якість труби /з решіткою/	2,7
Початковий рівень турбулентності в робочій частині	1,2 %

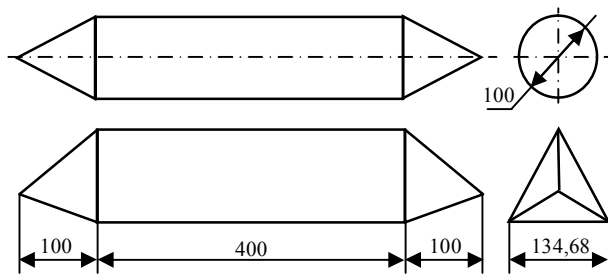


Рис. 1. Креслення моделей фюзеляжів

Вибраний метод дослідження – ваговий експеримент, при цьому умови проведення аеродинамічних випробувань в аеродинамічній трубі Т-1 відповідали нормальним умовам, встановленим для засобів вимірювань аеродинамічного випробувального комплексу (ГОСТ 8.395-80) [3-7]. Діапазон швидкостей в робочій частині аеродинамічної труби, при якому проводилися дослідження, вимірювався методом перепаду тиску у форкамері і робочій частині та склав 32,28...32,75 м/с, що відповідає числу Рейнольдса  $Re \approx 1,4 \cdot 10^6$ , розрахованому по довжині моделей.

Отримані в результаті обробки експериментальних даних залежності коефіцієнтів лобового опору, аеродинамічної підйомної сили і аеродинамічної якості від кута атаки представлені на рис. 4 –6 відповідно, при цьому залежність, що відноситься до фюзеляжу з круглою формою поперечного перетину, позначена ромбами, а до фюзеляжу з трикутною формою поперечного перетину – квадратиками.

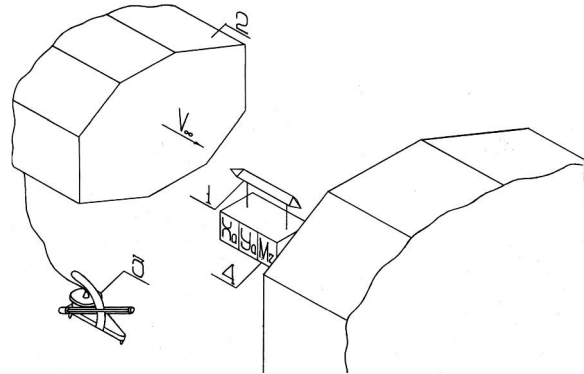
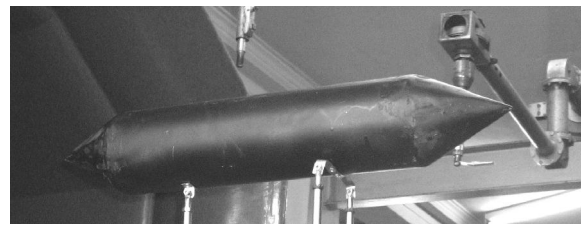
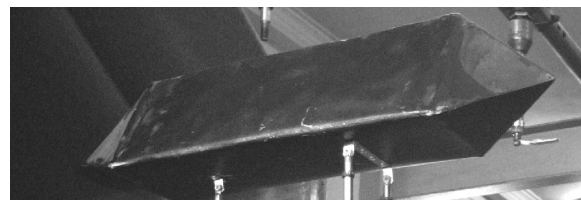


Рис. 2. Схема проведення модельного експерименту 1 – модель фюзеляжу; 2 – розтруб аеродинамічної труби; 3 – мікроманометр; 4 – трьохкомпонентні аеродинамічні терези)



а



б

Рис. 3. Фотографії досліджуваних моделей фюзеляжів в робочій частині аеродинамічної труби Т-1: а – модель фюзеляжу з круглою формою поперечного перетину; б – модель фюзеляжу з трикутною формою поперечного перетину

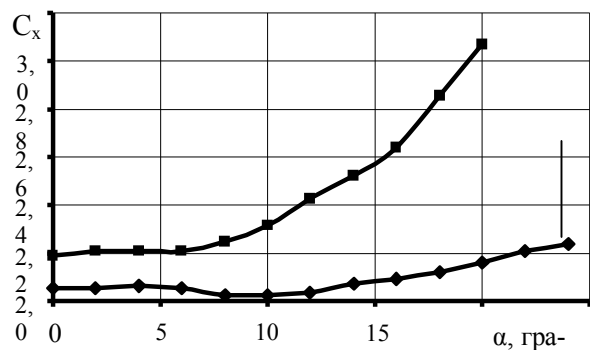


Рис. 4. Залежність коефіцієнтів лобового опору моделей фюзеляжів від кута атаки

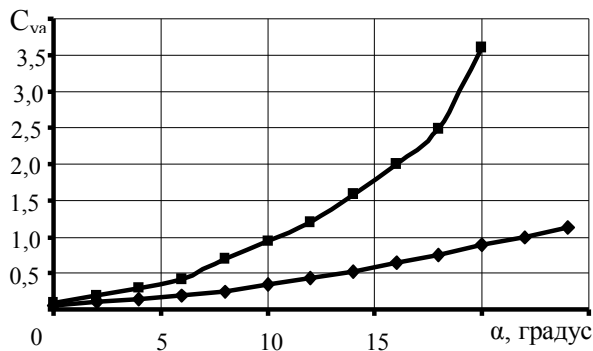


Рис. 5. Залежність коефіцієнтів підйомної сили моделей фюзеляжів від кута атаки

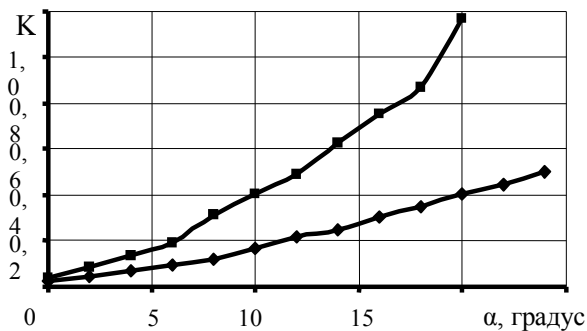


Рис. 6. Залежність аеродинамічної якості моделей фюзеляжів від кута атаки

При знерозмірюванні аеродинамічних сил в якості характерного розміру приймалася площа міделевого перетину.

Аналіз представленої залежності дозволяє зробити наступні висновки:

- лобовий опір фюзеляжу трикутної форми перетину при кутах атаки до  $6^\circ$  більше, ніж у фюзеляжу округлої форми на  $\approx 10\%$ , що задовільно пояснюється більшою ( $\approx 28\%$ ) змочуваною поверхнею фюзеляжу трикутної форми перетину;

- принципово різно створюється підйомна сила фюзеляжів трикутної і округлої форми перетину, при цьому у фюзеляжу трикутної форми перетину виявляється індуктивний опір. Характер отриманої залежності

ті коефіцієнтів лобового опору і підйомної сили фюзеляжу трикутної форми перетину близький до характеру аналогічної залежності крила малого подовження;

- оскільки кромки моделі фюзеляжу трикутної форми перетину були виконані затупленими, в подальшій роботі передбачається докладне вивчення картини обтікання моделі фюзеляжу трикутної форми перетину з ретельно загостреними бічними кромками, розвитку вихрових структур за фюзеляжем. В даний час проводиться модельний експеримент в безеховій камері надвисоких частот Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна для визначення рівнів радіолокаційної помітності фюзеляжів різної форми.

## Список літератури

1. Василець В.А. Выбор оптимальной формы фюзеляжа беспилотного летательного аппарата с целью снижения его ЭПР // Радиотехника: всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2003. – Вып. 132. – С. 23-26.
2. Василець В.А. Снижение средней эффективной поверхности рассеяния объекта сложной формы при оптимальном распределении ограниченного количества радиопоглощающего материала на его поверхности // Радиотехника. – 2002. – Вып. 129. – С. 69-72.
3. Радциг А.Н. Экспериментальная гидроаэромеханика / А.Н. Радциг. – М.: МАИ, 2004. – 296 с.
4. Соляник П.Н. Экспериментальная аэродинамика: [учебн. пособ. по лабораторному практикуму] / П.Н. Соляник, М.Л. Сургалю, В.В. Чмовж. – Х.: ХАИ, 2007. – 96 с.
5. Дубов Б.С. Моделирование условий полета летательных аппаратов при испытаниях в аэродинамических трубах: [учебн. пособ.] / Б.С. Дубов, А.Н. Радциг, Н.В. Семенчиков, О.В. Яковлевский. – М.: МАИ, 2004. – 76 с.
6. Дубов Б.С. Сертификационное обеспечение аэродинамических испытаний: [учебное пособие] / Б.С. Дубов, А.Н. Радциг, Н.В. Семенчиков, О.В. Яковлевский. – М.: МАИ, 2004. – 84 с.
7. Аэродинамика, устойчивость и управляемость сверхзвуковых самолетов / под ред. Г.С. Бюшгенса. – М.: Наука, Физматлит, 1998. – 816 с.

Надійшла до редколегії 17.02.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.Б. Аніпко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛЕЙ ФЮЗЕЛЯЖЕЙ КЛАССИЧЕСКОЙ И «МАЛОЗАМЕТНОЙ» ФОРМЫ

Е.А. Украинец

В статье представлены результаты эксперимента в аэродинамической трубе с моделями фюзеляжей с равными площадями миделевых сечений треугольной и круглой формы для определения соотношения между уровнем радиолокационной заметности и аэродинамическим совершенством при изменении формы фюзеляжа самолета. В результате обработки экспериментальных данных получены зависимости коэффициентов лобового сопротивления, подъемной силы и аэродинамического качества от угла атаки. На основе анализа полученных зависимостей сделаны выводы по различию характера обтекания фюзеляжей треугольной и круглой формы поперечного сечения.

**Ключевые слова:** фюзеляж, радиолокационная заметность, модельный эксперимент, аэродинамическая труба.

## EXPERIMENTAL DETERMINATION OF AERODYNAMIC DESCRIPTIONS OF MODELS FUSELAGES OF CLASSIC AND BARELY «VISIBLE» FORM

Ye.A. Ukrainets

In the article the results of experiment in a wind-channel with the models of fuselages with the equal areas of midedel sections of three-cornered and round form for determination of correlation between the level of radio-location noticeable and aerodynamic perfection at the change of form of fuselage of airplane are presented. As a result of the experimental data processing dependences of coefficients of head-resistance, carrying capacity and aerodynamic quality from the corner of attacks are collected. On the basis of analysis of the got dependences conclusions on distinction of character of flowline of fuselages of three-cornered and round form of transversal section around are done.

**Keywords:** fuselage, radio-location noticeable, aerodynamic descriptions, model experiment, wind-channel.