

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МЕХАНИКИ
им. А.Ю. ИШЛИНСКОГО
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ИПМех РАН)**

пр. Вернадского, д.101, к.1, г. Москва, 119526
Тел. (495) 434-00-17 Факс 8-499-739-95-31
ОКПО 02699323, ОГРН 1037739426735
ИНН/КПП 7729138338/772901001

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ИПМех
им. А.Ю. Ишлинского РАН
доктор физико-математических наук

Якуш Сергей Евгеньевич



№ _____

“ ” _____

На № _____

ОТЗЫВ

ведущей организации

Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук" на диссертационную работу Сидху Джуниор Саржит Сингха «Волновое сопротивление каналов сложных форм с ромбической рельефной структурой поверхности», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – “Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов”.

Диссертация Сидху Д.С.С. посвящена аналитическому и численному исследованию аэродинамики обтекания каналов сложных форм с рельефными стенками. Особое внимание в работе уделяется влиянию рельефа поверхности на волновое сопротивление обтекаемых поверхностей.

Актуальность темы

Задача исследования волнового сопротивления каналов сложных форм с ромбической структурой поверхности возникает при сверхзвуковом обтекании поверхностей летательных аппаратов. Ромбическая рельефная структура поверхности может возникать как при сверхзвуковом обтекании аблирующих головных частей, так и в соплах ракетных двигателей.

На практике течения данного типа встречаются, когда реактивную двигательную установку, имеющую несколько сопел, оснащают общим плоским высотным насадком из

CFX. Проведено параметрическое исследование точечной зависимости силы волнового сопротивления рельефных насадков от их углов ромба и от параметров набегающего потока. Дано сравнение с экспериментальными данными.

В заключении сформулированы основные результаты выполненной работы, рекомендации по их использованию и перспективы дальнейшей разработки темы исследования.

Степень достоверности результатов проведенных исследований

Обоснованность и достоверность расчетно-теоретических моделей и использованных методов расчета подтверждается физической обоснованностью постановок задач и строгим аналитическим характером их рассмотрения с применением современных теоретических концепций и математических средств физической и химической механики, сравнением собственных численных результатов с расчетами других авторов, а также соответствием расчетных и экспериментальных данных.

Оценка новизны, практической значимости результатов диссертации и рекомендации по их использованию

Новизна работы состоит в том, что:

1. получено аналитическое решение для волнового сопротивления конечных периодических плоских рельефов от параметров подобия в задаче обтекания стенок сопловых насадков. Показано, что в случае дробного волнового числа полное сопротивление может как уменьшаться, так и возрасти;

2. в линейном приближении получено математически строгое решение стационарной краевой задачи трехмерного обтекания однородным потоком бесконечных ромбических рельефов, заданных в виде сумм плоских синусоидальных волн;

3. показано наличие критического режима сверхзвукового обтекания ромбических рельефов, который не описывается в рамках линейной теории.

Результаты диссертации Сидху Д.С.С. могут быть использованы на предприятиях авиационного и ракетного двигателестроения, которые специализируются на выпуске и разработке двигателей 1-ой и 2-ой ступеней космических летательных аппаратов. Разработанный соискателем метод расчета волнового сопротивления поможет оценить потери тяги в сопловых блоках ракетных двигателей, вызванные волновым

сопротивлением рельефных стенок насадка из композиционного материала, которые образовались при обтекании стенок сверхзвуковым потоком газа.

Замечания по диссертационной работе

Среди недостатков работы отметим

1). недостаточно обоснован выбор модели турбулентности. SST модель турбулентности, используемая в работе, имеет ряд существенных недостатков, которые могли оказать влияние на полученные результаты:

- неправильная зависимость решения от уровня турбулентности набегающего потока,
- большие погрешности при расчете ряда базовых сжимаемых течений, например, течение при взаимодействии ударной волны с пограничным слоем,
- плохо описывает переходные течения и ряд других;

2). хорошо известно, для коммерческий пакет ANSYS CFX обладает невысокой точностью и получаемые с помощью него численные решения сильно зависят от расчетной сетки. Для подтверждения достоверности качества приведенных в диссертации результатов желательно было бы провести анализ сходимости численных решений по сетке и дать оценку точности полученных результатов, полученных при помощи этого пакета.

Заключение

Работа является законченной и выполнена автором на высоком научном уровне. Проведенные научные исследования можно охарактеризовать как научно-обоснованный систематический анализ важной фундаментальной и прикладной задачи разработки согласованной расчетно-теоретической модели газодинамики элементов энергоустановок летательных аппаратов. Представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы.

Диссертационная работа содержит достаточное количество исходных данных, имеет пояснения, рисунки, графики, примеры, подробные расчеты, написана технически квалифицированно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом имеются выводы.

Основные результаты, приведенные в диссертации, получены впервые и лично автором. Основные положения диссертации докладывались на научных семинарах, всероссийских и международных конференциях и опубликованы в журналах,

рекомендованных ВАК РФ или входящих в систему Scopus. Основные этапы работы, выводы и результаты представлены в автореферате, соответствующем содержанию диссертации.

Диссертация Сидху Д.С.С. на тему «Волновое сопротивление каналов сложных форм с ромбической рельефной структурой поверхности» соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Отзыв на диссертацию обсужден на семинаре Лаборатории радиационной газовой динамики 22.11.2018, протокол № 252.

Заведующий Лабораторией
радиационной газовой динамики,
академик РАН



Сергей Тимофеевич Суржииков

Старший научный сотрудник Лаборатории
радиационной газовой динамики,
к.ф.-м.н.



Игорь Анатольевич Крюков