



Государственная корпорация
по космической деятельности «Роскосмос»



Акционерное общество
«Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения» (АО «ЦНИИмаш»)

ул. Пионерская, д. 4, корп. 22
г.о. Королёв,
Московская область, 141070

Тел.: +7 (495) 513 5951
Факс: +7 (495) 512 2100

e-mail: corp@tsniimash.ru
http://www.tsniimash.ru

ОГРН 1195081054310
ИНН/КПП 5018200994/501801001

20.11.2020 исх. № 09001-12944

исх. № _____ от _____

Председателю диссертационного совета
Д 212.125.10 д.т.н., профессору
Ю.И. Денискину

Волоколамское шоссе, д.4, А-80,
г. Москва, ГСП-3, 125993, ФГБОУ ВО
«Московский авиационный институт
(национальный исследовательский
университет)»

Уважаемый Юрий Иванович!

Направляю Вам отзыв официального оппонента Арутюнова Артёма Георгиевича, главного конструктора проектно-конструкторского центра многоразовых ракетно-космических систем им. Р.Л. Бартини АО «ЦНИИмаш», кандидата технических наук на диссертацию Карпович Елены Анатольевны «Разработка научно-методического обеспечения для формирования облика и оценки характеристик легкого самолета с крылом коробчатой схемы на ранних этапах проектирования», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Приложение: отзыв на диссертацию, в 2 экз., на 5 листах.

Главный ученый секретарь
АО «ЦНИИмаш», д.т.н., профессор



*С уважением,
Ю. Смагин*

Смагин Ю.Н.

Исполнитель:
Арутюнов А.Г.
тел.: 8 (495) 513-43-59

Отдел документационного
обеспечения МАИ

« 01 12 2020 »

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата технических наук Арутюнова Артёма Георгиевича на диссертацию Карпович Елены Анатольевны «Разработка научно-методического обеспечения для формирования облика и оценки характеристик легкого самолета с крылом коробчатой схемы на ранних этапах проектирования», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Диссертация Карпович Е.А. посвящена разработке научно-методического обеспечения для формирования облика и оценки характеристик легкого самолета с крылом коробчатой схемы на ранних этапах проектирования.

Актуальность работы

Использование в конструкции самолетов коробчатого или сочленённого крыла дает ряд преимуществ по сравнению с классическими монопланами, однако данная конструкция применяется редко и требует более глубокого изучения. Проведенное автором исследование показало, что в работах, посвященных самолетам с крылом коробчатой схемы, не описаны методики формирования облика и сравнительно простого, приближенного расчета аэродинамических характеристик подобных летательных аппаратов в рамках категории ОЛС. Поэтому **актуальность** темы исследования не вызывает сомнений.

Структура и объём работы

Диссертация включает введение, четыре главы, заключение, список литературы. Работа изложена на 145 страницах, содержит 72 рисунка, 19 таблиц, 5 приложений. Список литературы содержит 103 наименования.

Во **введении** автором приведено обоснование выбора темы диссертации, сформулированы цель, предмет, объект исследований, научные задачи и методы их решения. В рамках обоснования выбора схемы крыла для исследования представлено сравнение коробчатой схемы крыла с другими известными схемами. Изложены научная новизна и практическое значение полученных результатов, перечислены публикации по теме диссертации, приведена структура диссертации.

В **первой главе** автором представлен обзор теоретических работ, посвященных коробчатому крылу, проанализированы исследования, связанные со

проектированием самолета с крылом коробчатой схемы, приведены примеры проектов самолетов с крылом коробчатой схемы различного назначения.

Результатом анализа научной и технической литературы стал вывод о целесообразности разработки научно-методического обеспечения для проектирования легкого самолета с крылом коробчатой схемы.

Во второй главе представлено описание двух модулей научно-методического обеспечения проектирования легкого самолета с крылом коробчатой схемы: аэродинамического модуля и модуля исследования устойчивости и балансировки.

Аэродинамический модуль научно-методического обеспечения состоит из двух подмодулей: первый подмодуль позволяет рассчитать требуемые параметры аэродинамических профилей для переднего и заднего крыльев, второй подмодуль позволяет осуществить инженерный расчет аэродинамических характеристик легкого самолета с крылом коробчатой схемы.

С целью верификации предлагаемых в диссертации инженерных методик расчета аэродинамических характеристик самолета с крылом коробчатой схемы были проведены численные расчеты и трубные испытания весовой модели коробчатого самолета. Такой же комплекс исследований был применен к модели самолета По-2 с модифицированным сочлененным крылом. На основании сравнения полученных аналитических, численных и экспериментальных данных автор сделал вывод, что в пределах безотрывного обтекания предлагаемая методика расчета аэродинамических характеристик легкого самолета с крылом коробчатой схемы демонстрирует удовлетворительную сходимость с экспериментом.

Второй модуль научно-методического обеспечения, предложенный во второй главе – модуль исследования устойчивости и балансировки легкого самолета с крылом коробчатой схемы.

Работа с этим модулем позволяет, в частности, определить требуемое соотношение подъемной силы крыльев, рассчитать углы установки крыльев с учетом скоса потока на расчетном режиме полета, выбрать способа балансировки самолета.

Предложенные автором аэродинамический модуль и модуль исследования устойчивости и балансировки позволяют более обоснованно решать задачу об определении геометрических параметров несущих поверхностей легкого самолета

с крылом коробчатой схемы с учетом ряда ограничений (обеспечение потребного продольного «V» системы крыльев, обеспечение заданной степени продольной статической устойчивостью и потребного распределения подъемной силы по размахам крыльев на расчетном режиме полета).

В третьей главе разработанные аэродинамический модуль и модуль исследования устойчивости и балансировки были применены в рамках проектирования самолета с крылом коробчатой схемы по методике «от эквивалентного моноплана».

По сформированному техническому заданию было спроектировано два легких самолета – с консольным и коробчатым крылом. На первом этапе, в соответствии с методикой проектирования «от эквивалентного моноплана», с помощью традиционных подходов был сформирован внешний облик моноплана; полученный комплекс параметров и характеристик, описывающих форму, размеры и взаимное положение агрегатов моноплана, а также первый подмодуль аэродинамического модуля научно-методического обеспечения были использованы для формирования геометрии самолета с крылом коробчатой схемы.

В четвертой главе описан модуль расчета веса несущих поверхностей самолета с крылом коробчатой схемы. Данные по весу несущих поверхностей и полученные ранее аэродинамические характеристики легкого самолета с крылом коробчатой схемы позволили составить весовую сводку проектируемого летательного аппарата, рассчитать его летно-технические характеристики и сравнить их с характеристиками эквивалентного моноплана.

В заключении обобщены результаты, полученные в диссертации.

Научные положения, выводы и рекомендации, сделанные в работе, обоснованы ссылками на специальную литературу, а также собственными выводами автора.

Научная новизна диссертации состоит в том, что в ней было предложено научно-методическое обеспечение для проектирования легкого самолета с крылом коробчатой схемы «от эквивалентного моноплана», включающее ряд модулей:

- аэродинамический модуль,
- модуль устойчивости и балансировки,
- модуль расчета веса крыла.

В рамках диссертации автором продемонстрировано, как методика проектирования «от эквивалентного моноплана» позволяет решить задачу формирования облика и оценки характеристик легкого самолета с крылом коробчатой схемы, несмотря на отсутствие статистических данных по самолетам с такой аэродинамической компоновкой.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в том, что полученные результаты позволяют более обоснованно решать задачи по формированию технического облика и оценке характеристик легкого самолета с крылом коробчатой схемы.

Разработанное научно-методическое обеспечение предназначено для применения на ранних этапах работы над проектом, когда при сравнении нескольких концепций требуется осуществить аэродинамическое проектирование и оценить характеристики самолета с крылом коробчатой схемы.

Достоверность результатов исследования подтверждается использованием апробированного программного обеспечения, а также сертификатами рабочих эталонов на приборы и оборудование, которые были использованы при проведении экспериментов.

Публикации и апробация работы

По теме диссертации опубликовано в соавторстве 6 печатных работ, в том числе 2 из них в журналах, рекомендованных ВАК. В данных публикациях в должной мере отражены основные научные результаты работы. Результаты работы докладывались на 4 научно-технических конференциях.

Автореферат правильно и достаточно полно передает содержание и выводы диссертационной работы.

Следует отметить ряд замечаний к диссертационной работе:

1. При расчете оптимального распределения подъемной силы по размахам крыльев не учтено влияние фюзеляжа (подраздел 2.2.1.1).
2. При расчете поляры коробчатого самолета во взлетной и посадочной конфигурациях не учтено влияние механизации на распределение углов схода потока за крыльями (подраздел 2.2.2).
3. В работе не представлено обоснование выбранной компоновки отклоняющихся поверхностей по размахам крыльев (подраздел 3.1.5).

4. В тексте диссертации не обоснован выбор моноплана в качестве объекта сравнения с самолетом с крылом коробчатой схемы.
5. Автору рекомендуется пояснить, по каким причинам обеспечено преимущество самолета с крылом коробчатой схемы перед эквивалентным монопланом по аэродинамическому качеству в крейсерской конфигурации.
6. Автору рекомендуется более подробно обосновать выбор формы фюзеляжа легкого самолета с крылом коробчатой схемы.

Несмотря на отмеченные недостатки, считаю, что диссертационная работа Карпович Е.А. является законченным исследованием, выполненным на актуальную тему на достаточно высоком научном уровне. Полученные в работе результаты являются полезными в тех случаях, когда необходимо оперативно оценить характеристики самолета с крылом коробчатой схемы - при разработке ТТЗ, формировании облика самолета, уточнении геометрических параметров крыльев, а также в тех случаях, когда при сравнении нескольких концепций требуется выбрать оптимальную схему крыла.

Диссертация полностью соответствует Положению о присуждении ученых степеней, утвержденному постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842, требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор диссертации Карпович Елена Анатольевна заслуживает присуждений ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Официальный оппонент, кандидат технических наук, главный конструктор проектно-конструкторского центра многоцветных ракетно-космических систем им. Р.Л. Бартини, АО «ЦНИИмаш»

Арутюнов А.Г.

Контактная информация:

Адрес: 141070, Московская обл., г. Королёв,
ул. Пионерская, д. 4, корп. 22
Тел.: +7 905 764 37 69
E-mail: ArutyunovAG@tsniimash.ru

Подпись Арутюнова Артёма Георгиевича заверяю:

Главный ученый секретарь

АО «ЦНИИмаш», д.т.н., профессор



Смагин Ю.Н.