

УДК 629.734

А.С. РАКОВ

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина

НАСТРОЙКА ПАРАПЛАНА В ПРОЦЕССЕ ЛЕТНЫХ ИСПЫТАНИЙ

В статье описан процесс настройки новой модели парашюта в процессе летных испытаний на примере прототипа парашюта Discovery-4. Описаны параметры крыла, которые можно изменять непосредственно в процессе испытаний. Приведены описания летных тестов, выполняя которые, пилот оценивает необходимость изменения центровки или геометрической кривизны крыла. Данные о поведении прототипа парашюта Discovery-4 при различных настройках сведены в таблицу. По результатам испытаний сделан вывод о необходимости создания следующего прототипа с измененным профилем крыла.

Ключевые слова: парашют, классификация парашютов, испытания парашютов.

Введение

В авиации важнейшим этапом создания нового летательного аппарата являются летные испытания. При проектировании новой модели парашюта практически невозможно рассчитать уровень безопасности будущего аппарата, можно только примерно предположить этот уровень. Невозможно так же точно рассчитать центровку, необходимую для обеспечения заданного уровня безопасности парашюта. Проверить соответствие уровня безопасности заданному, окончательно настроить центровку крыла, можно в процессе первого этапа летных испытаний.

1. Классификация парашютов по классам безопасности

Современные парашюты делятся на пять классов по безопасности (подробно эта классификация описана в статье [1]) – А, В, С, D и Open-класс.

Мы рассмотрим процесс настройки парашюта на примере прототипа Discovery-4 (рис. 1), который должен соответствовать классу В - это парашюты с хорошей пассивной безопасностью и сопротивляющиеся выходу из нормального полета. Предназначены для всех пилотов, включая пилотов на всех стадиях обучения. Летные испытания проводятся по методике сертификации парашютов в системе EN [2]. В этой системе сертификации 24 летных теста. Пилот поочередно выполняет эти тесты и оценивает поведение крыла. Для первоначальной оценки уровня безопасности нового парашюта нет необходимости выполнять все 24 теста. Рассмотрим более детально процесс настройки парашюта. Основные геометрические параметры парашюта – такие как профили крыла, удлинение, арочность, длина строп, задаются в процессе проектирования и не могут

изменяться непосредственно в процессе летных испытаний. Однако, есть параметры, изменить которые можно - это центровка парашюта и геометрическая кривизна крыла. Эти параметры меняются путем замены части строп, либо даже завязывания узлов на некоторых стропях. Такую настройку не составляет проблем выполнять прямо в поле между полетами.



Рис.1. Прототип парашюта Discovery-4

2. Описание первого этапа летных испытаний парашюта

Первым шагом при испытаниях новой модели парашюта является измерение балансирующей скорости. По статистике [3], балансирующая скорость парашютов класса В составляет 36-38 км\ч, в отдельных случаях до 42 км\ч. При меньшей скорости сильно сужается диапазон погодных условий

(сила ветра), при которых парашан может летать, при большей – парашан становится некомфортным при взлете и посадке. Изменить балансировочную скорость можно, меняя центровку парашана. Центровка задается длинами строп при проектировании стропной системы, и может меняться в небольших пределах путем завязывания узлов на стропах нижнего яруса в полевых условиях. Если балансировочная скорость находится в указанных пределах, пилот переходит к следующему этапу испытаний – фронтальным складываниям. Пилот складывает всю переднюю кромку парашана, либо ее половину за первый ряд свободных концов и наблюдает за раскрытием купола. Для того, чтобы парашан соответствовал категории EN B, необходимо, чтобы купол наполнялся самостоятельно за время не более трех секунд (при симметричном складывании), угол разворота составлял не более 180 градусов и угол клева – не более 60 градусов (при асимметричном складывании). Если с фронтальными складываниями все в порядке, пилот проводит тест на выход с больших углов атаки – парашан тормозится затягиванием В-ряда строп до момента, когда траектория полета максимально приближается к вертикали (однако купол сохраняет форму), и затем пилот плавно отпускает В-ряд. Купол должен самостоятельно возвращаться к нормальному полету за время не более трех секунд. Если и этот тест проходит успешно, первый этап испытаний завершается – парашан считается настроенным по центровке. Пилот переходит к выполнению остальных тестов, однако мы не будем их рассматривать в данной статье.

3. Объект испытаний

Объект испытаний – третий прототип парашана Дискавери-4 предназначенный для замены морально устаревшего Дискавери-3. Площадь крыла прототипа 27 кв.м. Предыдущие два прототипа были изготовлены для отработки профиля крыла и представляли собой схожие парашаны с двумя различными профилями крыла. По результатам испытаний был выбран профиль S3-18, являющийся модификацией профиля парашана более высокого класса Скорпион-3. Семейство парашанов Дискавери предназначено для выпускников летных школ – это наиболее востребованные на рынке парашаны. Парашан Дискавери-3 был создан в 2005 году. Его устаревание в основном связано с появлением на рынке новых более легких и ресурсных тканей, более тонких строп (сопротивление строп составляет около 30% сопротивления всей системы пилот-парашан. На современном парашане установлено около 300 метров строп, поэтому уменьшение диаметра стропы при сохранении разрывной нагрузки

является важнейшим фактором развития конструкций парашанов. На спортивных моделях парашанов применяют безоплеточные стропы, однако их низкий ресурс – около 100 летных часов – неприемлем для послешкольного крыла.) Еще один фактор, приводящий к устареванию – накопление опыта проектирования новых моделей, приводящее к возможности создания парашана с более высокими летными характеристиками при сохранении высокого уровня безопасности, необходимого для послешкольного парашана.

4. Цель испытаний

Цель испытаний - на основе экспериментальных данных выбрать необходимую центровку и крутку крыла для соответствия парашана категории EN B. Измерить диапазон скоростей и оценить маневренность парашана для принятия решения о необходимости изготовления следующего прототипа. В случае принятия решения об изготовлении следующего прототипа, выработка требований к этому прототипу.

5. Условия испытаний и приборы

Испытания парашана представляют собой серию полетов. В каждом из полетов пилот выполняет определенные тесты либо замеряет определенные параметры (обычно горизонтальную и вертикальную скорости). По результатам полета могут вноситься изменения в стропную систему парашана, после чего тест повторяется для оценки влияния внесенного изменения. Испытания обязательно проводятся на максимальном и на минимальном полетном весе (для исследуемого прототипа Дискавери-4 это 80 и 100 кг).

Мы первоначально провели испытания и настройку парашана на максимальном весе, после чего были выполнены проверочные тесты с минимальным полетным весом. Полеты фиксируются на видеокамеру с земли для обеспечения возможности повторного просмотра и более точной оценки результатов полета. Скорость и вертикальная скорость измеряется с помощью прибора Flytec 4005 и датчика скорости – так называемой вертушки. Пилот передает значения скорости помощнику на земле с помощью радиостанции. В описываемой серии испытаний мы использовали радиостанции Yaesu VX6R, видеокамера Sony с 30-кратным зумом. Подъем парашана в воздух осуществлялся с помощью пассивной лебедки «малинка» изготовленной в Дельтапланерном клубе ХАИ. Высота затяжек составляла около 700м. Следует отметить, что большая высота затяжек необходима для обеспечения безопасности тест-пилота. Полеты производились в

нормальных атмосферных условиях, при 100-процентной облачности и силе ветра около 4 м/с. Такая погода позволяет минимизировать влияние

атмосферной турбулентности на результаты испытаний.

Результаты испытаний сведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты испытаний

Характеристики	Полёт 1	Полёт 2	Полёт 3	Полёт 4
Центровка в % центральной хорды	44	52	49	49
Крутка крыла, градусы	3	3	3	5
Балансировочная скорость, км\ч	40,5	36	38,5	38
Акселераторная скорость, км\ч	57	50	52,5	52
Поведение парашюта при симметричном фронтальном складывании	складывание происходит резко, купол после складывания уходит до 30 градусов назад и переходит в парашютирование. Раскрытие происходит только после вмешательства пилота;	складывание происходит мягко без значительного изменения тангажа, раскрытие самостоятельное, практически мгновенное, клевок вперед до 45 градусов.	раскрытие происходит самостоятельно за период времени не более 3-х секунд;	раскрытие происходит самостоятельно за период времени не более 3-х секунд;
Поведение парашюта при асимметричном фронтальном складывании 50% размаха	резкий разворот до 270 градусов, клевок вперед 45-60 градусов. Сложенная часть открывается неохотно;	парашюта складывается неохотно, разворот после складывания около 90 градусов, клевок вперед до 45 градусов;	разворот до 180 градусов, клевок вперед до 60 градусов;	разворот до 180 градусов, клевок вперед до 60 градусов;
Поведение парашюта при асимметричном фронтальном складывании 75% размаха	очень резкий разворот до 360 градусов, клевок вперед 45-60 градусов. Сложенная часть открывается неохотно;	парашюта складывается неохотно, разворот после складывания 90-180 градусов, клевок вперед до 45 градусов;	разворот до 180 градусов, клевок вперед до 60 градусов;	разворот до 180 градусов, клевок вперед до 60 градусов;
Поведение парашюта при асимметричном фронтальном складывании 75% размаха на максимальной скорости	Не проводился	Не проводился	складывание происходит очень динамично, однако параметры раскрытия соответствуют категории EN B: разворот до 180 градусов, клевок вперед до 60 градусов;	разворот до 180 градусов, клевок вперед до 60 градусов; поведение крыла мягче, чем в предыдущем варианте
Тест «выход с больших углов атаки»	Не проводился	парашюта самостоятельно не выходит из парашютирования (режим, при котором горизонтальная скорость равна нулю, а вертикальная составляет 8-10 м/с). Выход происходит в течение 3-х секунд после вмешательства пилота.	парашюта самостоятельно выходит с больших углов атаки, режим парашютирования не найден;	парашюта самостоятельно выходит с больших углов атаки, режим парашютирования не найден;
Вывод	Необходима более задняя центровка	Необходима более передняя центровка	Необходимо увеличить крутку крыла	Поведение крыла соответствует категории EN B.

Выводы

По результатам испытаний выбрана центровка 49% (при первоначальной 44%) центральной хорды и геометрическая крутка (5 градусов на 20-й нервюре) крыла парaplана Дискавери 4 прото3-27. Эти параметры позволяют парaplану пройти летные тесты категории EN B. Значительное (около 20%) уменьшение количества строп, а так же их толщины и, как следствие, сопротивления стропной системы привело к чрезмерному увеличению балансирующей скорости парaplана. При этом крыло работает на невыгодном угле атаки и аэродинамическое качество снижается. Уменьшение же скорости путем увеличения угла атаки крыла (применения более задней центровки) не представляется возможным, так как парaplан перестает самостоятельно выходить с больших углов атаки. Выходом может служить применение других профилей крыла, либо

прочие меры, приводящие к самостоятельному выходу парaplана с больших углов атаки (изменение положения точек крепления строп, изменение формы крыла в плане). Принято решение об изготовлении следующего прототипа парaplана Дискавери-4 с модифицированным профилем крыла.

Литература

1. Раков А.С. Выбор основных геометрических параметров при проектировании парaplана / А.С. Раков / *Авиационно-космическая техника и технология*. – 2009. – № 5 (62). – С. 28–31.
2. Сайт компании Air Turquoise [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.para-test.com>.
3. Сайт P@r@2000. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.para2000.org>.

Поступила в редакцию 2.12.2010

Рецензент д-р техн. наук, проф., проректор по НИР ХАИ, заведующий кафедрой проектирования ракетно-космических аппаратов А.В. Гайдачук, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

НАСТРОЙКА ПАРАПЛАНА У ПРОЦЕСІ ЛЬОТНИХ ВИПРОБУВАНЬ

О.С. Раков

У статті описано процес налаштування нової моделі парaplана у процесі льотних випробувань на прикладі прототипу парaplана Дискавери-4. Описані параметри крила, які можна змінювати безпосередньо у процесі випробувань. Наведені описи льотних тестів, виконуючи які, пілот оцінює необхідність зміни центрування або геометричної крутки крила. Дані про поведінку прототипу парaplана Дискавери-4 при різних налаштуваннях зведені у таблицю. За результатами випробувань зроблено висновок про необхідність створення наступного прототипу із зміненням профілем крила.

Ключові слова: парaplан, класифікація парaplанів, сертифікація парaplанів.

SETTING UP THE PARAGLIDER DURING FLIGHT TESTS

A.S. Rakov

The article describes how to set up a new model of the paraglider during flight tests on the example of the prototype paraglider Discovery-4. Parameters of the wing that can be modified directly in the process of testing are described. Flight tests, making which, the pilot decides if it necessary to change settings of the paraglider, are described. Data about the behavior of the prototype paraglider Discovery-4, with different settings are brought to the table. According to the results of the tests the conclusion is made, that it is necessary to make the next prototype with modified airfoil.

Key words: paraglider, classification of paragliders, certification of paragliders.

Раков Алексей Сергеевич – инженер лаборатории ТТС, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», Харьков, Украина.