

УДК 629.735.33.018:533.6.07

Ю. А. КРАШАНИЦА, А. ХОШМАНДИ

*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского  
«Харьковский авиационный институт», Украина*

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕМЕНТОВ НЕСУЩИХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

*Несмотря на активное развитие методов теоретической аэрогидродинамики, совершенствование математических моделей и построение корректных методов их численной аэродинамики, создатели новых образцов авиационной техники по-прежнему во многих случаях отдают предпочтения достоверным результатам экспериментальных исследований, невзирая на их высокую стоимость и трудоёмкость, а также невозможность моделирования экстремальных полётных ситуаций. Представлены результаты систематических экспериментальных исследований важнейших аэродинамических характеристик элементов несущих систем, таких как подъёмная сила, сила сопротивления, а также моменты телесных профилей и крыльев конечного размаха произвольной формы в плане и пространственной конфигурации. Экспериментальные исследования проводились в аттестованных аэродинамических трубах Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского «ХАИ» при параметрах подобия: степени турбулентности и числа Рейнольдса, соответствующих условиям эксплуатации объектов транспортной авиации.*

**Ключевые слова:** аэродинамические трубы, техника эксперимента; телесный аэродинамический профиль; крылья конечного размаха произвольной формы в плане; аэродинамические характеристики.

### Введение

С незапамятных времён люди с восхищением и завистью провожали взглядом пролетающую птицу, бегущие по небу облака, застывшую в воздухе стрелку и вдруг метнувшуюся в сторону. Они видели, как разносятся в тёплый, погожий день лёгкие белые паутинки, пушистые семена одуванчика, жёлтые листья деревьев.

Примеры полёта в природе манили человека, заставляли самому что-то попробовать, что-то начать делать. Предпринимались попытки летать, с неподвижно распластанными машущими крыльями, подобно парящим птицам.

Полет человека совершенствовался постепенно. Были времена, когда летали в висячем положении, на «этажерках», сидя на скамейке в лётных очках и пробковом шлеме. Затем летали в открытых кабинах, защищённых небольшим ветровым козырьком, потом в закрытых кабинах с прозрачными фонарями. И всюду была своя романтика.

Все это стремительное развитие авиационной и ракетно-космической техники во многом связано с достижениями таких наук как аэрогидродинамика и газовая динамика как единство научно-созидательного творчества и глубокого соответствующего и всеобъемлющего образования, и являются мето-

дами и механизмами познания и необходимого влияния на определяющие параметры среды обитания человечества, управления процессами жизнедеятельности и прогнозирования его благополучного существования.

Начало науки о полете летательных аппаратов в воздухе было положено Н. Е. Жуковским [1]. Он создал много трудов по теории авиации, гребных винтов, полете птиц, явлений смерча, вихревых движений, ветродвигателей и т.д. Профессор Н. Е. Жуковский внёс неоценимый вклад в процессы становления и развития экспериментальной аэродинамики.

Аэродинамика – это наука, изучающая законы движения воздуха (газа) и силовое взаимодействие между телом и обтекающим его потоком.

Аэродинамические исследования в последнее время становятся актуальными не только в авиации, но и в автомобилестроении, высотном строительстве, трубопроводном транспорте. Рассматриваем ли мы движение самолёта, ракеты, пули, вертолёт, автомобиля, лопасти вентилятора или ветродвигателя, парашюта, а также полет птицы, насекомого, летучей рыбы, кленового семечка или явления водяного, песчаного смерча – везде, во всем этом многообразии мы встречаемся с особенностью аэродинамического воздействия воздуха.

Бесчисленны примеры в технике и в природе взаимодействия тел с воздушной средой. Что происходит в потоке воздуха? Что получится, если в этот поток поместить тело или, наоборот, тело заставить двигаться в неподвижной среде? Ответы на подобные вопросы даёт аэрогидрогазодинамика.

### Экспериментальная база

За более чем столетнее развитие авиации Украина достигла больших успехов и вошла в число немногих стран, которые обладают полным технологическим циклом создания летательных аппаратов, авиационных двигателей и ракет.

Одной из причин быстрого развития этих отраслей стали значительные успехи в области гидрогазодинамики и прикладной аэродинамики, вобравшей в себя не только достижения современной аэродинамической теории, но и, прежде всего, экспериментальной аэромеханики. В решении огромного числа задач аэромеханики, ни один из методов не играет такую роль, как метод экспериментов в аэродинамических трубах. Необходимость экспериментирования на моделях, заменяющих натурный объект, диктуется рядом объективных условий и, в частности, невозможностью эксперимента на натурном объекте. Поэтому, при создании самолёта, ракеты или космического корабля с момента разработки и до стадии окончательной сборки аппарата (до первого полёта) используются результаты наземных испытаний, и в первую очередь испытание на моделях в аэродинамических трубах. Таким образом, аэродинамическим трубам в настоящее время принадлежит ведущая роль и, по-видимому, такая же роль будет принадлежать им и в обозримом будущем, при создании новых образцов авиационно-космической техники, несмотря на развитие иных методов эксперимента, таких как баллистические испытания, полет радиоуправляемых динамически-подобных моделей, метод аналогий, вычислительных методов и т.д.

В целом, как показывает практика, от мощности и уровня аэродинамической экспериментальной базы зависит проведение необходимого объёма наземных исследований, продолжительность разработки и, в конечном счёте, качество вновь созданных летательных аппаратов.

Кроме того, проведение необходимого объёма наземных испытаний позволяет сократить затраты на дорогостоящие лётные испытания и доработку изделий в процессе их производства и эксплуатации.

Аэродинамические экспериментальные исследования выполняются в развитых странах мира в большом объёме. В настоящее время в мире насчитывается около 1300 аэродинамических труб раз-

личного назначения [2]. В Украине в ОКБ, в профильных подразделениях НАН Украины и университетах в эксплуатации находится порядка 10 аэродинамических труб, из них 4 в Национальном аэрокосмическом университете им. Н. Е. Жуковского «ХАИ». Большое внимание уделяется созданию экспериментальных лабораторий, развитию техники и методики аэродинамического эксперимента, обеспеченного современной элементной базой именно потому, что наиболее совершенные современные математические модели аэродинамики и газовой динамики летательных аппаратов, описывающие многофакторные процессы взаимодействия реальной среды с обтекаемым объектом, не в полной мере способны отразить все сопутствующие эффекты. Однако в опубликованных работах [3 - 5] представлены результаты ограниченного вида исследований, таких как обтекание изолированного профиля при малых числах Рейнольдса без учёта развитой механизации, а также отсутствуют данные об аэродинамических характеристиках механизированных крыльев конечного размаха сложной пространственной формы, движущихся также и вблизи поверхности раздела. Посадочная механизация крыла является одним из примеров преждевременных изобретений в авиации. Появившись ещё до первой мировой войны, она получила распространение только через два десятилетия, когда возникла необходимость изменять аэродинамические свойства крыла в зависимости от режима полёта. С середины 30-х годов и до сегодняшнего времени щитки и закрылки являются обычными компонентами несущих систем тяжёлых многомоторных самолётов, часто применялись и на одномоторных машинах.

Интенсивное развитие численных методов решения задач аэродинамики [6] не в полной мере отражает реальные физические процессы и явления и пока не даёт надёжные результаты, востребованные создателями объектов аэрокосмической техники.

Кафедра аэрогидродинамики Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» имеет крупнейший на Украине аэродинамический комплекс, состоящий из дозвуковой и сверхзвуковой лабораторий. Постановлением Кабинета Министров Украины № 1709 от 19.12.01 и приказом Министерства образования и науки Украины № 320 от 03.06.02 ему присвоен статус «Национальное научное достояние Украины». На протяжении 30 лет для АНТК им. Антонова, АНТК им. Туполева, ТАНТК им. Бериева, ММЗ им. Мяснищева, ОКБ им. Яковлева, ГККБ «Луч», КБ «Южное», ХМЗ им. Малышева, НИИТранспрогресс, Морнефтегаз, автомобильных заводов ЗАЗ и КрАЗ, при наличии развитой экспериментальной базы и компьютерных технологий

теоретических исследований, а также коллектива высококвалифицированных учёных и специалистов, выполняются фундаментальные и прикладные аэродинамические исследования в широком диапазоне скоростей и режимов (числа М:  $0 \div 4,5$ ; числа Re:  $0,5 \cdot 10^6 \div 4,7 \cdot 10^6$ ), в том числе:

- формирование облика и выбор рациональных параметров летательных аппаратов различного назначения;

- проектирование аэродинамической компоновки и структуры управления летательным аппаратом;

- испытание масштабных аэродинамических моделей в трубах в сочетании с комплексом физических и теоретических исследований;

- разработка методов энергетического увеличения подъёмной силы летательных аппаратов;

- аэродинамические испытания ветросиловых устройств по преобразованию энергии ветра в другие виды энергии;

- экспериментальные аэродинамические испытания макетов зданий, микрорайонов и инженерных сооружений;

- экспериментальные исследования по аэродинамике наземного транспорта (автомобили, тепловозы, высокоскоростные поезда).

Кафедра поддерживает и развивает научные и творческие связи с национальными и зарубежными научными учреждениями и учебными заведениями. Лабораторно-экспериментальная база кафедры аэрогидродинамики университета, по независимым экспертным оценкам, в полной мере соответствует техническому уровню и методическому обеспечению аналогичных лабораторий известных зарубежных аэрокосмических центров и профильных университетов [2]. Причём развитой экспериментальной базой не только аэродинамики, но и прочности, акустики обладают практически все страны Европейского Союза (Англия, Бельгия, Германия, Италия, Испания, Нидерланды, Франция, Швейцария, Швеция), но также США и Канада.

Таким образом, в Национальном аэрокосмическом университете им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт» на базе широкого спектра фундаментальных научных исследований осуществлена реальная возможность проведения физического и вычислительного экспериментов, построения современного учебного процесса подготовки и переподготовки специалистов, в том числе высшей квалификации, по механике жидкостей и газов, аэродинамике и газодинамике летательных аппаратов, динамике полёта, безопасной эксплуатации аэрокосмической техники и авиации общего назначения.

Представленные в работе результаты экспериментальных исследований проводились в аттесто-

ванных аэродинамических трубах Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского «ХАИ» при параметрах подобия: степени турбулентности и числе Рейнольдса, соответствующих условиям эксплуатации транспортной авиации. Это лабораторное оборудование было создано более 50-ти лет назад. В 2000 - х годах силами коллектива кафедры была проведена широкомасштабная реставрация аэрогидравлических установок и систем обеспечения, а дозвуковые аэродинамические трубы Т-3 (рис. 1) и Т-5 (рис. 2) приведены в соответствие с требованиями госстандартов и укомплектованы аппаратурой, позволяющей проводить учебный процесс и научные исследования с целью изучения аэродинамических характеристик летательных аппаратов и их частей в режиме реального времени.



Рис. 1. Аэродинамическая труба Т-3 ХАИ: длина рабочей части – 2,2 м, диаметр сопла – 1,5 м, скорость потока в рабочей части трубы – 0,5 - 45 м/с, начальная степень турбулентности потока – 0,65 %

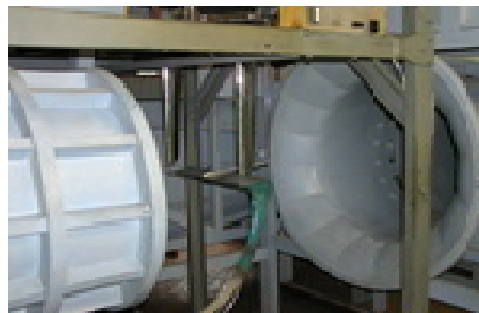


Рис. 2. Аэродинамическая труба Т-5: длина рабочей части – 1,5 м, диаметр рабочей части – 0,75 м, максимальная скорость потока в рабочей части трубы – 40 м/с, начальная степень турбулентности потока – 0,8 %

В аэродинамической трубе Т-3 ХАИ (см. рис. 1) проведены широкомасштабные исследования аэродинамических характеристик масштабной модели прямоугольного в плане крыла с механической механизацией с удлинением  $\lambda = 1 \div \infty$  (профиль) (рис. 3) также и вблизи плоской поверхности раздела, которая моделировалась зеркально отображённой системой. Бесконечное удлинение крыла создавалось концевыми шайбами.

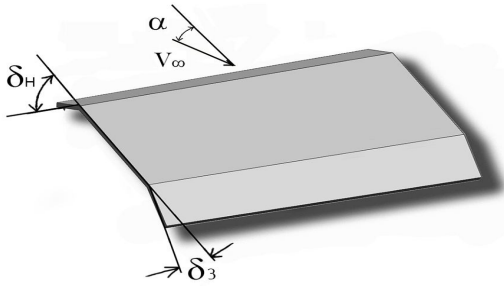


Рис. 3. Прямоугольное крыло конечного размаха с отклоняющимся закрылком и носком, относительная толщина – 5 % под углом атаки –  $\alpha^0$

Продувки выполнялись при числе Рейнольдса  $Re = 0,35 \cdot 10^6$ , а расстояние от задней кромки крыла до поверхности раздела в относительных единицах составляло  $h = 0,05 \div \infty$ . Весовые испытания проводились с помощью тестированных многокомпонентных аэродинамических весов.

На рис. 4 и 5 представлены некоторые результаты широкомасштабных экспериментальных испытаний, в процессе которых исследовались влияние как геометрических параметров крыла, так и близость поверхности раздела, что имеет принципиальное значение на режимах взлета/посадки.

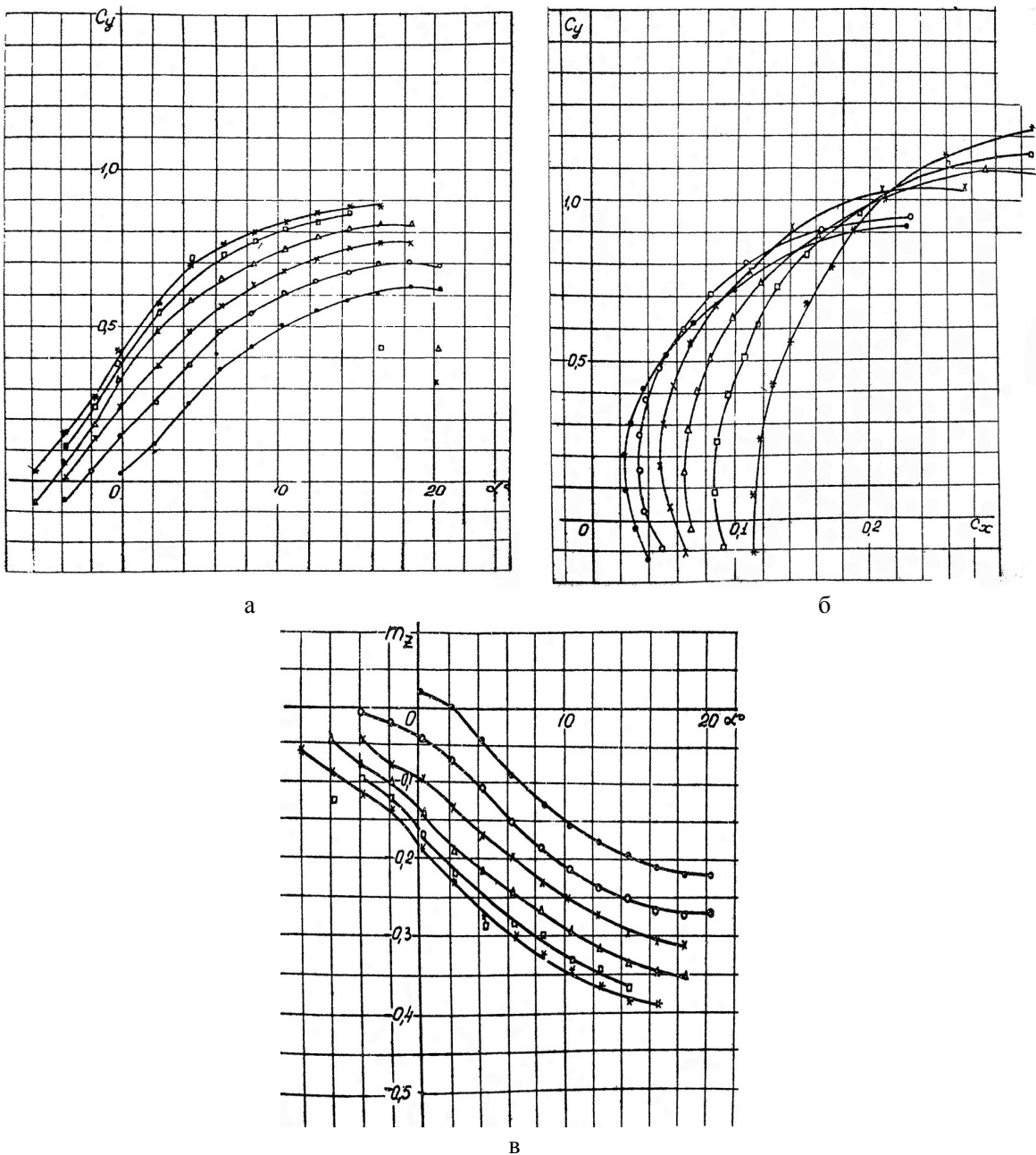
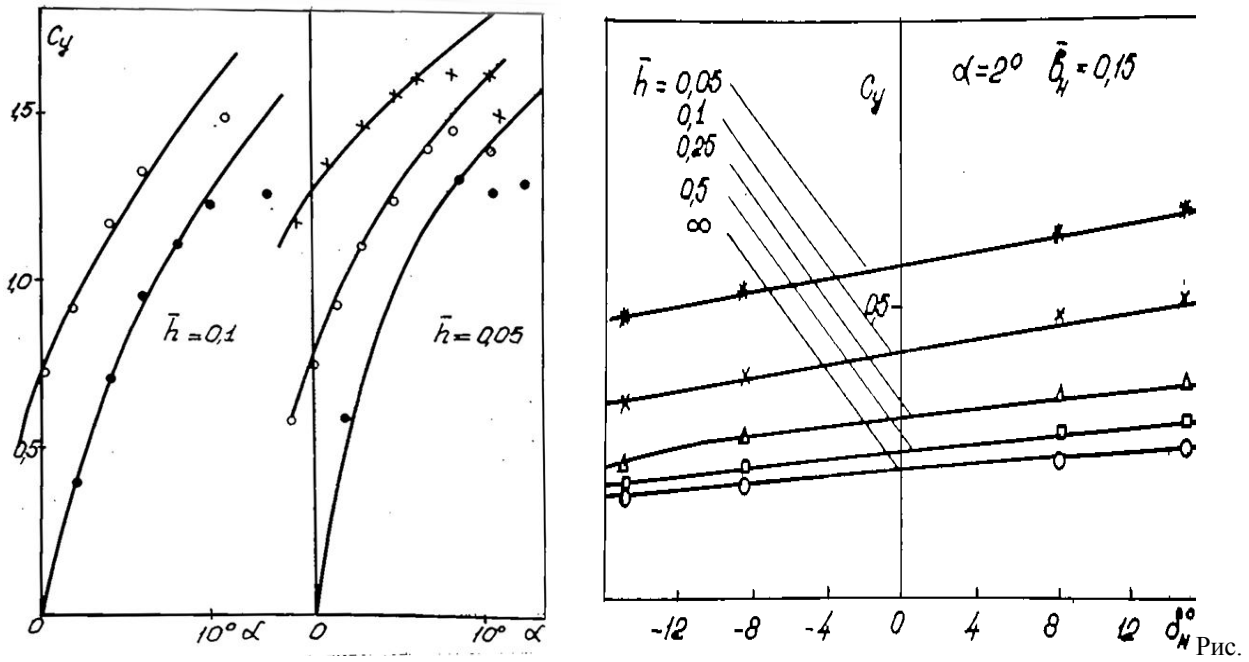


Рис. 4. Аэродинамические характеристики: а – коэффициент подъёмной силы  $C_{ya}(\alpha, \delta_3)$ ; б – поляра  $C_{ya}(C_{xa}, \delta_3)$ ; в – коэффициент момента  $m_z(\alpha, \delta_3)$



5. Зависимость коэффициента подъемной силы механизированного профиля от угла атаки и углов отклонения закрылка и носка вблизи поверхности раздела  
 — - расчёт; ▲, ●, ■, ○ - данные эксперимента

Здесь показаны аэродинамические характеристики механизированного крыла конечного размаха с удлинением  $\lambda = 3$  в зависимости от угла атаки  $\alpha^0$  и углов отклонения закрылка:

$\alpha_n^0$ : ●-0; ○-10; ×-20; Δ-30; □-40; \*-50,

с относительной длиной хорды закрылка –  $b_3 = 0,2$ , при угле отклонения носка –  $\delta_n = -15^0$ , с относительной длиной хорды носка –  $b_n = 0,15$  и при относительном расстоянии задней кромки закрылка до поверхности раздела  $h = 0,05$  с относительной длиной хорды закрылка –  $b_3 = 0,2$ , при угле отклонения носка –  $\delta_n = -15^0$ , с относительной длиной хорды носка –  $b_n = 0,15$  и при относительном расстоянии задней кромки закрылка до поверхности раздела  $h = 0,05$ .

В аэродинамической трубе Т-5 ХАИ (см. рис. 2.) проведены широкомасштабное исследование аэродинамических характеристик крыльев конечного размаха современной пространственной формы. Законцовки крыла (другое название концевые крылышки или «винглеты») – небольшие дополнительные элементы на концах крыльев в виде крылышек или плоских шайб (рис. 7). Законцовки крыла служат для увеличения эффективного размаха крыла, снижая индуктивное сопротивление, создаваемое срывающимся с конца стреловидного крыла вихрем и, как следствие, увеличивая подъемную силу на конце крыла. Также законцовки позволяют увеличить эффективное удлинение крыла, почти не

изменяя при этом его размах. Применение законцовок крыла позволяет улучшить топливную экономичность у самолётов либо дальность полёта у планеров. В настоящее время одни и те же типы самолётов могут иметь разные варианты законцовок.

Весовые испытания проводились с целью определения коэффициентов аэродинамических сил и моментов, действующих на модель (рис. 6) при различных углах атаки и скольжения. В общем случае такие испытания проводятся методом полярных и сквозных измерений.

Результаты экспериментов (рис. 8, 9) показали, что для моделей минимальное сопротивление приблизительно равно сопротивлению на нулевом угле атаки. С увеличением угла атаки, увеличение подъемной силы пропорционально увеличению сопротивления.

У модели крыла № 1 с простыми законцовками (см. рис. 7, а) при достижении критического угла атаки  $18^0$ , рост подъемной силы прекращается и значительно увеличивается сопротивление и развивается срыв потока. При угле атаки больше  $20^0$  подъемная сила значительно снижается.

У модели крыла № 2 с вертикальными законцовками (см. рис. 7, б) срыв потока при достижении угла атаки в  $18^0$ .

Экспериментальные исследования и анализ результатов показали, что модель крыла № 2 имеет меньшее сопротивление, чем модель крыла № 1 при равных углах атаки.

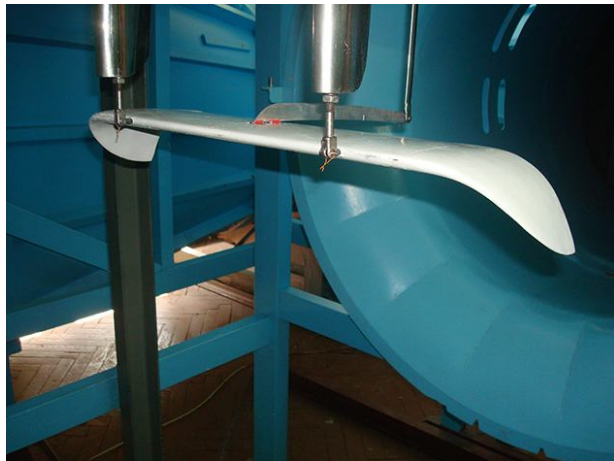


Рис. 6. Модель крыла в рабочей части аэродинамической трубы Т-5 ХАИ

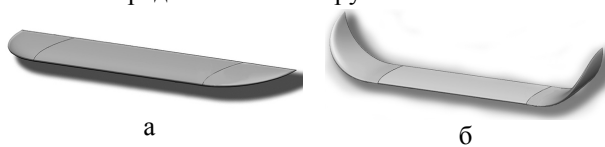


Рис. 7. Крылья конечного размаха: а – плоское № 1; б – с законцовками № 2

Аэродинамическое качество – одно из основных характеристик, характеризующее совершенство летательного аппарата, определяется как отношение коэффициента аэродинамической подъемной силы к коэффициенту силы лобового сопротивления. С помощью поляры (рис. 10) легко определить для любого угла атаки аэродинамическое качество (рис. 11).

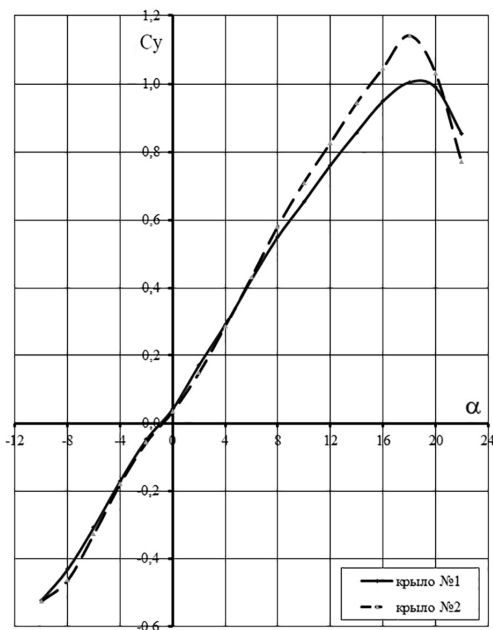


Рис. 8. Зависимость коэффициента подъёмной силы крыла от угла атаки

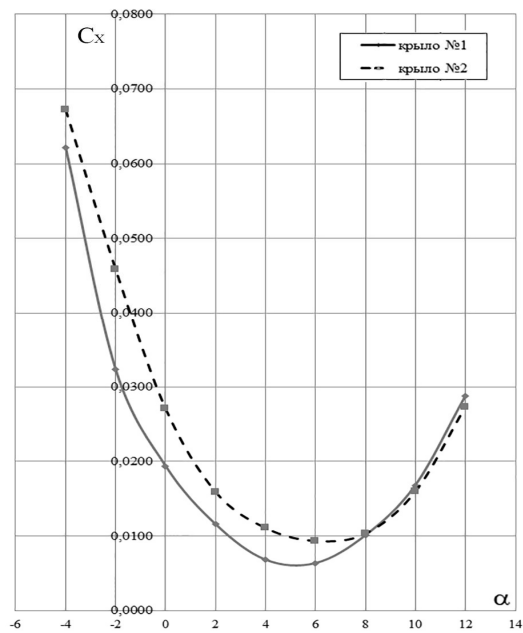


Рис. 9. Зависимость коэффициента сопротивления крыла от угла атаки

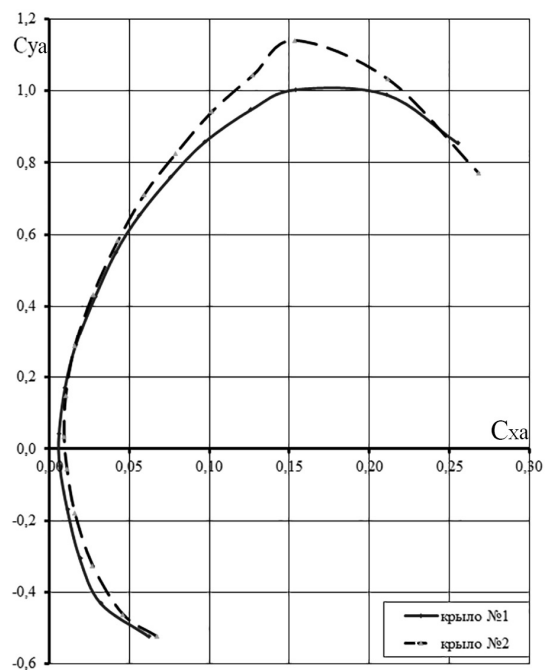


Рис. 10. Поляра крыла – зависимость подъёмной силы от сопротивления –  $C_{y\alpha}(C_{x\alpha})$

Из графика можно сделать вывод, что в широком диапазоне углов атаки качество первой модели крыла на 3-4% больше чем у второй модели. В интервале углов атаки от 14° до 20° модель № 2 (с вертикальными законцовками) имеет лучшее качество на величину до 5%. Максимальное аэродинамическое качество составляет: для модели № 1  $K_{max} = 0,2917$ ; для модели № 2  $K_{max} = 16,91$ .

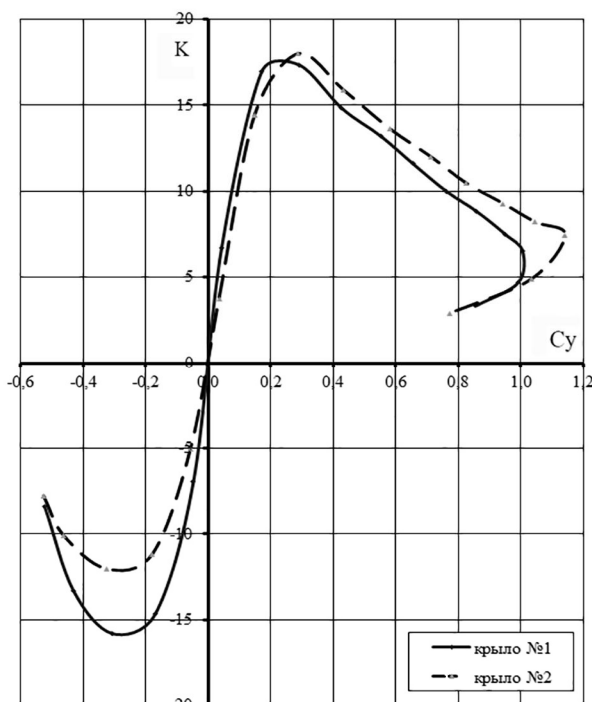


Рис. 11. Аэродинамическое качество крыльев –  $K(C_{y\alpha})$

### Выводы

Показано существенное влияние формы крыла в плане, его пространственной конфигурации, наличие механизации как механической, так и энергетической на основные аэродинамические характеристики несущих систем. Особенно существенным оказалось влияние поверхности раздела на весь спектр аэродинамических характеристик, что особенно важно учитывать при расчетах параметров полета летательного аппарата на режимах взлета/посадки. Результаты данных экспериментальных исследований широко востребованы в процессах проектирования широкого спектра летательных аппаратов, использующих эффект подъемной силы как при крейсерском режиме полета, так и при маневрировании с гарантированными условиями безопасной эксплуатации.

Имеющееся экспериментальное оборудование, а также программное обеспечение обработки результатов испытаний в режиме реального времени, позволяют получать не только суммарные аэродинамические характеристики, но и распределенные, например, такие как гидростатическое давление, особенно востребованное в процессах прочностных расчетов элементов несущих систем. Необходимо также особо подчеркнуть, что уникальность таких широкомасштабных многопараметрических исследований достойна внедрению в практику аэродинамического проектирования летательных аппаратов широкого применения.

### Литература

1. Крашаница, Ю. А. Н. Е. Жуковский – аэрогидродинамика и динамика полета, теория и практика, наследие, развитие и перспективы [Текст] / Ю.А. Крашаница // *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2012. – № 5/92. – С. 5 – 10.
2. Экспериментальное оборудование научно-исследовательских центров и организаций Западной Европы и Канады [Текст] // ЦАГИ, ОНТИ. – 1984. – № 638. – 119 с.
3. Dam-van, C. P. The aerodynamic design of multi-element high-lift systems for transport airplanes [Text] / C. P. Dam-van // *Aerospace Sciences*. – 2002. – No. 38. – P. 101–144.
4. Introduction to the design of fixed-wing micro air vehicles: Including Three Case Studies [Text] / Tomas J. Mueller, James C. Kellogg and it. – AIAA, 2007. – 300 p.
5. Navier-stokes computations and experimental comparisons for multielement airfoil configurations [Text] / W. Kyle Anderson, Darvl L. Bonhaus, Robert McGhee, Betty Walker // *Journal of Aircraft*. – 1995. – Vol. 32, no. 6. – P. 1246–1253.
6. Pletcher, H. P. Computational fluid mechanics and heat transfer [Text] / H. P. Pletcher, J. C. Tannehill, D. E. Anderson. – 3-rd ed. – CRC Press, 2013. – 753 p.
7. *Аэрогидродинамика в Харьковском авиационном институте им. Н.Е. Жуковского – 75 лет»* [Текст] / Ю. А. Крашаница, В. С. Кривцов и др. // «Аэрогидродинамика: проблемы и перспективы»: сб. ст. – X. : ХАИ. – 2004. – С. 5–12.
8. Крашаница, Ю. А. Векторно-тензорный анализ, теория потенциала и метод граничных интегральных уравнений в начально-краевых задачах аэрогидродинамики [Текст] / Ю. А. Крашаница. – К. : «Наукова думка», 2016. – 273 с.

### References

1. Krashanitsa, Y. A. N. E. Zhukovskij – aerogidrodinamika i dinamika poljota, teorija i perspektivi, nasledie, razvitie i perspektivy [N. Zhukovsky – Aerohydrodynamics and Flight Dynamics, Theory and Practice, Heritage, Development and Perspectives]. *Aviacijno-kosmicna tehnika I tehnologia - Aerospace technic and technology*, no. 5/92, 2012, pp. 5 – 10.
2. *Jeksperimental'noe oborudovanie nauchno-issledovatel'skih centrov i organizacij Zapadnoj Evropy i Kanady* [Experimental equipment of research centers and organizations in Western Europe and Canada]. *TsAGI, ONTI*, no. 638, 1984. 119 p.
3. Dam-van, C. P. The aerodynamic design of multi-element high-lift systems for transport airplanes. *Aerospace Sciences*, 2002, no. 38, pp. 101–144.
4. Mueller, T. J., Kellogg, J. C. and it. *Introduction to the design of fixed-wing micro air vehicles: Including Three Case Studies*. AIAA Publ., 2007. 300 p.
5. Anderson, W. K., Bonhaus, D. L., McGhee, R. J., Walke, B. S. Navier-stokes computations and experimental comparisons for multielement airfoil configurations. *Journal of Aircraft*, 1995, vol. 32, no. 6, pp. 1246–1253.
6. Pletcher, H. P., Tannehill, J. C., Anderson, D. E. *Computational fluid mechanics and heat transfer*, 3-rd ed., CRC Press, 2013. 753 p.

7. Krivtsov, V. S., Krashanitsa, Y. A. i dr. Ajerogidrodinamika v Har'kovskom aviacionnom institute im. N. E. Zhukovskogo – 75 let [Aerohydrodynamics at the Kharkiv Aviation Institute – 75 years]. *Ajerogidrodinamika: problemy i perspektivy: sbornik statej – Aerohydrodynamics: Problems and Perspectives. Sat. Articles*, Kharko, Khai Publ., 2004, pp. 5-12.

8. Krashanitsa, Y. A. *Vektorno-tenzornyj analiz i differentsialnie formi, teorija potenciala i metod granichnyh inegral'nyh uravnenij v nachal'no-kraevykh zadachah ajerogidrodinamiki* [Vector and tensor analysis and differential forms, potential theory and the method of boundary integral equations in the initial-boundary value problems of aerohydrodynamics]. Kiev, «Naukova dumka» Publ., 2016. 273 p.

Поступила в редакцию 16.10.2017, рассмотрена на редколлегии 23.11.2017

## ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕМЕНТІВ НЕСУЧИХ СИСТЕМ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

*Ю. О. Крашаниця, А. Хошманди*

Незважаючи на активний розвиток методів теоретичної аерогідродинаміки, побудову все більш досконалих математичних моделей і побудову коректних методів їх чисельної аеродинаміки, творці нових зразків авіаційної техніки як і раніше в багатьох випадках віддають переваги достовірним результатам експериментальних досліджень, не дивлячись на високу вартість і трудомісткість. Представлено результати систематичних експериментальних досліджень найважливіших аеродинамічних характеристик елементів несучих систем, таких як підйомна сила, сила опору, а також моменти тілесних профілів і крил кінцевого розмаху довільної форми в плані і просторовій конфігурації. Експериментальні дослідження проводилися в атестованих аеродинамічних трубах Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського "ХАІ" при параметрах подібності: мірі турбулентності і числа Рейнольдса, що відповідають умовам експлуатації транспортної авіації.

**Ключові слова:** аеродинамічні труби, техніка експерименту; тілесний аеродинамічний профіль; крила кінцевого розмаху довільної форми в плані; аеродинамічні характеристики.

## SOME RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF COMPONENTS OF A CARRIER SYSTEM OF AN AIRCRAFT

*Y. A. Krashanytsya, A. Hoshmandi*

Despite active development of methods of theoretical aerohydrodynamics, construction of the increasingly sophisticated mathematical models, and construction of correct methods for their numerical aerodynamics, the creators of new aircraft models still in many cases prefer reliable results of experimental research, despite the high cost and laboriousness. Exactly because the most perfect modern mathematical models describing the multivariable processes of co-operation of the real environment with the streamlined object, not to a full degree able to describe all concomitant effects. The results of systematic experimental researches of major aerodynamic descriptions of the elements of the bearing systems are presented such as a carrying capacity, force of resistance, and also moments of corporal profiles and wings of eventual scope of free-form in a plan and spatial configuration. Experimental researches were conducted in the attested wind-channels of the National aerospace university the name of N. Ye. Zhukovski "KHAІ" at the parameters of similarity: degree of turbulence and number of Reynolds., corresponding to the external of a transport aviation environments. Weighing tests were carried out using the tested six-component aerodynamic weights. Substantial influence of form of wing is shown in a plan, his spatial configuration, and presence of mechanization both mechanical and power on basic aerodynamic descriptions of the bearing systems. The results of these experimental researches widely are highly sought in the processes of planning of wide spectrum of aircrafts, using the effect of carrying capacity both at the cruiser mode of flight and at maneuverings with the assured safe external environments. There is present experimental equipment, and also treatment of results of tests software real-time, not only total aerodynamic descriptions allow to get but, for example, such as hydrostatic pressure, also up-diffused, especially highly sought in the processes of прочностных calculations of elements of the bearing systems. Job performances can be used in the educational process of preparation of specialists of industry of higher qualification.

**Keywords:** wind tunnels, experimental technique; bodily aerodynamic profile; wings of finite span of arbitrary shape in plan; aerodynamic characteristics.

**Крашаниця Юрий Александрович** – д-р техн. наук, проф., проф. каф. аерогідродинаміки, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харьковский авиационный институт», Харьков, Україна, e-mail: u.krashanitsa@khai.edu.

**Хошманди Амир** – асп. каф. аерогідродинаміки, Національний аерокосмічний університет ім. Н. Е. Жуковського «Харьковский авиационный институт», Харьков, Україна, e-mail: hushmandi@yahoo.com.

**Krashanitsa Yuri Alexandrovich** – Doctor of Science on Engineering, Professor, Professor of the Department of Aerohydrodynamics, National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Kharkov, Ukraine, e-mail: u.krashanitsa@khai.edu.

**Hoshmandi Amir** – PhD Student, Department of Aerohydrodynamics, National Aerospace University "Kharkiv Aviation Institute", Kharkov, Ukraine, e-mail: hushmandi@yahoo.com.