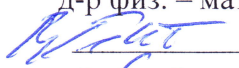


Министерство образования и науки Российской Федерации
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Физико-Технический Факультет
Кафедра динамики полёта

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК

Руководитель ООП

д-р физ. – мат. наук, профессор

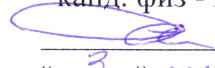
 В. И. Биматов
« 6 » 06 2016 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ ТЕЛ В МОДЕЛЬНОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ

Выпускная квалификационная работа бакалавра по направлению
24.03.03 – Баллистика и гидроаэродинамика
профиль динамика полёта и управление движением
ракет и космических аппаратов
Мацкевич Владислав Витальевич

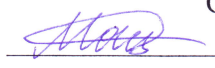
Руководитель:

канд. физ - мат. наук, доцент

 В. В. Фарапонов
« 3 » 06 2016 г.

Автор работы:

Студент гр. 10205

 В. В. Мацкевич

Томск 2016

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Физико-Технический Факультет
Кафедра динамики полёта

Утверждаю:

 Зав. кафедры динамики полёта
доктор физ. – мат. наук, проф.
«16» 12.15 Биматов В. И.

Задание

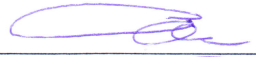
На выпускную квалификационную работу студенту 4 курса 10205 группы

1. Тема работы: Исследование обтекания тел в модельной аэродинамической установке.
2. Научный руководитель: кандидат физико-математических наук, доцент Фарапонов В. В.
3. Срок представления на кафедру – 10 июня 2016 года.
4. Содержание работы:

№	Название раздела работы	Срок выполнения:
1	Изучение литературы	30.01.16
2	Проектировка и реализация стенда для тарирования датчиков давления	25.02.16
3	Тарирование датчиков давления	01.03.16
4	Проведение экспериментов по обтеканию клина и конуса	01.05.16
5	Обработка результатов экспериментов и написание выпускной квалификационной работы	01.06.16

5. Рекомендуемая литература:

1. Прикладная аэромеханика. Под ред. Краснова Н. Ф. Учеб. Пособие для вузов. М., «Высшая школа», 1974. – 732 с.
2. Мартынов А.К. Прикладная аэродинамика. – М.: Машиностроение, 1972. – 447 с.
3. Звегинцев В. И. Газодинамические установки кратковременного действия. Часть 1. Установки для научных исследований. – Новосибирск: Параллель, 2014. – 551с.
4. Аэродинамика в вопросах и задачах: Учеб. пособие для втузов / Краснов Н. Ф., Кошевой В. Н., Данилов А. Н. и др., Под ред. Краснова Н. Ф. – М.: Высш. Шк., 1985. – 759 с.

Руководитель работы:  Фарапонов В. В.
Задание принял к исполнению:  Мацкевич В.В.

Аннотация

В данной выпускной квалификационной работе подробно изучен принцип работы модельной аэродинамической установки. Спроектирован и реализован стенд для контроля датчиков давления. Получены регрессионные зависимости для четырёх датчиков давления. В результате экспериментов, проведённых на модельной аэродинамической установке, изучены обтекания и распределения давлений на поверхности моделей в виде клина и конуса.

Выпускная квалификационная работа: 45 с., 31 рис., 4 табл., 15 источников.

Abstract

In this graduate qualification work the principle of work of model aerodynamic installation is studied in detail. The stand for monitoring the pressure transducers is designed and realized. The regression dependences for four pressure transducers are obtained. As a result of experiments which were carried out on the model aerodynamic installation, the flow and the distribution of pressure upon the surfaces of the models in the forms of a wedge and a cone are studied.

Graduate qualification work: 45 p, 31 fig., 4 tabl., 15 sc.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛЬНОЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ	6
1.1. Основные цели Модельной Аэродинамической Установки	6
1.2. Описание установки и её основных частей	7
1.3. Оборудование для визуализации процессов	12
1.4. Аппаратура для проведения весовых испытаний	14
2. ПРОВЕДЕНИЕ ДРЕНАЖНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА МАУ	16
2.1. Аппаратура для проведения дренажных испытаний	16
2.2. Трубка полного давления	22
2.3. Вывод формулы Рэлея	24
3. РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ СТЕНДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ РАБОТЫ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДАТЧИКОВ ДАВЛЕНИЯ	29
3.1. Общий вид и схема стенда	29
3.2. Тарировка тензодатчиков давления типа ТДМ2-А	30
3.3. Тарировка датчика давления типа ДМ 5007 А – ДИ У2	34
4. ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕРХЗВУКОВОГО ОБТЕКАНИЯ ТЕЛ ПЛОСКОЙ И ОСЕСИММЕТРИЧНОЙ ФОРМЫ	37
Сверхзвуковое обтекание клина и конуса	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	44

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время существует интерес к исследованию обтекания и определения аэродинамических характеристик тел различной формы при разных скоростях движения. Экспериментальные результаты используются для проверки физических и математических моделей, применяемых для расчёта сложных внешних и внутренних течений, получения количественной оценки вычислительных ошибок, верификации программ расчёта и определения областей их применения.

В настоящей работе представлены результаты, полученные с использованием Модельной Аэродинамической Установки (МАУ). Особенностью этой установки является применение большого запаса сжатого рабочего газа, размещающегося в 8 баллонах с объёмом по 40 литров. Это позволяет увеличить продолжительность рабочего режима установки до 1-2 секунд и обеспечить низкий темп падения давления в форкамере в ходе эксперимента (менее 5% за 1 секунду). МАУ имеет несложную конструкцию и малую потребляемую мощность наряду с широким диапазоном параметров создаваемого потока. Современные аэродинамические трубы позволяют осуществлять весовые (измерение сил и моментов) и дренажные испытания (измерение давлений) [1], а также применять в экспериментах методы визуализации картины обтекания.

В первой главе приведены основные характеристики МАУ, описание установки и её основных частей. Описана аппаратура для проведения весовых испытаний [9,12] и оборудование для визуализации процессов.

Во второй главе рассмотрена аппаратура для проведения дренажных испытаний. Дан вывод формулы Рэлея, подробное описание трубки полного давления.

В третьей главе приведён спроектированный и реализованный стенд для тарирования датчиков давления. Представлены результаты регрессионных зависимостей $P(U)$ для четырёх датчиков ТДМ2-А и одного ДМ 5007А– ДИ У2.

Четвёртая глава посвящена описанию экспериментов по изучению обтекания конуса и клина при числах Маха 2, 3, 4, 5. Полученные результаты показывают отличие сверхзвукового обтекания тел плоской (клин) и осесимметричной (конус) формы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Во время выполнения выпускной квалификационной работы изучена литература по аэродинамическим трубам. Определено место, занимаемое импульсными аэродинамическими трубами среди аэродинамических труб.
2. Подробно ознакомился с работой основных составляющих частей Модельной Аэродинамической Установки (МАУ).
3. Изучена работа измерительной аппаратуры МАУ и трубки полного давления.
4. Разработан и реализован стенд для тарировки датчиков давления.
5. Получены регрессионные зависимости давлений от напряжений для четырёх датчиков ТДМ2-А и одного ДМ 5007А– ДИ У2.
6. Проведены эксперименты по обтеканию тел плоской и осесимметричной формы. Полученные результаты показали различие значений давления на поверхности клина и конуса в рассматриваемом диапазоне скоростей обтекания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Звегинцев В. И. Газодинамические установки кратковременного действия. Часть 1. Установки для научных исследований. – Новосибирск: Параллель, 2014. – 551 с.
2. Поуп А., Гойн К. Аэродинамические трубы больших скоростей. – М.: Мир, 1968. – 504 с.
3. Рябинков А.Г., Рябинков Г.М. Экспериментальное исследование обтекания цилиндра с плоским торцом: В сб. статей: «Проблемы прикладной математики и механики». - М.: Наука, 1971. - С.269-277.
4. Звегинцев В. И. Исследование газодинамического процесса импульсных аэродинамических труб с повышенными значениями числа Рейнольдса. – Сб. трудов «Проблемы моделирования в аэродинамических трубах», т.П. 1989. – с. 219-228.
5. Солодкин В.К., Пчёлкина Л.В. Расчёт сопла с изломом образующей с учётом влияния пограничного слоя/ Таблицы сопл. –Труды ЦАГИ, вып. 924, 1964. – 120 с.
6. Кацкова О.Н., Наумова И.Н., Шулишина П.П., Шмыглевский Ю.Д. Опыт расчёта плоских и осесимметричных сверхзвуковых течений газа методом характеристик. – М.:ВЦ АН СССР, 1961. – 57 с.
7. Крайко А.Н., Шеломский В.В. Сравнение двух методов профилирования контуров сверхзвуковых частей сопл, реализующих равномерный поток. – Учёные записки ЦАГИ, т.12, №4, 1981, с. 46-53
8. Дубов Б. С. Основы обеспечения качества испытаний в аэродинамических трубах. – М.: ФГУП «ЦАГИ», 2003. – 319 с.
9. Прикладная аэродинамика: Учеб. пособие для вузов. Под ред. Н. Ф. Краснова. – М., «Высшая школа», 1974. – 732 с.
10. Оптические методы исследования в баллистическом эксперименте. Под ред. Г.И. Мишина. - М.: Наука, 1979. - 230 с.

11. Аэродинамика в вопросах и задачах: Учеб. пособие для вузов / Краснов Н. Ф., Кошевой В. Н., Данилов А. Н. и др., Под ред. Краснова Н. Ф. – М.: Высш. Шк., 1985. – 759 с.
12. Мартынов А.К. Прикладная аэродинамика. – М., «Машиностроение», 1972, 448 с.
13. Чжен П. Управление отрывом потока. - М.: Мир, 1979. – 552 с.
14. Абрамович Г. Н. Прикладная газовая динамика. – М.: Наука, 1969. - 823 с.
15. Краснов Н.Ф., Кошевой В. Н. Управление и стабилизация в аэродинамике. – Высшая школа, 1978. – 480с.

Уважаемый пользователь! Обращаем ваше внимание, что система «Антиплагиат» отвечает на вопрос, является ли тот или иной фрагмент текста заимствованным или нет. Ответ на вопрос, является ли заимствованный фрагмент именно плагиатом, а не законной цитатой, система оставляет на ваше усмотрение.

Отчет о проверке № 1

ФИО: Мацкевич Владислав
 дата выгрузки: 05.06.2016 11:38:49
 пользователь: akinfeev1402@mail.ru / ID: 3383979
 отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат»
 на сайте <http://www.antiplagiat.ru>

Информация о документе

№ документа: 1
 Имя исходного файла: Диплом Мацкевич.docx
 Размер текста: 3146 кБ
 Тип документа: Не указано
 Символов в тексте: 47636
 Слов в тексте: 5407
 Число предложений: 340

Информация об отчете

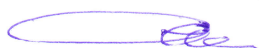
Дата: Отчет от 05.06.2016 11:38:50 - Последний готовый отчет
 Комментарий: не указано
 Оценка оригинальности: 95,94%
 Заимствования: 4,06%
 Цитирование: 0%

Оригинальность: 95,94%
 Заимствования: 4,06%
 Цитирование: 0%

Источники

Доля в тексте	Источник	Ссылка	Дата	Найдено в
2.13%	[1] не указано	http://window.edu.ru	04.06.2012	Модуль поиска Интернет
2.07%	[2] Задачи 51 – 92	http://ru.convdocs.org	11.07.2013	Модуль поиска Интернет
0.65%	[3] Автореферат (2/2)	http://ipmnet.ru	01.12.2014	Модуль поиска Интернет

Руководитель ВКР
 доцент кафедр ДИ



Варанов В. В.

Писков Д. И.
 ООП



Билалов В. И.

Автор работы
 студент гр. 10205



Мацкевич В. В.