

Эффект “искусственного экрана поверхности” или положительная интерференция второго рода.

В аэродинамике известно влияние близости поверхности (земли, воды) на летательные аппараты и даже на основе этого влияния, так называемого эффекта экрана земли, создан класс летательных аппаратов – экранопланы. Отличительной особенностью этих аппаратов являются: высокое аэродинамическое качество (K) – более 20 единиц при полете на эффекте экрана; низкое аэродинамическое качество при полете на высотах вне экрана земли; малое удлинение крыла.

Автор изучил описание эффекта экрана у многих авторов, особое внимание привлекло описание в учебнике ВВИА им. Жуковского под редакцией М. И. Ништа. Данное издание является редким, поэтому привожу выдержки: «Характер этого явления оказывается весьма сложным и неоднозначным, поток между крылом и поверхностью тормозится и давление на нижней поверхности повышается. Кроме того поверхность отражает скошенный за крылом поток и приподнимает вверх спутный след. Близость поверхности влияет на перетекание воздуха через концы крыла и на формирование боковых вихревых жгутов. При этом у крыльев с большим удлинением эти жгуты приподнимаются вверх и их влияние уменьшается, а у крыльев малого удлинения расходятся в стороны, как бы увеличивая их удлинения. То есть имеется диапазон удлинений для которых эффект экрана наиболее благоприятный.

Заметное увеличение подъемной силы наблюдается при $\bar{H} < 0.5$, где $\bar{H} = H/L$ (H – расстояние от задней кромки до поверхности, L – размах крыла). Наиболее сильно влияет близость поверхности на сопротивление летательного аппарата (ЛА), обусловленное подъемной силой, особенно на крыльях с закругленной кромкой – из-за уменьшения перетекания через боковые кромки и ростом подсосывающей силы вследствие повышенного перетекания потока через переднюю кромку. Индуктивное сопротивление, при малых расстояниях до поверхности $\bar{H} < 0,1$, уменьшается более чем в два раза.

Увеличение подъемной силы и одновременное уменьшение индуктивного сопротивления приводит к заметному увеличению аэродинамического качества.»

Выделенные в тексте особенности навели автора на мысль о создании искусственного экранного эффекта для круглого в плане крыла, аэродинамическое качество которого улучшает с 1970 года (см. статьи АОН №12 2003г., АОН №4 2004г.).

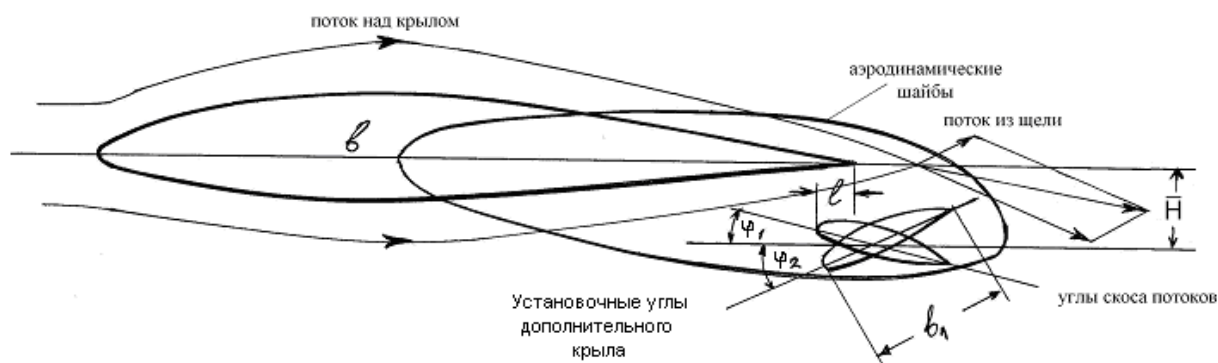


Рис.1

Замысел был таков:

- с помощью дополнительного крыла притормозить поток под основным крылом для создания повышенного давления;
- создать щель между основным и дополнительным крылом, воздушный поток проходящий через нее будет частично отражать вверх основной поток;

- на концах основного крыла установить такие аэродинамические шайбы, которые позволили выставлять дополнительное крыло в различных комбинациях для изучения эффекта на различных углах (φ_1, φ_2) установки, различных расстояниях (l) относительно от задней кромки основного крыла, на различном расположении по высоте (\bar{H}) от основного крыла.

Таким образом аэродинамические шайбы позволили изменять место и направление потока из щели, а также уменьшить перетекание нижнего потока через боковые консоли.

Автор изготовил модель рис.1, фото 1, фото 2 и сделал сначала продувку модели с аэродинамическими шайбами без дополнительного крыла $\lambda=1,27$. Получив следующие параметры: $K_{\max} = 4,7$, при $\alpha = 9^\circ$ затем отдельно дополнительного крыла - $\lambda=8$, $B_1 = 0,2 B$, $K_{\max} = 5,35$ при $\alpha = 6^\circ$.



Далее произвел 15 исследовательских продувок модели рис.1 с целью определения изменения K , C_y , C_x , m_z при различном местоположении дополнительного крыла. Анализ исследовательских продувок (в малой аэродинамической трубе – диаметром 0,5м, $V=30$ м/с) показал, что применение дополнительного крыла приводит:

- к значительному увеличению K_{\max} (1,8 – 2 раза);
- к значительному увеличению $C_{y \max}$ (1,5 раза);
- к уменьшению $C_{x \min}$ (1,25 раза);
- к значительному сдвигу K_{\max} на графике влево при установке положительного φ_1 ($\varphi_1 = 10^\circ$, $l=10\%$ от B , сдвиг составил 12° , $K_{\max}=9$, при $\alpha_1 = -3^\circ$);
- к не значительному сдвигу K_{\max} на графике влево при установке отрицательного φ_2 ($\varphi_2 = -10^\circ$, $l=10\%$ от B , сдвиг составил 3° , $K_{\max}=8,5$, при $\alpha_2 = 6^\circ$);
- к значительному увеличению m_z при установке положительного φ_1 (2-2,5 раза)
- к увеличению m_z при установке отрицательного φ_2 (1,5 раза).

Продолжая исследовать эффект автор изготовил две модели ($\lambda=2$ и $\lambda=8$) и произвел аналогичные продувки. Анализ этих продувок показал постепенное снижение K , C_y и рост C_x при увеличении λ . Так при $\lambda=2$ K_{\max} увеличилось 1,15 раза, $C_{y \max}$ увеличилось 1,25 раза, а $C_{x \min}$ уменьшилось в 1,08 раза. При $\lambda=8$ K_{\max} увеличилось 1,07 раза, $C_{y \max}$ увеличилось 1,58 раза но $C_{x \min}$ увеличилось в 1,5 раза, то есть у крыла с большим удлинением индуктивное сопротивление мало и воздействие дополнительного крыла незначительно.

Общий вывод – дополнительное крыло с малой хордой расположенное внизу задней кромки основного крыла и имеющее щель с основным крылом увеличивает аэродинамическое качество, а степень воздействия обратно пропорционально удлинению основного крыла. Регулируемый, в малых пределах, установочный угол дополнительного крыла позволяет получать K_{\max} на разных углах атаки основного крыла. То есть возможность полета ЛА на различных режимах полета (скоростей) с максимальным

качеством, таким образом значительно увеличивается дальность полета. На рис. 2 приведены результаты продувки экспериментальных исследований крыла при различных положениях дополнительного крыла (1.- положение равно -10 град. , 2.- положение равно -7 град. , 3.- положение равно +7 град.).

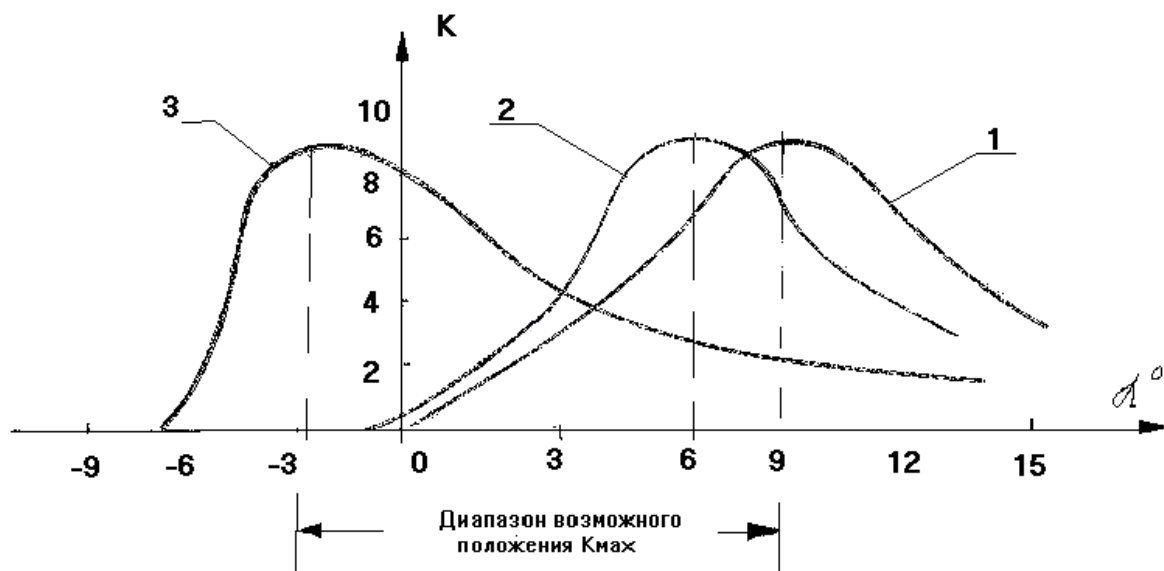


Рис.2

Автор не знает как назвать это воздействие – «искусственный эффект экрана поверхности» или положительная интерференция второго рода, но использовать его можно. При применении на конкретном ЛА определение наиболее эффективного месторасположения и размеров дополнительного крыла, необходима продувка больших моделей в большой аэродинамической трубе.

Кого заинтересовали эти исследования пишите avia_tv@mail.ru.