

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАНСКОЕ МОТОРОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ»

JOINT-STOCK COMPANY
«KAZAN MOTOR-BUILDING
PRODUCTION ASSOCIATION»«КАЗАН МОТОРЛАР
ТӨЗУ ПРОИЗВОДСТВО БЕРЛӘШМӘСЕ»
АКЦИОНЕРЛЫК ЖӘМГЫЯТЕ

420036, Республика Татарстан, г.Казань, ул. Дементьева, д.1, Телефон/факс: (843) 571-93-63

«26» 10 2018 г. № 80-ч/221

НА ВАШ № _____ ОТ _____

Ученому секретарю диссертационного совета
Д212.079.02 Федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский
Технический университет им. А.Н.Туполева»
(КНИТУ-КАИ)
Алтунину В.А.
420111, г. Казань, ул. К.Маркса, дом 10

Уважаемый Виталий Алексеевич!

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Варсегова В.Л.
«Методология проектирования устройства реверсирования тяги
двухконтурного турбореактивного двигателя на основе математического и
численного моделирования аэродинамики течения».

Приложение: Отзыв – на 3-х листах (2экземпляра).

Зам. генерального директора
по техническому развитию



Шелепов С.Б.

Исп.: Бакланов А.В.
Тел. (843) 221-26-64

Исполнено _____

В ДЕЛО № _____

исх. №, дата, подпись

Отзыв

**на автореферат диссертации Варсегова Вадима Львовича на тему
«Методология проектирования устройства реверсирования тяги
двухконтурного турбореактивного двигателя на основе математического
и численного моделирования аэродинамики течения»,**

**представленной на соискание ученой степени доктора технических наук
по специальностям 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и
энергетические установки летательных аппаратов» и 01.02.05 –
«Механика жидкости, газа и плазмы»**

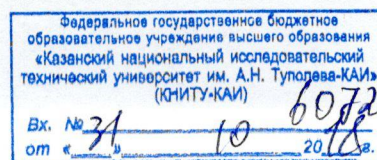
Реверсирование тяги является эффективным способом торможения самолета при послепосадочном пробеге. Однако включение реверсивного устройства приводит к появлению реверсивных струй, которые при наложении на набегающий поток могут оказывать нежелательное воздействие на самолет. Нежелательное воздействие заключается в прилипанию реверсивной струи к мотогондоле и дальнейшем ее попадании во входные устройства двигателей, что приводит к искажению полей скоростей и температур на входе в двигатели. Чтобы минимизировать эффекты взаимодействия набегающего потока и реверсивных струй, устройства реверсирования тяги комплектуются решетками со специально рассчитываемыми углами установки лопаток.

Возникающие реверсивные струи обладают секторной формой. Распространение секторных струй в потоке изучено недостаточно. Поэтому создание математической модели, способной описывать поведение потока достаточно сложной конфигурации, в том числе при взаимодействии с препятствиями, представляет интерес с точки зрения авиационного проектирования.

Целью диссертационной работы является разработка методологии проектирования устройства реверсивной тяги решетчатого типа, расположенного в наружном контуре двухконтурного ТРД, на основе математического, численного и физического моделирования аэродинамики течения.

Научная новизна диссертационной работы заключается в разработке математической модели и анализе результатов расчета течения турбулентной изотермической струи секторной формы, а также апробации разработанной модели применительно к турбореактивному двигателю ПС-90.

Математическая модель представляет собой оригинальную попытку исследования секторной струи, не базирующуюся на предыдущих работах,



соответствующих той же геометрической конфигурации струи. Автор также предлагает дополнительные методы для расчета начального и переходного участков струи отдельно. Адаптация созданной математической модели к действительным условиям истечения потока из реверсивного устройства производится методом последовательных приближений.

При проведении экспериментальных исследований, необходимых для валидации математической модели, также выносятся рекомендации касательно профилей и углов установки направляющих лопаток. Кроме того, в ходе анализа экспериментальных данных обнаружено, что геометрическим параметром, определяющим искривление секторной струи, является продольный размер сопла.

Расчет течения проводился как в одномерной постановке с использованием оригинальной математической модели, так и в двух- и трехмерной постановке, при помощи пакета прикладных программ ANSYS Fluent. На основании результатов расчета формируются закономерности поведения коэффициента обратной тяги, коэффициента реверсирования и коэффициента расхода, а также картина изменения параметров секторной струи в окружном направлении.

Результаты численного моделирования течения показывают удовлетворительное соответствие результатам экспериментального исследования.

На основе представленных результатов расчетов течения реверсивной струи разработана методика оценки режима, при котором начинается прилипание струи к мотогондоле. Результаты расчетов могут быть использованы при проектировании самолета и двигателя с подобным типом реверсивного устройства.

В качестве замечаний по автореферату можно отметить следующее:

1. Из текста следует, что выход из расчетного домена, изображенного на рис. 9.2, находится сразу за лопатками. Не следовало ли отодвинуть выходную границу домена дальше по потоку для повышения точности решения, как это было сделано при постановке задачи, приведенной на рис.9.4?
2. На рис. 9.3 приводится сравнение результатов работы 4 различных моделей турбулентности и экспериментальных данных. Преимущество модели Ментера в решении подобных задач, исходя из мировой практики, логично, но не продемонстрировано достаточно убедительно. Более того, на отдельных участках некоторых графиков наблюдается расхождение

- расчета и эксперимента на 25% и выше. Автору следовало добавить модель турбулентности с учетом ламинарно-турбулентного перехода.
3. В тексте упоминается создание нескольких моделей расчетных сеток с различным качеством, но не приводится анализ сеточной независимости.
 4. В тексте не дано определение косинусных потерь. Похоже, это понятие довольно специфическое и встречается очень редко.
 5. Описание граничных условий на с.46 и с.48 дублируется. Отдельные моменты (например, использование уравнения состояния идеального газа) подразумевается априори и вряд ли достойны упоминания.
 6. Имеет место некоторая не информированность отдельных рисунков. Так, на рис. 5.8 – 5.18 и 5.26 отсутствуют подписи к линиям и маркерам на графиках.
 7. На рис. 9.2 отмечены два входа без выхода; судя по тексту, это опечатка.
 8. На рис.7.5 и 7.9 через две экспериментальные точки проведена кривая. Остается не понятным, из каких соображений автор решил, что зависимость будет не линейной, а будет иметь именно такой характер.

Данные замечания не влияют на общую положительную оценку полученных в диссертации результатов. Считаю, что диссертация Варсегова В.Л. представляет собой научно-квалификационную работу, отвечающую паспорту специальностям 05.07.05 – «Тепловые , электроракетные двигатели и энергетические установки летательных аппаратов» и 01.02.05- «Механика жидкости, газа и плазмы» и требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.10.2013г., а ее автор достоин присуждения ученой степени доктора технических наук.

Начальник бюро камер сгорания и выходных устройств
Казанского моторостроительного
производственного объединения,
к.т.н. Бакланов А.В.

Зам. генерального директора
по техническому развитию
Шелепов С.Б.



[Handwritten signature]