

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОФИЛЕЙ КЛЯЙНА-ФОГЕЛЬМАНА ДЛЯ МИКРОЛЕТАТЕЛЬНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ АППАРАТОВ

Введение

Основной особенностью микролетательных беспилотных аппаратов (микро БПЛА) является полет на околокритических числах Рейнольдса [1, 2]. Этот фактор существенно влияет на выбор аэродинамического профиля. В зависимости от аэродинамической схемы и назначения микро БПЛА применяют S – образные профили, а также профили с большой кривизной и малой относительной толщиной, но они не позволяют получить при полетах на малых скоростях эффективный по назначению аппарат.

Постановка задачи

Предлагается для повышения аэродинамических характеристик микро БПЛА использовать профили Кляйна-Фогельмана [4]. По предположению разработчиков данный тип профилей при своей технологической простоте позволяет, по сравнению с классическими профилями, получить большое значение аэродинамического качества.

Целью работы является оценка преимуществ профилей Кляйна-Фогельмана по сравнению с рядом профилей, которые нашли наибольшее применение при реализации крыла микро БПЛА.

Теоретические основы

Профилями Кляйна-Фогельмана называется семейство ступенчатых профилей, один из которых представлен на рис. 1. По сравнению с классическими профилями, в которых увеличение относительной толщины (с целью повышения коэффициента подъемной силы (C_y)) способствует росту профильного сопротивления (C_x), профили Кляйна-Фогельмана позволяют одновременно улучшить значения как C_x так и C_y . Этот парадокс поясняется тем, что при обтекании профиля Кляйна-Фогельмана за ступенькой образуется устойчивый вихрь, который как бы становится частью профиля. (рис. 1.)

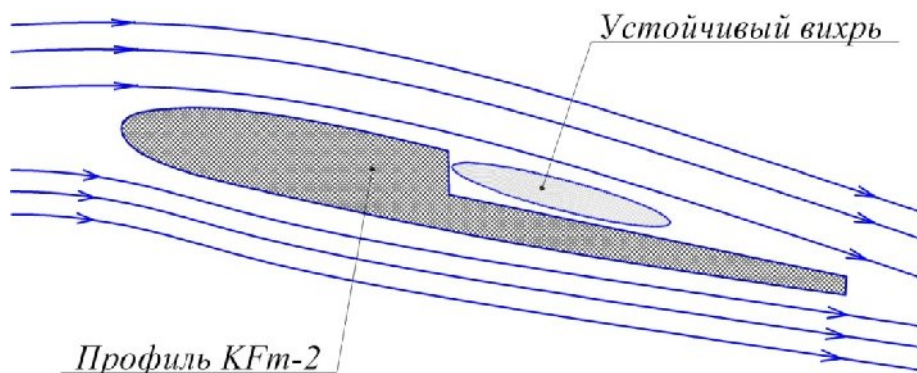


Рис. 1. Картина обтекания профиля кляйна-фогельмана (*KFM-2*)

Поток воздуха, обтекая этот частично жесткий, частично «воздушный» профиль, создает подъемную силу. Так как на участке вихря поток воздуха трется о воздух, то лобовое сопротивление крыла с данным профилем получается заметно ниже сопротивления аналогичного крыла с обычным» профилем. Таким образом, аэродинамическое качество крыла с профилем Кляйна-Фогельмана должно быть выше.

Результаты исследования

Предварительная оценка эффективности профилей Кляйна-Фогельмана проводилась при $Re = 70000$ (средняя аэродинамическая хорда крыла $b = 10$ см, скорость полета $V = 10$ м/с), что соответствует условиям полета микро БПЛА. Оценка проводилась путем сравнения аэродинамических характеристик профиля *RFm-2* с широко применяемыми профилями *RAF-33*, *NACA M7*, *NACA 69*[3].

Расчеты проводились с использованием программной среды *XFOIL 5.94* (виртуальная аэродинамическая труба)[<http://www.xflr5.com>] и в обобщенном виде результаты представлены на рис. 2 и рис. 3.

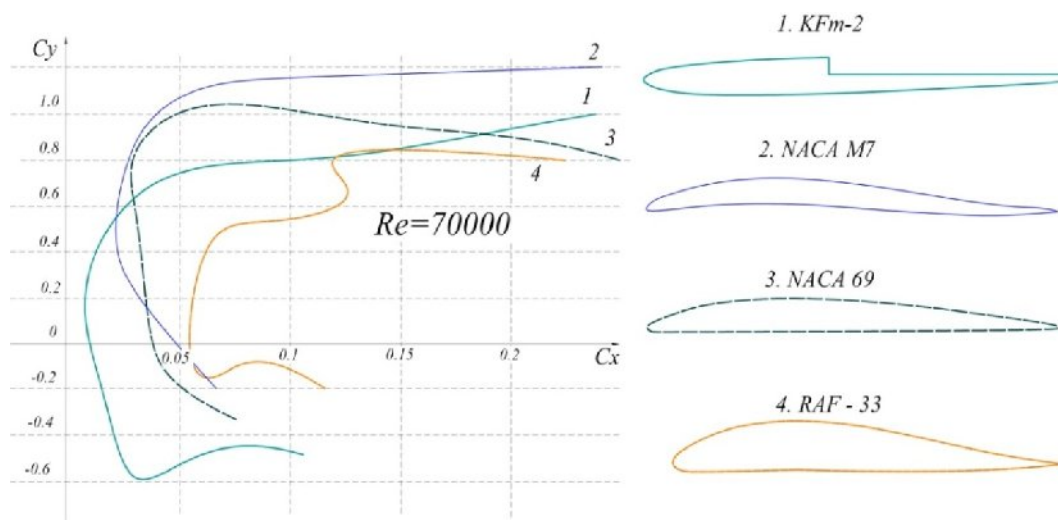


Рис. 2. Поляра первого рода для расчетных профилей ($C_y(C_x)$)

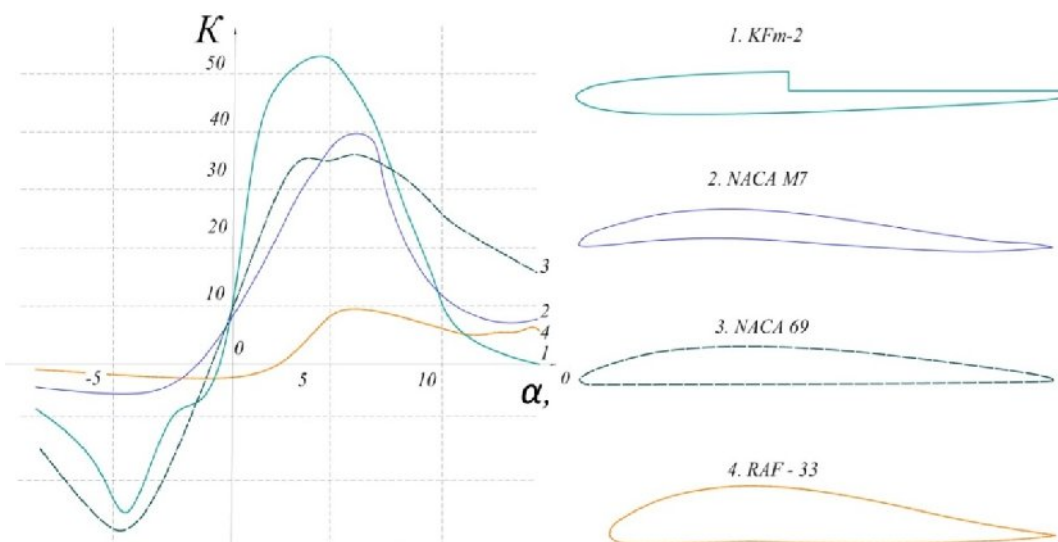


Рис. 3. Зависимость аэродинамического качества от угла атаки ($K(\alpha)$)

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что использование профиля *KFm-2* позволяет получить большее (на 10-12 единиц), по сравнению с другими профилями, аэродинамическое качество на диапазоне углов атаки от 0 до 7° . Полученные данные не противоречат теоретическим основам, приведенным выше.

Выводы

Результаты работы:

Использование при создании микро БПЛА профилей Кляйна-Фогельмана, несмотря на свою технологическую простоту, могут повысить профильное аэродинамическое качество для условий горизонтального полета, по сравнению с применяемыми профилями, на 10-12 единиц.

Окончательный вывод по эффективности применения данного типа профилей, можно будет сделать после проведения широких исследований аэродинамических характеристик с учетом физики обтекания профиля.

Список использованной литературы

1. Шмитц Ф. В. Аэродинамика малых скоростей // Шмитц Ф. В. / – М.: Издательство ДОСААФ, 1963. – 64 с.
2. Болонкин А. А. Теория полета летающих моделей // А. А. Болонкин / – М.: Издательство ДОСААФ, 1962. – 328 с.
3. Кравец А. С. Характеристики авиационных профилей // А. С. Кравец / – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1939. – 385 с.
4. Пат. 19710025 Великобритания, МПК В64С 03/14, В64С 03/00. Airfoil for Aircraft «Fancy Flights» / Kline R. L. Fogelman F. F.

(Великобритания) - 1343987; заявл 19.04.71; опубл. 16.01.74, Бюл. № 19. – 8 с.