

УДК 533.6

Анализ характеристик арочного крыла

Руднев Сергей Владимирович

vpk@vpk.npomash.ru

АО «ВПК «НПО машиностроения», Реутов, Россия

Аннотация. Проведено исследование аэродинамических характеристик арочного крыла Кастера, которое может быть в авиационной технике малых летательных аппаратов благодаря своей высокой подъемной силой и устойчивости. Основной целью исследования является анализ влияния геометрических параметров и углов наклона крыла на его подъемную силу, сопротивление и стабильность полета. В рамках работы использованы численные методы моделирования с помощью CFD-симуляций, что позволило получить детальные распределения давления и скоростей по поверхности крыла.

Ключевые слова: аэродинамические характеристики, арочное крыло, малые летательные аппараты, подъемная сила, геометрические параметры, сопротивление, CFD-моделирование, давление, скорости, оптимизация дизайна, авиационная техника

Введение. В современном авиационном и аэрокосмическом строительстве особое значение приобретает разработка эффективных и устойчивых крыльев [1], способных обеспечивать оптимальные показатели подъемной силы, что позволит малому ЛА стартовать без разгона. Одним из перспективных решений является использование арочных крыльев Кастера, которые отличаются высокой аэродинамической эффективностью и устойчивостью в различных режимах полета. Однако для их дальнейшего совершенствования необходимо глубокое понимание процессов взаимодействия воздушной среды с конструкцией крыла, а также влияние геометрических параметров на аэродинамические характеристики. В связи с этим актуальной задачей является проведение комплексных исследований, включающих численные моделирования, направленных на анализ подъемной силы, сопротивления и стабильности арочного крыла Кастера. Настоящая работа посвящена изучению этих аспектов с целью оптимизации конструкции и повышения эксплуатационных показателей данного типа крыла.

Методы и материалы; результаты. Для проведения исследования использовались численные методы моделирования с помощью программного обеспечения для вычислительной гидродинамики (CFD). В качестве основного инструмента выбрана платформа Cmake которая позволяет моделировать сложные аэродинамические процессы с высокой точностью. В качестве модели крыла использована геометрия арочного крыла Кастера, выполненная в CAD-программе, с последующей сеточной разметкой. Для обеспечения баланса между точностью и вычислительными затратами применена структурированная сетка с градиентом плотности, увеличивающейся вблизи поверхности, крыла.

В качестве входных данных использовались параметры воздушной среды, соответствующие стандартным условиям (температура 15°C, давление 101.3 кПа, скорость потока варьировалась в диапазоне 50–150 м/с). В качестве граничных условий установлены входной поток, выходной поток и симметричные поверхности.

Для анализа полученных данных использовались методы постобработки, включающие построение распределений давления и скоростей по поверхности, крыла, а также расчет аэродинамических коэффициентов подъемной силы и сопротивления. В качестве материала для исследования использована стандартная геометрия крыла Кастера, а параметры моделирования были выбраны исходя из условий, приближенных к реальным эксплуатационным ситуациям [2].

Заключение. В ходе проведенного исследования были получены важные данные о характеристиках арочного крыла Кастера [3], включая зависимость подъемной силы и сопротивления от геометрических параметров и условий полета. Использование численных методов моделирования позволило детально проанализировать распределение давления и скоростей по поверхности крыла, что способствует более глубокому пониманию процессов взаимодействия воздушной среды с конструкцией. Полученные результаты демонстрируют потенциал оптимизации конструкции крыла для повышения его аэродинамической эффективности и устойчивости в различных режимах полета. Проведенное исследование служит основой для дальнейших экспериментальных и теоретических исследований.

Список источников

- [1] *Modern problems of aircraft aerodynamics*. URL: <https://aia.springeropen.com/articles/10.1186/s42774-019-0007-6> (дата обращения 12.04.2025).
- [2] *Asymptotic theory of a flapping wing of a circular cross-section*. URL: https://www.researchgate.net/publication/354934925_Asymptotic_theory_of_a_flapping_wing_of_a_circular_cross-section (дата обращения 12.04.2025).
- [3] Дрыгин Г.А., Макаров П.В., Стахович А.А. Многоцелевой беспилотный летательный аппарат «АРКА». *В мире науки и инноваций. Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Казань, РИО МЦИИ «Омега Сайнс», 2015, с. 20–37.