

Санкт - Петербургский государственный университет
Кафедра гидроаэромеханики

Лабораторная работа №8

«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ РАСЧЕТА
ЗАДАЧ ГИДРОГАЗОДИНАМИКИ»

Выполнил:
Розыков Бахадур

1. Постановка задачи

Цель работы – на примере решения предложенных задач ознакомиться с возможностями программных комплексов расчета гидрогазодинамики.

Постановка задачи:

Течение в воздухозаборнике. Рассматривается течение в канале воздухозаборника при сверхзвуковых скоростях (см. рис. ниже). Предполагается, что аппарат движется около земли и $M_\infty = 3$, $p_\infty = 101325$ Па и $T_\infty = 300$ К. Необходимо подобрать такие размеры воздухозаборника, чтобы косой скачок уплотнения попадал на кромку нижней стенки.

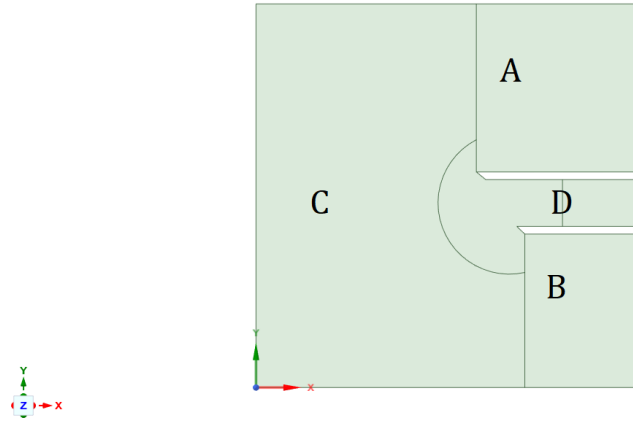


Рис. 1 — Схема воздухозаборника

Нестационарное трехмерное течение вязкого сжимаемого газа описывается системой уравнений, которая в интегральной форме записывается в следующем виде:

$$\frac{\partial}{\partial t} \iiint_V \mathbf{U} dV + \iint_{\partial V} \mathbf{F} \cdot d\mathbf{S} = 0$$

где \mathbf{U} — вектор-столбец консервативных переменных в точке x в момент времени t , \mathbf{F} — тензорное поле потока, ρ — плотность, \mathbf{v} — вектор скорости, \mathbf{I} — единичный тензор, $\boldsymbol{\tau}$ — тензор вязких напряжений, V — некоторый замкнутый объем газа с границей ∂V , $d\mathbf{S} = \mathbf{n} dS$ — вектор элементарной площадки dS к границе объема ∂V с внешней нормалью \mathbf{n} . Вектор-столбец консервативных переменных и тензорное поле потока имеют вид

$$\mathbf{U} = \begin{pmatrix} \rho \\ \rho \mathbf{v} \\ \rho e \end{pmatrix}, \quad \mathbf{F} = \begin{pmatrix} \rho \mathbf{v} \\ \rho \mathbf{v} \mathbf{v} + p \mathbf{I} - \boldsymbol{\tau} \\ (\rho e + p) \mathbf{v} - \mathbf{v} \cdot \boldsymbol{\tau} + \mathbf{q} \end{pmatrix}$$

2. Препроцессинг

1. Для удовлетворения поставленной задачи, мы использовали следующие линейные размеры для воздухозаборника:

верхний элемент имеет длину 213 мм, а нижний - 160 мм.

2. Сетку* (схема которой приведена ниже на) строили по следующим соображениям:

в областях А и В мелкая ячейка с площадью 1.5 мм^2 , которые сгущаются ближе к границам воздухозаборника;

в области С ячейки крупнее, с площадью 2 мм^2 , т.к. здесь нам не очень интересуют поведение параметров газа

в области D будем измельчать еще больше, чем в А и В (с площадью 0.5 мм^2), т.к. именно здесь проявляется характер течения газа

*Примечание: сгущать будем в Mesh'инге с помощью команды Inflation с опцией Total Thickness (с max значением = 0.8 мм^2)

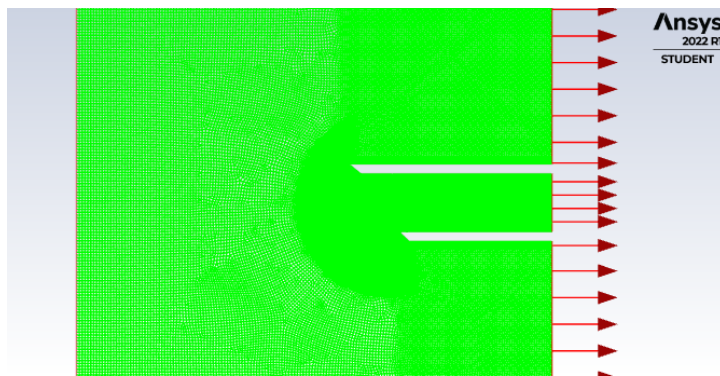
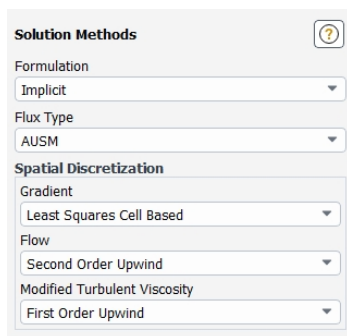


Рис. 2 — Схема сетки

3. Решатель имеет: тип Density-Based, режим Steady (установившийся), в плоскости (Planar)

Плотность берем из модели ideal-gas с вязкостью $1.7894e - 05 \text{ kg/m}\cdot\text{s}$

4. Методы решения выбраны следующим образом (с числом Куранта = 5 и гибридным методом инициализации):



3. Решение

В качестве иллюстрации приведем поля основных газодинамических параметров:

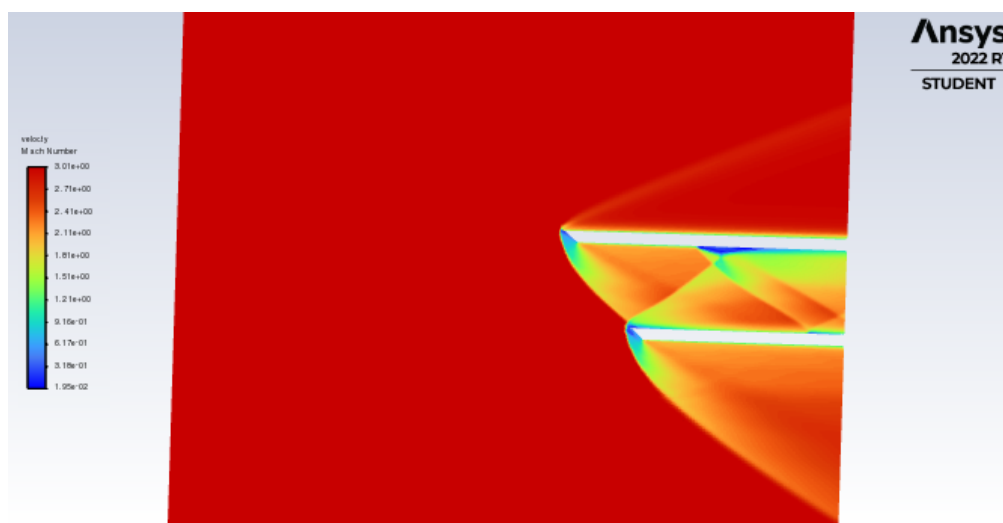


Рис. 3 — Поле скоростей

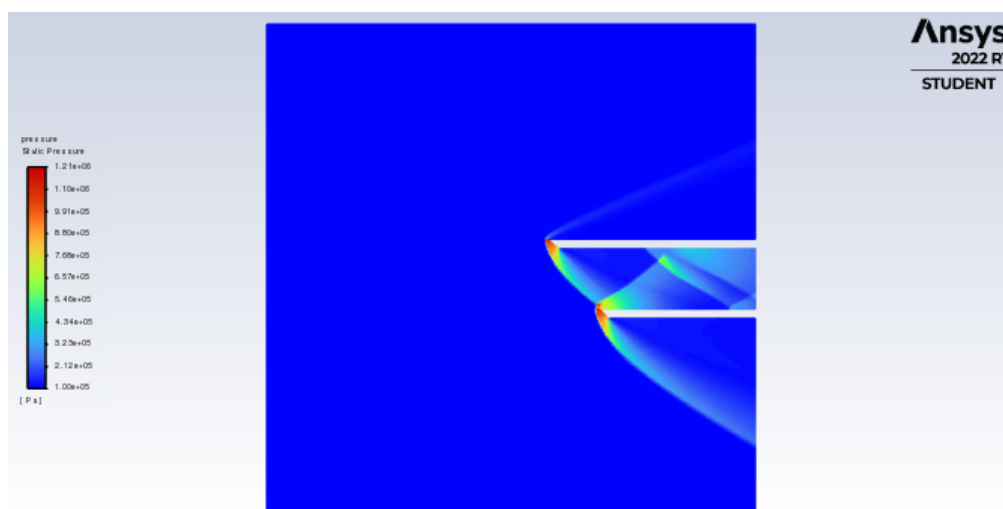


Рис. 4 — Поле давлений

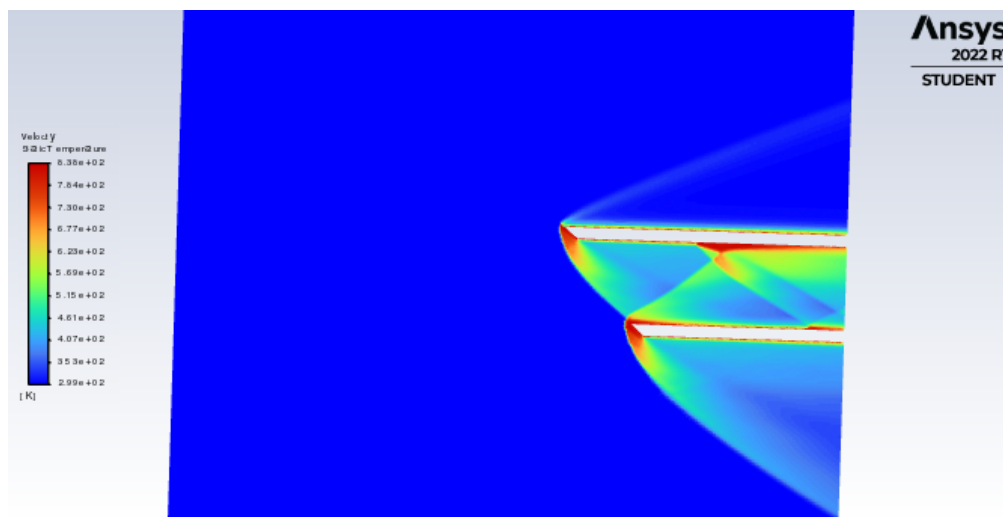


Рис. 5 — Поле температур

Как и потребовалось в исследовательской части, приводим график зависимости скорости на выходе от координаты:



Рис. 6 — Скорость на выходе

4. Выводы

1. Ознакомился с возможностями программного комплекса Ansys Fluent на примере решения гидрогазодинамических задач.
2. Были получены поля параметров газа для воздухозаборника.