



ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ КОРПОРАЦИЯ
«ЭНЕРГИЯ» ИМЕНИ С.П. КОРОЛЁВА»
(ПАО «РКК «ЭНЕРГИЯ»)

Ленина ул., д. 4А, г. Королёв, МО, 141070
Тел. +7 (495) 513-86-55, факс +7 (495) 513-86-20
e-mail: post@rsce.ru; http://www.energia.ru
ОКПО 07530238; ОГРН 1025002032538
ИНН/КПП 5018033937/997450001

07.09.2011 № 220-6/04

На № _____ от _____

Московский авиационный институт
125993, г. Москва, А-80,
ГСП-3, Волоколамское шоссе, д. 4

Ученому секретарю
диссертационного
совета 24.2.327.06,

доктору технических наук, доценту
Краеву Вячеславу Михайловичу

О Т З Ы В

на автореферат диссертационной работы Буровой Аделии Юрьевны
«Метод уменьшения разнотяговости турбореактивных двухконтурных
двигателей силовой установки двухдвигательного самолёта», представленной
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки
летательных аппаратов»

Диссертационная работа посвящена практически важной задаче –
снижению разнотяговости турбореактивных двухконтурных двигателей
(ТРДД), работающих в составе силовой установки двухдвигательного
самолёта. Тема исследования является актуальной, поскольку устранение
разнотяговости позволит уменьшить расход топлива, увеличить дальность и
продолжительность полёта, повысить безопасность полётов, снизить выбросы
веществ, загрязняющих окружающую среду.

В работе справедливо отмечено, что известные способы -
комплектование самолёта двигателями с наиболее близкими параметрами и
парирование разворачивающего момента средствами аэродинамического
управления - не решают задачу учёта индивидуальных особенностей каждого
ТРДД.

ОТДЕЛ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ
И КОНТРОЛЯ ИСПОЛНЕНИЯ
ДОКУМЕНТОВ МАИ
10.09.2011 г.

Буровой А.Ю. разработан метод, имеющий двухэтапную структуру. На первом этапе, в условиях серийного производства, осуществляется селективный отбор двигателей. На втором этапе, в крейсерском полёте, выполняется коррекция тяги, базирующаяся на определении и сопоставлении расчётных значений силы тяги каждого двигателя.

Практическая значимость состоит в том, что разработаны как сама процедура отбора ТРДД одной серии для комплектации двухдвигательного самолёта, так и система автоматической коррекции тяги, реализующая предложенный метод до практической реализации в полёте. Практическое внедрение подтверждено двумя актами об использовании результатов диссертационной работы в АО «Московское машиностроительное предприятие имени В.В. Чернышёва» и в ФАУ «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского».

Научная новизна результатов диссертации:

- разработан метод, включающий отбор ТРДД по результатам стендовых испытаний и коррекцию тяги в полёте;
- разработаны способ и алгоритм отбора ТРДД одной серии методами иерархического кластерного анализа, формирующего пары двигателей с наименьшим разбросом высотно-скоростных и дроссельных характеристик;
- предложен алгоритм вычисления оценок тяги ТРДД по измеренным рабочим параметрам и параметрам крейсерского полёта, учитывающий индивидуальные характеристики и изменение КПД узлов двигателя;
- разработаны способ и алгоритм, в которых разнотяговость уменьшается в зависимости от разности оценок тяги, вычисленной с учётом индивидуальных особенностей каждого двигателя, текущих условий полёта и изменения КПД узлов.

Диссертация включает введение, четыре главы, заключение, список литературы и приложения. Объём диссертации - 144 страницы. Список литературы включает 122 источника. В приложении представлены два акта о практическом использовании результатов работы.

Судя по тексту автореферата, исследование имеет логичную и последовательную структуру. Автор детально формализует проблему разнотяговости. В работе приведена логическая схема алгоритма и итоги селективного отбора ТРДД с применением кластерного анализа. Индивидуальные особенности двигателей фиксировались в границах допустимых отклонений рабочих параметров. Анализ характеристик выполнялся по полнофакторному виртуальному экспериментальному плану, что позволило очертить границы отклонений параметров и их сочетаний в пределах производственных допусков. Для количественной оценки близости зависимостей, выявленных в одном кластере, использовались расстояния Фреше. Отбор ТРДД из той же серии для оснащения очередной силовой установки осуществлялся при условии, что тяги и частоты вращения роторов высокого давления и роторов низкого давления отвечают критериям приближённого равенства. Автором предложена структурная схема системы автоматической коррекции тяги, предназначенной для работы в полётных условиях.

Полученные результаты являются оригинальными, обладают научной новизной и достаточно обоснованы. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

По теме работы опубликовано 28 трудов, из них 10 – в рецензируемых изданиях ВАК РФ по специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» и приравненных к ним и 6 статей – в других рецензируемых изданиях ВАК РФ.

Оценивая работу в целом положительно, тем не менее, необходимо указать на следующие замечания:

1. В тексте автореферата упоминаются матрицы данных, содержащие значения рабочих параметров ТРДД для вычисления оценок тяги в полёте. Однако характеристики реальных двигателей неизбежно изменяются во времени в процессе эксплуатации (вследствие выработки ресурса,

загрязнения проточной части). Из представленного материала не вполне ясно, каким образом это учитывается.

2. Компоновка структурной схемы системы автоматической коррекции тяги выбрана не вполне удачно, что усложняет анализ логики работы системы.

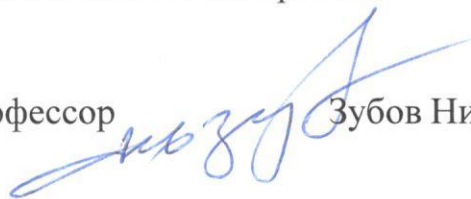
3. Графический материал автореферата нуждается в техническом и стилистическом улучшении. Рисунки выполнены в различных редакторах с использованием разных шрифтов, что затрудняет их однозначную интерпретацию.

4. В некоторых разделах автореферата встречаются излишне перегруженные формулировки, несколько осложняющие их восприятие.

Указанные замечания не снижают высокого уровня проработки темы. Выявленные недостатки не умаляют практической значимости представленного материала; результаты исследования аргументированы и подкреплены достаточным объёмом данных.

Тематика и содержание диссертации соответствуют специальности 2.5.15 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов». Работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор - Бурова Аделия Юрьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Доктор технических наук, профессор



Зубов Николай Евгеньевич

Почтовый адрес: 141070, Московская область, г. Королев, ул. Ленина, д.4а.

Телефон +7-963-763-76-87

Адрес электронной почты: Nikolay.Zubov@rsce.ru

Организация — место работы: ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева
Должность: профессор аспирантуры.

Подпись и сведения заверяю

Ученый секретарь,

д.ф-м.н

О.Н. Хатунцева

