



Опытно-конструкторское  
Бюро имени А. Люльки



«Опытно-конструкторское бюро имени А. Люльки» («ОКБ им. А. Люльки»)  
филиал ПАО «ОДК-Уфимское моторостроительное производственное объединение»  
ул. Касаткина, 13, г. Москва, Российская Федерация, 129301  
Тел.: +7(495) 783-01-11, факс: +7(495) 683-09-97, 686-75-66, <http://www.umpro.ru>, e-mail: [okb@okb.umpro.ru](mailto:okb@okb.umpro.ru)  
ОГРН 1020202388359, ИНН 0273008320, КПП 771643001

12.12.2016 № 260-500/2997  
на № 08-2018-22 от 22.10.2018г

Учёному секретарю диссертационного совета  
Д 212.125.08 на базе ФГБОУ ВПО  
«Московский авиационный институт  
(национальный технический университет)»  
д.т.н., профессору  
Зуеву Ю.В.

ФГБОУ ВПО «МАИ (НИУ)»  
125993, г. Москва,  
А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д.4

Уважаемый Юрий Владимирович!

Высылаем Вам отзыв на автореферат диссертации Сидху Джунитор Саржит Сингх на тему «Волновое сопротивление каналов сложных форм с ромбической рельефной структурой поверхности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов.

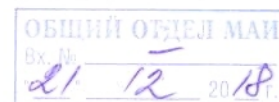
Приложение: Отзыв на автореферат — 1 лист, 2 экземпляра.

Генеральный конструктор — директор  
ОКБ имени А. Люльки,  
доктор технических наук, профессор

Марчуков Е.Ю.

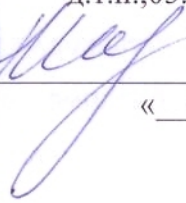
Исполнитель: Брыкин Б.В.

Тел.: (499) 755-04-64





**Утверждаю**  
Генеральный конструктор –  
директор ОКБ им. А. Люльки,  
д.т.н., 05.07.05, профессор

  
Е.Ю. Марчуков  
«\_\_» декабря 2018 г.

## ОТЗЫВ

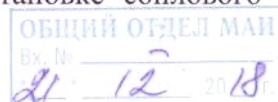
на автореферат диссертации Сидху Джуниор Саржит Сингх на тему:  
«Волновое сопротивление каналов сложных форм с ромбической рельефной структурой поверхности», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов

В диссертационной работе Сидху Джуниор Саржит Сингх проводит изучение волнового сопротивления каналов сложных форм с ромбической рельефной структурой поверхности. Известно, что в процессе обтекания поверхности сверхзвуковым потоком продуктов сгорания происходит образование структур, которые могут вносить существенный вклад в увеличение потерь. В частности, автор изучает потери тяги, вызванные волновым сопротивлением рельефных стенок высотного насадка. Учет и прогнозирование этого явления сложен, но важен при проектировании изделия, по этой причине не вызывает сомнения актуальность темы диссертационной работы.

При сверхзвуковых режимах обтекания потоком газа поверхности стандартный метод разделения переменных не гарантирует единственности решения, его нельзя определить в рамках линейной теории из-за кризиса сверхзвукового течения. Такие задачи решают методом суперпозиции граничных условий, однако при этом часто вынуждены пренебрегать краевыми эффектами, что приводит к загромождению результата.

В работе широко используются теоретические и экспериментальные методы исследования, что в совокупности позволило автору реализовать метод для решения задачи. Автором на высоком уровне был использован математический аппарат. Аналитическим путем получены формулы, описывающие зависимость полных коэффициентов волнового сопротивления плоских периодических рельефов стенки соплового насадка от параметров их подобия, достаточно точно решена стационарная краевая задача трехмерного обтекания потоком элемента стенки сопла.

Используя CFD-продукт ANSYS автором численно смоделированы эксперименты, в которых путем обдува сжатым воздухом на дифференциальной установке соплового





насадка измерена сила волнового сопротивления его стенки с ромбическим рельефом. Автором была проведена экспериментальная оценка результатов работы, получена дискретно-точечная экспериментальная зависимость силы волнового сопротивления сопловых насадков от углов ромба и ромбических рельефов.

Необходимо отметить некоторые замечания по содержанию автореферата.

1. Наблюдаются расхождение между теоретическими и экспериментальными критическими значениями угла ромба, что возможно связано с допущениями, принятыми в эксперименте.

2. В автореферате не представлена зависимость влияния высоты рельефа на гидравлические потери, однако получение такой зависимости представляет безусловный интерес.

Несмотря на упомянутые замечания, полученные результаты имеют высокую научную ценность. Методика описывающая зависимость полных коэффициентов волнового сопротивления конечных периодических плоских рельефов от параметров подобия является наиболее значимым приложением результатов данной диссертационной работы и может быть использована для учета волнового сопротивления при проектировании реактивных сопел двигателей и других элементов летательного аппарата. Представляет интерес также возможность использования разработанной автором методики для анализа связи волновых структур с коэффициентом теплоотдачи на поверхности, но данный вопрос лежит вне рассматриваемой в данной диссертации темы.

В целом автореферат и научные публикации позволяют сделать вывод, что диссертация является законченным трудом, выполненным самостоятельно на высоком научном уровне. Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Сидху Джуниор Саржит Сингх заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05.

Главный конструктор  
ОКБ им. А. Люльки  
филиал ПАО «ОДК-УМПО»,  
к.т.н., 05.07.05

Ведущий конструктор  
ОКБ им. А. Люльки  
филиал ПАО «ОДК-УМПО»,  
к.т.н., 05.07.05

А.Н. Мухин

Б.В. Брыкин