

## **«Расчет пограничного слоя на крыловых профилях с активным управлением потока»**

*Валитов Рамиль Аделевич, студент 6 курса, Казанский государственный  
университет им. В.И. Ульянова-Ленина, Казань.*

Основная цель при проектировании крыловых профилей заключается в максимизации их подъемной силы и минимизации силы сопротивления, что является главными отличительными характеристиками хороших профилей. Оптимизация геометрии, хотя и является наиболее простым решением, но имеет определенный предел, в котором ее можно модифицировать, и, соответственно, улучшать те или иные аэродинамические характеристики. За счет управления потоком можно предотвратить отрыв, который негативным образом влияет на аэродинамические характеристики машины. Также, наоборот, можно вызвать отрыв, который способен устранить разрушительное действие потоков воздуха на элементы машины, здания, мосты и т.д.

В настоящей работе рассмотрена задача расчета пограничного слоя (ПС) на крыловых профилях с активным управлением потока [6]: движущиеся стенки, отсос ПС, выдув струи в ПС. Для описания ПС в случае плоского ламинарного течения используется уравнение Прандтля [7]. Составлена программа расчета ПС по методу Дэвиса, Келлера, неявной схеме [1,4,5], методу Эпплера [8]. Моделируется отрывное и безотрывное обтекания, определяется положение точки отрыва. Проведены числовые расчеты для пластины, крылового профиля НАСА -0012, поперечного распределения скорости [2] с использованием разных элементов управления потока. Построены графики распределения скорости и толщин ПС. Проведено сравнение результатов между разными методами и точным решением Блазиуса для пластины [3].

Можно выделить следующие основные области применения и функции составленной программы:

- Аэродинамика и связанные с ней направления для контроля, моделирования или управления потоком, например, расчеты профилей элементов летательных аппаратов, гоночных автомобилей, катеров, скутеров, подводных лодок и т.д.
- Прогнозирование улучшения аэродинамических характеристик за счет компьютерного моделирования элементов активного управления потока.
- Визуализация данных расчетов, оценка эффекта от использования механизмов.
- Возможность виртуально настраивать параметры механизмов управления потока (выбор места расположения, количество элементов, их мощность и т.п.).
- Сравнение результатов от применения разных элементов активного управления потока, выбор оптимального элемента или их группы.

## Литература

1. Андерсон Д., Таннехилл Дж., Плетчер Р. *Вычислительная гидромеханика и теплообмен: в 2-х т. Т. 2.: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 728–392 с.*
2. Елизаров А.М., Ильинский Н.Б., Поташев А.В. *Обратные краевые задачи аэрогидродинамики: теория и методы проектирования и оптимизации формы крыловых профилей. – М.: Физматлит, 1994. – 436 с.*
3. Лойцянский Л.Г. *Механика жидкости и газа. – Учеб. для вузов. – Изд. 6-е, перераб. и доп. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. – 840 с.*
4. Себеси Т., Брэдшоу П. *Конвективный теплообмен. Физические основы и вычислительные методы: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 592 с.*
5. Флетчер К. *Вычислительные методы в динамике жидкостей: в 2-х т.: Т.2.: пер. с англ. – М.: Мир, 1991. – 552 с.*
6. Чжен П. *Управление отрывом потока. – М.: пер. с англ., "Мир", 1979. – 552 с.*
7. Шлихтинг Г. *Теория пограничного слоя. – М.: перев. с немецкого, Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1974. – 712 с.*
8. Eppler R. *Airfoil Design and Data. – Berlin: Springer-Verlag, 1990. – 562 p.*