

УДК 629.7.015.7, 629.7.015.4

Сравнительный анализ раздвижного крыла и классического крыла большого удлинения для стратосферных самолетов

Семухин Роман Игоревич

semrom9@yandex.ru

Зверков Илья Дмитриевич

zverkov75@mail.ru

Мешков Александр Андреевич

alexsandermeshkov@mail.ru

¹ Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия² Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, Новосибирск, Россия

Аннотация. Работа посвящена сравнительному анализу двух различных подходов к созданию несущего крыла для высотных летательных аппаратов: классического крыла большого удлинения и раздвижного крыла.

Ключевые слова: стратосферный БПЛА, HALE, полет в неспокойном воздухе, малые числа Рейнольдса, крыло изменяемого размаха

Введение. Разработка крыльев для стратосферных самолетов [1] требует обеспечения высокой аэродинамической и энергетической эффективности при минимальной массе конструкции. Существуют два различных подхода. В работе [2] предложено большое классическое крыло с фиксированной геометрией для самолета-псевдоспутника с питанием от солнечных батарей. В работе [3] предложено раздвижное крыло с изменяемым размахом, предназначенное для оптимизации нагрузок и аэродинамического качества в разных режимах полета.

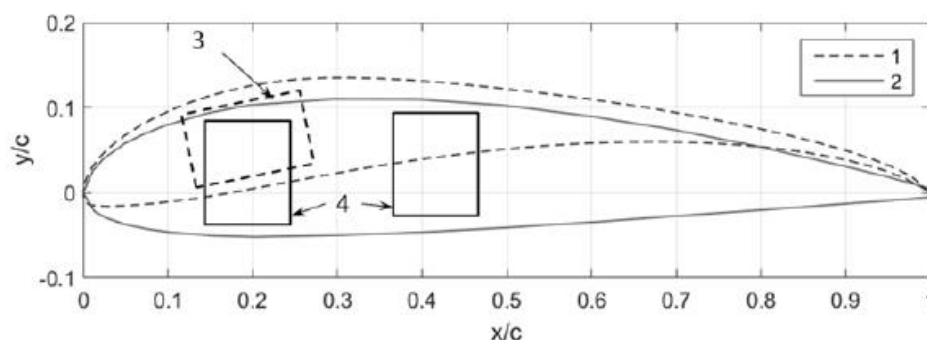
Описание конструкций. Крыло самолета конструкции А.А. Самойловского [2] — это фиксированная конструкция большого удлинения и большой площади, рассчитанная на обеспечение максимальных значений коэффициента мощности $C_y^{3/2}/C_x$ в полете на больших высотах. В основе конструкции крыла коробчатый углепластиковый лонжерон (см. рисунок), воспринимающий значительные изгибающие и крутящие моменты.

Раздвижное крыло [3] — это система с двумя телескопическими алюминиевыми лонжеронами (см. рисунок), позволяющими изменять размах в три раза в полете. Данное крыло состоит из трех секций с каждой стороны с плотняной обшивкой, находящихся в центральной секции и раздвигающихся за счет телескопических лонжеронов. Такая конструкция позволяет уменьшать размах при полете на малых высотах, где атмосферная турбулентность создает наибольшие перегрузки, снижая изгибающий момент в корневой части, а крейсерский полет на высоте 18–20 км выполнять с максимальным размахом и наибольшим аэродинамическим качеством.

Сравнение. Легкое крыло большой площади [2] позволяет существенно снизить энергозатраты на полет, но именно это приводит к большим прогибам крыла, риску развития флаттера и большим напряжениям в лонжероне на этапах полета в неспокойном воздухе, из-за чего требуется дополнительные мероприятия по усилению конструкции крыла. Это приведет к увеличе-

нию массы конструкции, невозможности обеспечить заданные характеристики и выполнить техническое задание.

В раздвижном крыле при уменьшении размаха изгибающий момент в лонжероне снижается квадратично, а прогиб крыла — в кубической зависимости, что позволяет избежать развития флаттера, а также больших прогибов крыла как в полете, так и на земле. Такая конструкция сложнее, предполагает добавку к массе крыла за счет приводов, замков и подвижных частей.



Сравнение профилей крыла стратосферного самолета и самолета с раздвижным крылом:
1 — профиль крыла прототипа Selig1223 [2]; 2 — профиль раздвижного крыла CLARK M. Предполагаемые профили лонжеронов: 3 — для крыла прототипа; 4 — для разрабатываемого раздвижного крыла

Закключение. По сравнению с классическим крылом для стратосферного самолета с неизменяемой геометрией, раздвижное крыло позволяет применить профиль крыла, геометрия которого позволяет разместить два лонжерона с большей, чем на классическом крыле высотой лонжерона. Это должно позволить увеличить как жесткость крыла на изгиб, так и стойкость самолета к атмосферной турбулентности при прохождении нижних слоев атмосферы. Возможность уменьшения общего веса крыла раздвижной конструкции должен показать детальный прочностной расчет конструкции.

Работа поддержана грантом РНФ 24-29-00329.

Список источников

- [1] Цуканов И.Р., Азман А.В. Решаемые проблемы, преимущества и перспективы развития стратосферных беспилотных летательных аппаратов. *Известия ТулГУ. Технические науки*, 2023, вып. 2, с. 335–339.
- [2] Самойловский А.А., Лисейцев Н.К. Методика определения основных проектных параметров беспилотных летательных аппаратов, использующих для полета энергию солнечного излучения. *Вестник Московского авиационного института*, 2015, № 3, с. 7–16.
- [3] Зверков И.Д., Крюков А.В., Семухин Р.И. Новые подходы к определению облика стратосферного воздушного судна самолетного типа. *Наука и кадры для авиационного строительства. III Междунар. науч.-практ. конф., посв. 65-летию ФЛА и 75-летию Новосиб. гос. техн. ун-та: матер.* Новосибирск, Изд-во НГТУ, 2024, с. 7–15.