

УДК 629.07.017.3

Казаскероглу Хакки¹, Д.Н. Зинченко¹, В.А. Бердочник², Д.В. Комаров³¹Национальный технический университет Украины “КПИ”, Киев²Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков³Командование Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины, Винница

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БПЛА С ГИБРИДНОЙ НЕСУЩЕЙ СХЕМОЙ

Рассмотрены характерные особенности определения аэродинамических характеристик беспилотного ЛА с дополнительной несущей поверхностью – гибридная несущая схема (ГНС). Предложена методика определения коэффициентов подъемной силы и сопротивления БПЛА с ГНС на основании панельно-вихревого метода. Выполнен анализ влияния параметров компоновки на расчетные аэродинамические характеристики.

Ключевые слова: аэродинамическая схема, дополнительные несущие поверхности, эксперимент, модель, фюзеляж, крыло, взлетно-посадочные характеристики.

Введение

Широкое использование для беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) аэродинамических схем и компоновок, которые часто не отвечают требованиям аэродинамики, делает актуальным поиск новых аэродинамических решений для улучшения тактико-технических характеристик перспективных БПЛА. Использование аэродинамической «гибридной несущей схема», которая в силу больших, чем у летательных аппаратов (ЛА) нормальной схемы, потерь балансирующего аэродинамического качества до сих пор не было широко представлено в авиации [1].

Существенно уменьшить скорость полета БПЛА классической схемы возможно либо установкой специальных устройств, позволяющих добиться существенного увеличения циркуляции скорости, либо установкой дополнительной несущей поверхности, способной изменять общую площадь крыла в зависимости от требуемого режима полета. Решение этой задачи требует проведения исследований аэродинамики гибких складывающихся крыльев.

В ходе исследований были изучены особенности аэродинамики БПЛА классической схемы в случае установки не него дополнительного треугольного крыла с изменяемой геометрией – стреловидностью, площадью, углом поперечного V. С помощью панельно-вихревого метода симметричных особенностей определены аэродинамические характеристики БПЛА в зависимости от параметров компоновки, в том числе и с учетом струи работающего винта. Выполнена оценка предложенной схемы оперения, позволяющей обеспечить устойчивость и управляемость ЛА в конфигурациях с убраным и выпущенным дополнительным крылом.

На основании анализа результатов моделирования различных вариантов компоновки БПЛА с гибридной несущей схемой предложена компоновка БПЛА позволяющая уменьшить скорость полета

БПЛА более чем в два раза с сохранением высокого уровня летно-технических характеристик – аэродинамического качества, максимального коэффициента подъемной силы.

Практическая значимость выполненных исследований заключается в сформированных методических рекомендациях по разработке беспилотного ЛА с гибридной несущей схемой.

Актуальность работы определяется необходимостью улучшения взлетно-посадочных характеристик БПЛА путем выпуска дополнительных эластичных несущих поверхностей большой площади, позволяющих значительно снизить требуемую скорость полета.

Исследование состоит в том, что в работе рассмотрен новый путь улучшения эксплуатационных характеристик БПЛА путем оснащения летательного аппарата дополнительной эластичной несущей поверхностью, планируется к исполнению проведение параметрических исследований по влиянию параметров гибридной несущей схемы БПЛА на его аэродинамические и летно-технические характеристики [2].

Целью работы является исследование особенностей аэродинамики БПЛА с ГНС, изучение влияния параметров дополнительного треугольного крыла с изменяемой геометрией – стреловидности, площади, угла поперечного V – на аэродинамические характеристики БПЛА.

Научная новизна работы определяется необходимостью усовершенствования существующего научно-методического аппарата, предназначенного для расчета аэродинамических характеристик БПЛА с дополнительной несущей поверхностью.

Основной раздел

Задачи:

1. Определить изменение аэродинамических характеристик БПЛА при установке дополнительной эластичной несущей поверхности.

2. Выполнить расчет влияния параметров эластичной несущей поверхности на летно-технические характеристики БПЛА.

В виду доступности вычислительных средств в моей работе для определения аэродинамических характеристик расчетных моделей использован панельно-вихревой метод [3].

План эксперимента и расчетные модели

Для проведения эксперимента были созданы расчетные модели:

H_VGO, H_GO – модели исходной компоновки БПЛА без горизонтального оперения и с неотклоненным рулем высоты. Геометрические параметры моделей приведены на рис. 1.

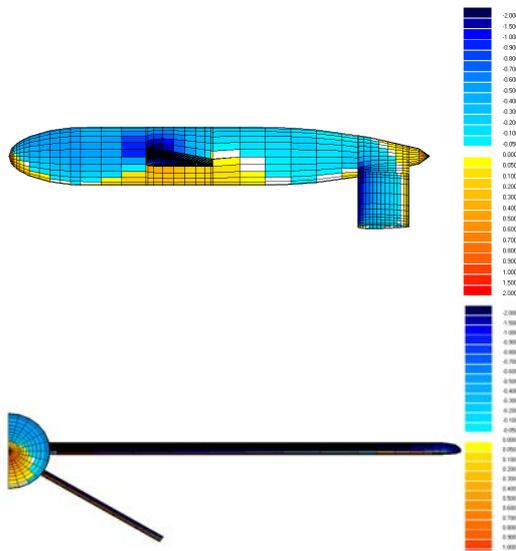


Рис. 1. Исходная компоновка БПЛА с горизонтальным оперением (H_GO)

Расчетная модель БПЛА с дополнительной несущей поверхностью показана на рис. 2.

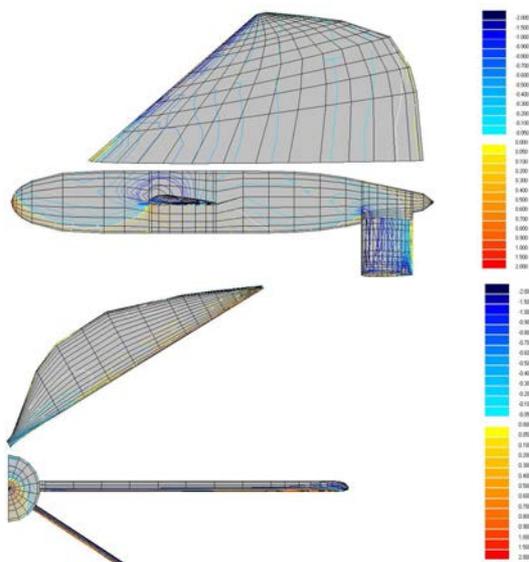


Рис. 2. Компоновка БПЛА с гибридной несущей схемой

Для оценки влияния параметров дополнительной несущей поверхности на общие аэродинамические характеристики компоновки были сформированы соответствующие расчетные модели, показанные на рис. 3.

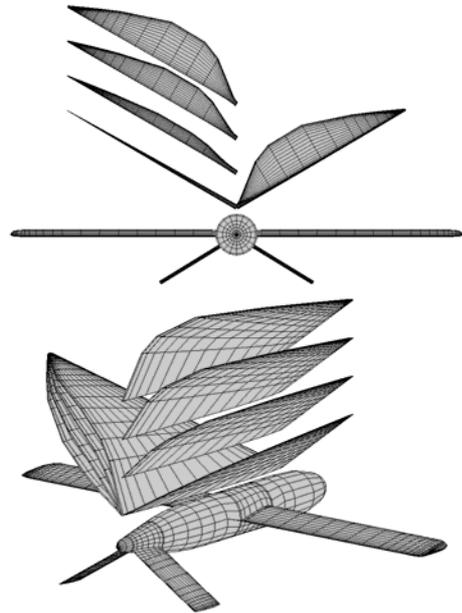


Рис. 3. Расчетные модели БПЛА с углом отклонения ГНС 30 градусов и различными вариантами наполнения купола. Совмещенный вид

Для исследования влияния места расположения ГНС на БПЛА на аэродинамические характеристики и балансировку компоновки были сформированы соответствующие расчетные модели, показанные на рис. 4.

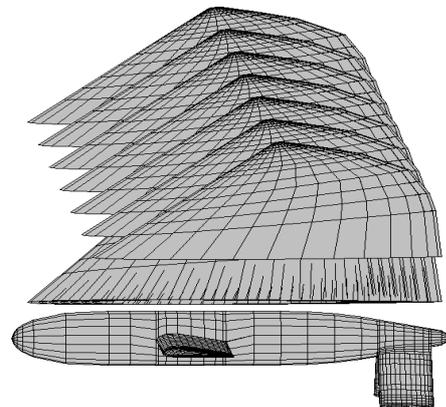


Рис. 4. Расчетные модели БПЛА с различным положением ГНС по оси x. Совмещенный вид

Для исследования влияния работающего двигателя на аэродинамические характеристики компоновки БПЛА с ГНС были сформированы соответствующие расчетные модели, показанные на рис. 5.

Результаты

Этап 1.

Для БПЛА без раздвижного крыла для вариантов БГО и с оперением по результатам расчетных исслед-

дований залежності коефіцієнтів підйомної сили C_y , от аеродинамічного качеств, продольного момента M_z и угла атаки представлены на рис. 6.

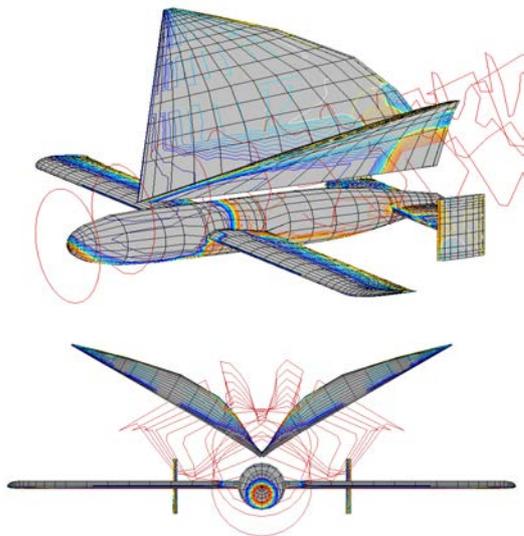


Рис. 5. Расчетные модели БПЛА с учетом струи работающего двигателя

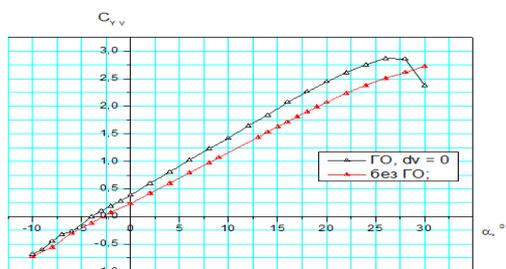
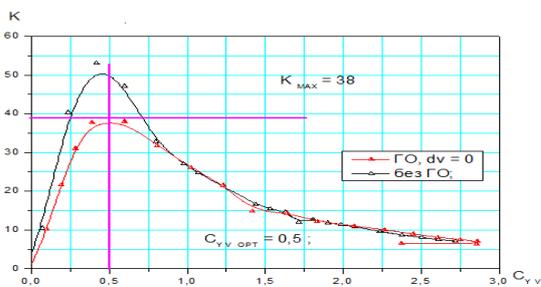
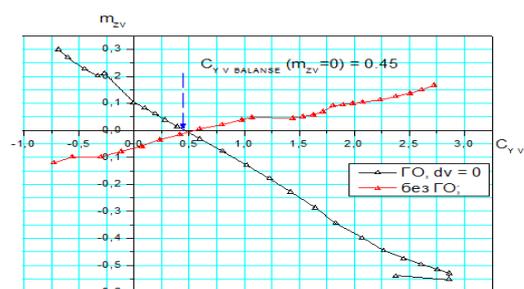


Рис. 6. Аэродинамические характеристики БПЛА без ГНС. Результат панельно-вихревого метода

Этап 2.

Для БПЛА с дополнительной несущей поверхностью была выполнена оценка влияния угла попе-

речного V и наполнения купола эластичного крыла на аэродинамические характеристики. Исследовались варианты с углом $V = 0, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 40^\circ$. В каждой компоновке выполнен расчет аэродинамических характеристик с углом конического отклонения обшивки ГНС $-0, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$. Ниже на рис. 7 показаны результаты расчета для варианта с углом поперечного $V = 30^\circ$:

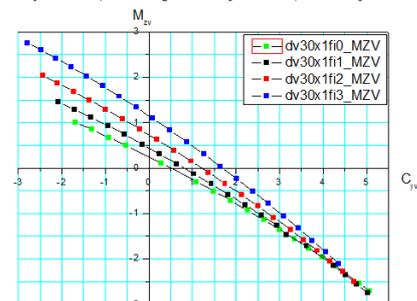
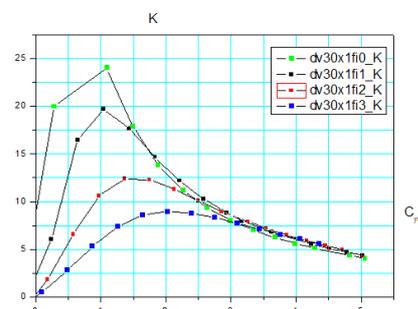
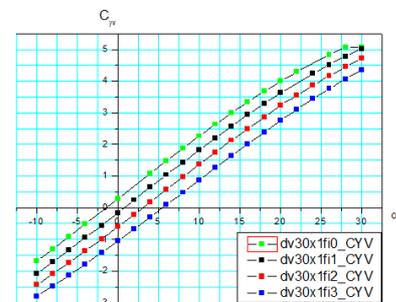


Рис. 7. Влияние параметров ГНС на аэродинамические характеристики БПЛА. Результат панельно-вихревого метода $V = 300$

Результирующие зависимости влияния угла наклона ГНС на значения максимального и балансировочного качества самолета с отклоненной ГНС показаны ниже на рис. 8:

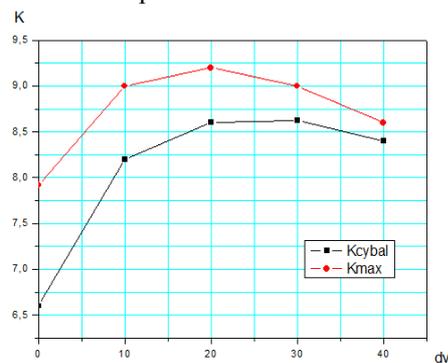


Рис. 8. Зависимости $K_{max}, K_{бал}(dv)$

Етап 2.

Результаты исследования влияния места расположения ГНС на БПЛА на балансировку показаны ниже на рис. 9.

Степень статической устойчивости БПЛА

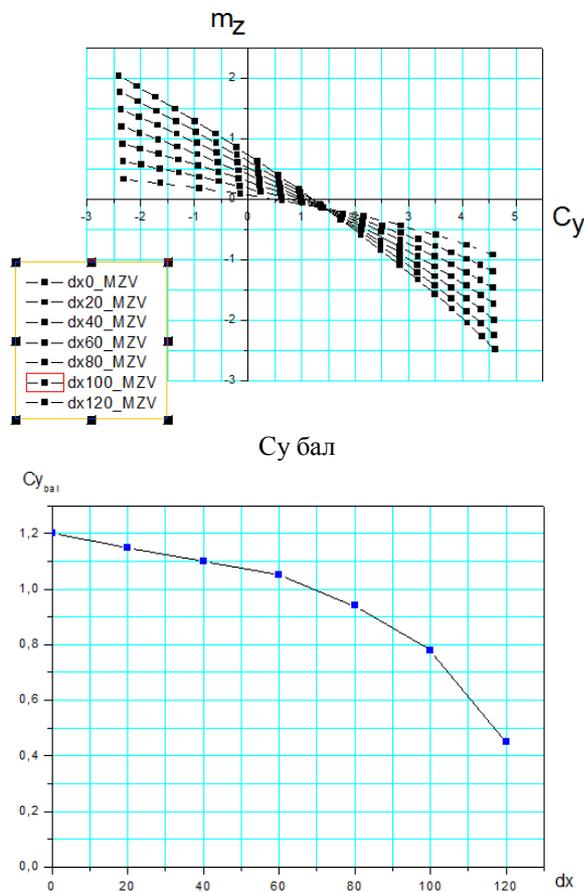


Рис. 9. Влияние места расположения ГНС по оси x

Етап 4.

Результаты исследования влияния работающего двигателя на аэродинамические характеристики компоновки БПЛА с ГНС показаны ниже на рис. 10.

Выводы

Выводы по этапу 1.

На основании результатов обзора конструкций ЛА с деформируемыми несущими поверхностями можно сделать вывод о том, что создание подъемной силы, обеспечение требований устойчивости и управляемости возможно для летательного аппарата с нежестким эластичным крылом

Выводы по этапу 2.

Представленные закономерности крыла конечного размаха наглядно демонстрируют принципиальную возможность совмещения в одной конструкции жесткой и гибкой несущей поверхности. Наглядно показано, что деформируемое дополнительное крыло не имеет особенностей аэродинамики, препятствующих его работе в компоновке БПЛА

классической схемы. Дополнительный аэродинамический момент, возникающий при выпуске дополнительного крыла, может быть компенсирован имеющимся оперением БПЛА при условии определения его требуемого местоположения

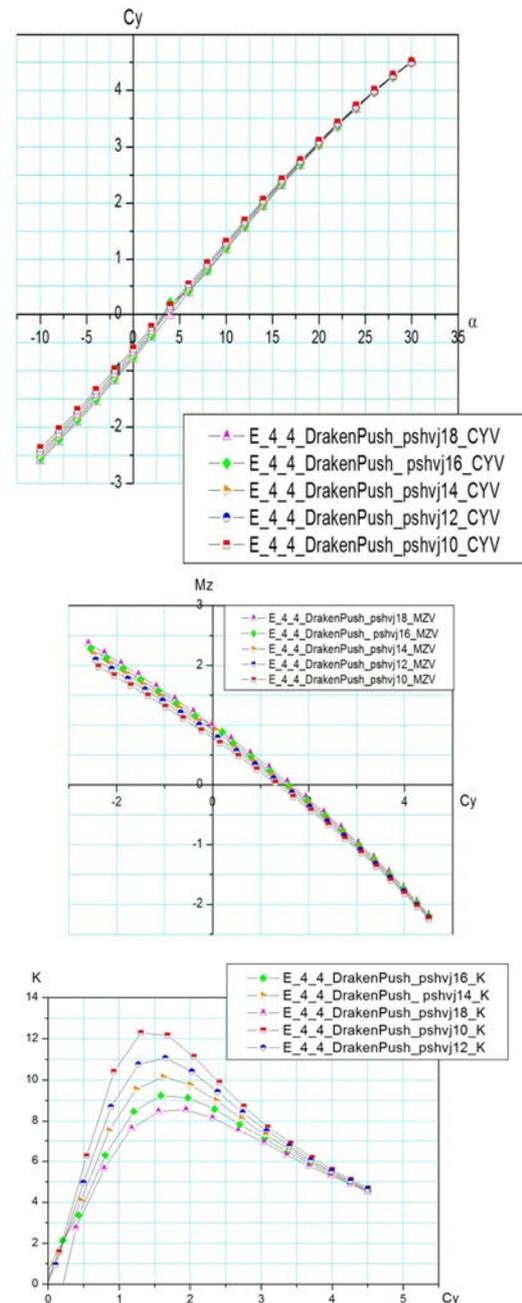


Рис. 10. Влияние струи работающего винта. Результат панельно-вихревого метода

Выводы по этапу 3.

В качестве основного расчетного метода принят панельно-вихревой метод симметричных особенностей, позволяющий с достаточной точностью определить влияние дополнительной несущей поверхности на аэродинамические и летно-технические характеристики. Принятый метод обладает высокой вычислительной эффективностью, приемлемой точностью при условии адекватности расчетных моделей.

Выводы по этапу 4.

На основании проведения этапа 1 можно сделать вывод, что с ростом угла V дополнительного крыла значение балансирующего качества растет и приближается к K_{\max} с ростом угла V .

Модель балансируется на $C_{y_{\text{бал}}} = 0,45$ без отклонения рулей. Значения $C_{y_{\text{бал}}} = 0,45$ соответствуют максимальному качеству БПЛА. ($\alpha_{\text{бал}} = 0,73^\circ$) $K_{\max} = 9,25$. Заметим, что модель устойчива по тангажу ($m_Z^{C_y} = -0,222 < 0$). С увеличением угла поперечного V дополнительного крыла возрастает значение $C_{y_{\text{бал}}}$. Степень продольной устойчивости увеличивается 3 раза и максимальная для максимального угла поперечного V крыла.

Установка дополнительной несущей поверхности позволяет увеличить несущую способность компоновки более чем в 3,5 раза, что эквивалентно снижению скорости полета в 2 раза, сократить требуемую дистанцию посадки.

Изменяя положение дополнительного крыла по оси X , можно добиться балансировки БПЛА на требуемой скорости полета, при этом общая устойчивость ЛА не меняется, значение производной по M_z по C_y – отрицательное.

Влияние работающей силовой установки на аэродинамические характеристики БПЛА с выпущенным дополнительным крылом и без дополнительного крыла – положительное не нарушает устойчивости летательного аппарата, повышает подъемную силу и благотворно влияет на коэффициент наполнения купола дополнительного несущего крыла. По результатам расчетов можно рекомендовать схему с двигателем впереди.

Общий вывод.

Как показывают результаты расчетных исследований, предложенная схема БПЛА позволяет существенно увеличить эксплуатационные характеристики БПЛА, варьировать скорость полета в широ-

ком диапазоне, совершать посадку по практически вертикальной траектории.

При этом с использованием панельно-вихревого метода можно определить оптимальное положение дополнительного крыла практически без дополнительных потерь на балансировку

В качестве исходной расчетной модели принята компоновка, соответствующая по своим параметрам классическому БПЛА, что позволяет сделать вывод о применимости методики к проектированию широкого спектра БПЛА

Для компоновки БПЛА с ГНС целесообразно применять тянущий винт, т.к. струя от работающего винта позволяет более эффективно наполнить основной купол дополнительного крыла

Список литературы

1. Бауэрс П. Летательные аппараты нетрадиционных схем: пер. с англ. / П. Бауэрс. – М.: Мир, 1991. – 320 с., ил.
2. D. Kuhemann F.R.S. The aerodynamic design of aircraft. Pergamon Press Inc. Oxford, England. 1985.
3. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкости / К. Флетчер. – М.: Мир, 1991. (в 2-х томах) – 1. – 501 с.; 2. – 552 с.
4. Торенбик Э. Проектирование дозвуковых самолетов: пер. с англ.; пер. Е.П. Голубкова / Э. Торенбик. – М.: Машиностроение, 1983. – 648 с., ил.
5. Практическая аэродинамика дельтаплана: Справочник; И.А. Азарьев, Д.С. Горшенин, В.И. Силков. – М.: Машиностроение, 1992. – 288 с., ил.
6. Клименко А.П. Мотодельтапланы: Проектирование и Теория Полета / А.П. Клименко, И.В. Никитин. – М.: Патриот, 1992. – 288 с., 20 л., ил.
7. Белоцерковский С.М. Моделирование турбулентных струй и следов на основе метода дискретных вихрей / С.М. Белоцерковский, А.С. Гиневский. – М.: Физматлит, 1995. – 365 с.

Поступила в редколлегию 14.06.2012

Рецензент: д-р техн. наук, ст. научн. сотр. Е.А. Украинец, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

РОЗРАХУНКОВА ОЦІНКА АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БПЛА З ГІБРИДНОЮ НЕСУЧОЮ СХЕМОЮ

Казаськероглу Хаккі, Д.Н. Зінченко, В.А. Бердочник, Д.В. Комаров

Розглянуті характерні особливості визначення аеродинамічних характеристик безпілотного ЛА з додатковою несучою поверхнею – гібридна несуча схема (ГНС). Запропонована методика визначення коефіцієнтів підйомної сили і опору БПЛА з ГНС на підставі панельно-вихревого методу. Виконаний аналіз впливу параметрів компоновки на розрахункові аеродинамічні характеристики.

Ключові слова: аеродинамічна схема, додаткові несучі поверхні, експеримент, модель, фюзеляж, крило, злітно-посадочні характеристики.

CALCULATION ESTIMATION OF AERODYNAMIC DESCRIPTIONS OF PILOTLESS VEHICLE WITH A HYBRID BEARING CHART

Kazaskeroglu Khakki, D.N. Zinchenko, V.A. Berdochnik, D.V. Komarov

The characteristic features of determination of aerodynamic descriptions of беспилотного ЛА are considered with an additional bearing surface is a hybrid bearing chart (GNS). The method of determination of coefficients of carrying capacity and resistance of BPLA is offered with GNS on the basis of panel-vortical method. The analysis of influencing of parameters of arrangement is executed on calculation aerodynamic descriptions.

Keywords: aerodynamic chart, additional bearings surfaces, experiment, model, fuselage, covered, flight-landings descriptions.