

Курс факультативных
лабораторных работ на
аэродинамической трубе АТ-3

Сбоев Д.С.

Мошаров В.Е.

Бурлаков Ю.А.

Пигин А.В.

Черных В.В.

1. Команда проекта

- Бурлаков Юрий Алексеевич, магистрант(+79153006121, burlakov.iua@phystech.edu)
- Мошаров Владимир Евгеньевич, технический руководитель (+79629709441 , vlad.mosharov@gmail.com)
- Сбоев Дмитрий Сергеевич, технический руководитель (+79169270189,)
- Пигин Артём Владимирович, аспирант (+79151528588, pigin.av@phystech.edu)
- Черных Владимир Владимирович, техник (+79858573517, chernykh.vv@phystech.edu)

2. Описание проекта

Факультативный курс рассчитан на студентов 1-3 курсов, желающих осваивать аэрофизический эксперимент.

Предназначен для первичного ознакомления студентов ПИШ ФАЛТ с ключевым оборудованием и методиками, используемыми в трубном эксперименте, привлечения студентов младших курсов к соответствующим направлениям научной деятельности.

Описание проекта

- Главная цель этих работ:
 - знакомство с основными физическими явлениями при течениях несжимаемой жидкости, течениях газа и с явлениями, обусловленными вязкостью;
 - знакомство с основными методами аэрофизических измерений.
- При постановке работ максимально используется имеющееся на факультете оборудование
- Основная установка - аэродинамическая труба АТ-3 (3-4 работы)
- Дополнительные стенды разворачиваются в помещении аэродинамической трубы АТ-1 (ауд. 136)

Проведение спецкурса позволит дать студенту непосредственное представление о различных аэродинамических явлениях и будет хорошим введением к читаемому на 3-м году обучения курсу «Методы аэродинамического эксперимента».

3. Актуальность

На данный момент аэродинамический эксперимент не представлен в программе обучения начальных курсов.

Появление факультативного курса лабораторных работ позволит студентам совершить более осознанный выбор кафедры в конце 2 курса, привлечь их к экспериментальным темам бакалаврской НИР, дать базовые навыки работы с экспериментальным оборудованием.

4. Благополучатели проекта

- Студенты 1-2 курсов, которые получают представление о деятельности кафедр ПИШ ФАЛТ и могут более осознанно совершить выбор кафедры.
- Базовые кафедры, занимающиеся аэрофизическим экспериментом, привлекают мотивированных студентов к своей деятельности.

5. Планируемый результат

- Курс факультативных лабораторных работ для студентов 1-3 курсов ФАЛТ МФТИ
- АТ-3 оснащена для проведения демонстраций и экспериментов
- Профориентация студентов младших курсов, демонстрация перспективных направлений научной деятельности

6. Этапы реализации проекта

- Разработка программы лабораторных работ, 2 нед.
- Создание моделей и отладка измерительного оборудования, 3 мес.
- Отладка демонстраций и экспериментов, 2 мес.
- Разработка методических пособий для выполнения лабораторных работ, 1 мес.
- Проведение факультативного курса занятий для 1-3 курсов, 3 мес.

Лабораторные Работы

1. Визуализация течения методом дымящей проволочки (стенд №1 ауд. 136)
2. Измерение скорости в аэродинамической трубе комбинированным насадком давлений, изучение его ограничений (АТ-3)
3. Отрыв потока на крыловом профиле (АТ-3 или стенд №1 в ауд. 136)
4. Демонстрация пограничного слоя на стенке аэродинамической трубы АТ-3
5. Изгибно-крутильный флаттер прямого крыла и борьба с ним (АТ-3)
6. Течение сжимаемого газа (стенд №2 в ауд. 136)

Для постановки работ в аэродинамической трубе АТ-3 будет разработана универсальная съёмная стенка, которая позволит минимизировать «вредную интерференцию» с проводимыми в этой установке НИР.

Стенды №1 и №2 создаются на основе имеющегося оборудования с небольшими дополнительными закупками комплектующих.

РАБОТА 1. Визуализация Дымящей Проволочкой

Цель:

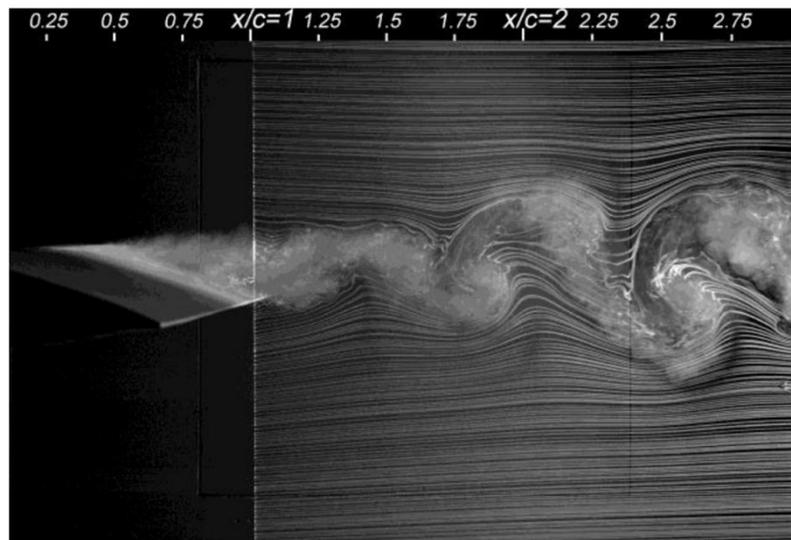
Дать представление об основных особенностях обтекания тел, безвихревых и вихревых течениях, ламинарном и турбулентном режиме обтекания, об отрыве потока.

Стенд в виде струи воздуха с размером ядра порядка 300 мм, скорость струи порядка 5 м/с, темный экран, регистрация дымовых струек быстродействующей камерой.

Простая процедура смены моделей.

Стенд разворачивается в ауд. 136.

Метод уже был реализован на факультете.



РАБОТА 2. ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ

Цель:

Научить основному методу измерений скорости в аэродинамических трубах и в авиации комбинированным насадком Пито-Прандтля. Познакомить с ограничениями этого насадка.

Насадок устанавливается в универсальном поворотном креплении на стенке АТ-3.

Вращение насадка по углу скольжения позволит продемонстрировать зону нечувствительности насадка к скосам потока.

Насадки на установке АТ-3 имеются.



РАБОТА 3. ОТРЫВ ПОТОКА НА КРЫЛОВОМ ПРОФИЛЕ

Цель:

Продемонстрировать явление отрыва при обтекании крыльев.

Реализовать два метода визуализации – шелковинки и тепловизионный.

Для этого использовать модель крыла симметричного профиля. Одна сторона модели предназначена для визуализации шелковинками, другая – тепловизором на тех же режимах обтекания.

Регистрация высокоскоростной камерой и тепловизором.

Работа ставится либо в АТ-3, либо на стенде №1 по условиям работы тепловизора.

В благоприятных условиях можно продемонстрировать линию ламинарно-турбулентного перехода и влияние концевого вихря на отрыв потока у законцовки крыла.

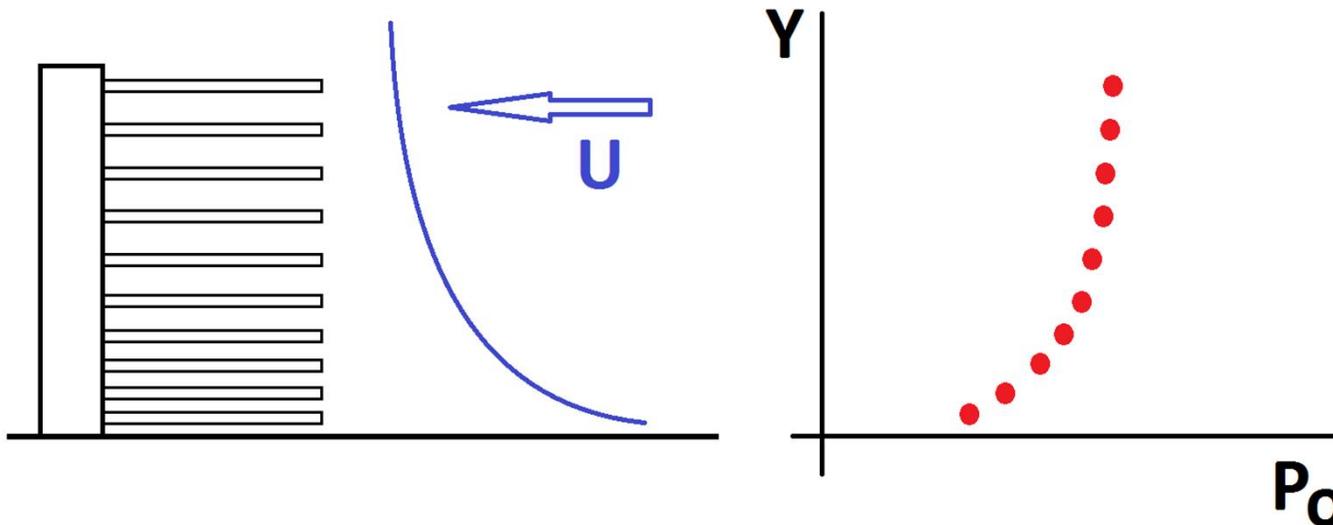
РАБОТА 4. ДЕМОСТРАЦИЯ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ

Цель:

Ознакомить студентов с пограничным слоем на стенке трубы, продемонстрировать существование ядра потока.

Установить на стенке АТ-3 гребенку насадков полного давления с небольшим (7-10) числом точек.

Студенты непосредственными измерениями давлений убеждаются в наличии пограничного слоя на стенке. Сравнением с показаниями комбинированного насадка демонстрируется ядро потока в установке.



РАБОТА 5. ЯВЛЕНИЯ АЭРОУПРУГОСТИ

Цель:

Продемонстрировать явление изгибно-крутильного флаттера прямого крыла.
Определить критическую скорость флаттера.

Для АТ-3 изготовить модель для простейшего вида изгибно-крутильного флаттера.
Начало колебаний регистрировать визуально и по показаниям акселерометра.

Модель будет допускать установку противофлаттерного груза и позволит показать один из методов борьбы с флаттером.

Работа будет поставлена при помощи ЦАГИ.

Работа 6. Газовая Динамика

Цель:

Знакомство с оптическими методами измерений, применяемыми при больших скоростях течения газа.

В ауд. 136 развернуть стенд на основе имеющихся малоразмерной высокоскоростной плоской аэродинамической трубы и компрессора.

Использовать либо теневой, либо шлирен-метод.

Визуализировать изменения плотности в струе на выходе из сопла установки при различных режимах истечения.

Регистрация высокоскоростной видеокамерой.

8. Долгосрочное развитие

- Планируется ежегодное проведение занятий по разработанной методической программе.
- Рассматривается возможность внедрения курса в образовательную программу ПИШ ФАЛТ.
- В случае внедрения курса в образовательную программу, финансирование за счёт бюджета ПИШ ФАЛТ.

9. Подразделение МФТИ

- Финансирование проекта через подразделение ПИШ ФАЛТ
- Руководитель подразделения: Кудров Максим Александрович
(+79265474927, kudrov.ma@mipt.ru)
- Ответственный исполнитель: Бурлаков Юрий Алексеевич
(+79153006121, burlakov.iua@phystech.edu)
- Документооборот: Архипова Алина

10. Популяризация деятельности ФЦК

Освещение проведения лабораторных работ в соцсетях, ассоциированных с ПИШ ФАЛТ:

<https://vk.com/iafe.mipt>

https://vk.com/mipt_rse <https://vk.com/aerokitties>

Размещение символики ФЦК на элементах лабораторных установок, задействованных в проведении работ.