Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт прикладной математики и механики

**Кафедра «Гидроаэродинамика, горение и теплообмен»**

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине «Механика жидкости и газа»

**Расчет одномерных течений идеального газа**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Выполнил |  |  |
| студент гр. 33603/1 | Иванцов И. С. | /\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ |
| Руководитель | Левченя А. М. | /\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 201\_\_ г. |

Санкт-Петербург

2018

**Содержание**

[**1.** **Задача № 14\*** 4](#_Toc515230783)

[**1.1.** **Условие** 4](#_Toc515230784)

[**1.2.** **Решение задачи** 4](#_Toc515230785)

[**1.2.1.** **Алгоритм решения задачи** 5](#_Toc515230797)

[**1.2.2.** **Код программы** 5](#_Toc515230802)

[**1.2.3.** **Результаты** 5](#_Toc515230804)

[**2.** **Задача № 43** 6](#_Toc515230806)

[**2.1.** **Условие** 6](#_Toc515230807)

[**2.2.** **Решение задачи** 6](#_Toc515230808)

[**2.2.1.** **Алгоритм решения задачи** 6](#_Toc515230809)

[**2.2.2.** **Код программы** 6](#_Toc515230811)

[**2.2.3.** **Результаты** 6](#_Toc515230812)

[**3.** **Список литературы** 7](#_Toc515230814)

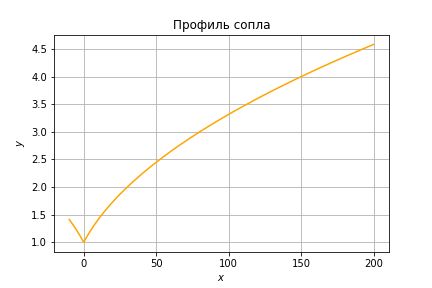
1. **Задача № 14\***
   1. **Условие**

Сопло Лаваля описывается следующим законом распределения площадей:

Построить распределение числа Маха в предположении, что при М=3 располагается прямой скачок уплотнения. Шаг по координате при выводе результатов *x*=10.

* 1. **Решение задачи**

Решаем задачу о течении газа по каналу переменного сечения. Примем за основной аргумент прямолинейную декартову координату х, отсчитываемую вдоль оси канала вниз по потоку от некоторого начального сечения. Поток будем считать адиабатическим, а газ совершенным и идеальным. При этих условиях движение газа можно считать изэнтропическим.



Для решения задачи можем воспользоваться изэнтропическими формулами (1), (2).

Параметрическое решение задачи об одномерном газовом потоке в трубе переменного сечения задается формулой (1).

(1)

(2)

Формулы (1), (2) определяют одно и то же соотношение. Если в (2) подставить

, получиться формула (1). Формула (2) нужна для определения чисел Маха за прямым скачком уплотнения.

Связь чисел Маха на границе скачка уплотнения задается формулой (3).

(3)

По условию задачи при располагается прямой скачок уплотнения.

Задав в (3) , получим значение числа Маха сразу за скачком уплотнения.

* + 1. **Алгоритм решения задачи**

Задача решается итерационно, методом половинного деления.

1. Берём приближение для М от 1 до 10, и методом половинного деления уточняем решение уравнений (1) с точностью 1e-7. Повторяем эту процедуру, задавая разные сечения: от входного, до сечения, где наблюдается скачок уплотнения с шагом 10 по *x*.

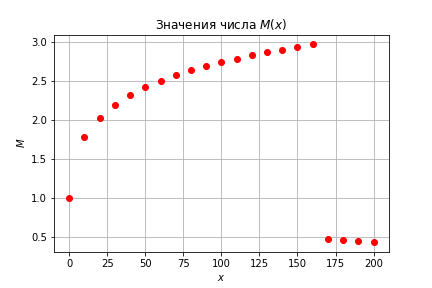
2. Определяем значение числа Маха M` сразу за скачком уплотнения по формуле (3).

4. Зная и М`, берём приближение для М от 1 до 10, и методом половинного деления уточняем решение уравнений (2) с точностью 1e-7. Повторяем эту процедуру, задавая разные сечения: от , до выхода из сопла с шагом 10 по *x*.

* + 1. **Код программы**

С кодом можно ознакомиться по ссылке: <https://github.com/ilyaivantsov/mzhg/>

* + 1. **Результаты**

****

Дополнительные результаты: M` = 0.47519096 в сечении = 4.2345679.

Расчёты проводились с точностью 1e-7.

1. **Задача № 43**
   1. **Условие**

Рассчитать значение угла полураствора клина Θ и соответствующий ему угол наклона косого скачка уплотнения *β*, при котором число Маха за скачком . Число = 1.2,1.4,1.6,2.0,3.0,4.0,5.0,10.0; *k* = *Cp/Cv* = 1.67.

* 1. **Решение задачи**

Для решения задачи воспользуемся формулой (1), которая определяет связь между числами Маха до и за косым скачком уплотнения.

(1)

Связь углов Θ и *β* при заданном значении числа набегающего потока определяется формулой (2).

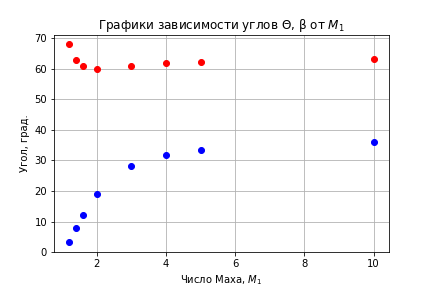
Таким образом, задав начальное приближение для угла *β,* итерационно можно решить данную задачу методом половинного деления.

* + 1. **Алгоритм решения задачи**

1. Методом половинного деления вычисляем границы начального приближения угла *β,* определяя точку, в которой формула (2) обращается в 0 (угол *β`*) для каждого заданного числа *.*
2. Берём приближение для *β* от (*β`*; , и методом половинного деления уточняем решение уравнений (1) с точностью 1e-7 для каждого заданного числа и соответствующему ему углу *β`.*
   * 1. **Код программы**

С кодом можно ознакомиться по ссылке: <https://github.com/ilyaivantsov/mzhg/>

* + 1. **Результаты**



1 Результаты работы программы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **M1** | **Θ** | **β** |
| **1** | 1,2 | 3,260381 | 67,94751 |
| **2** | 1,4 | 7,816933 | 62,92536 |
| **3** | 1,6 | 12,17226 | 60,90297 |
| **4** | 2 | 19,06902 | 59,98453 |
| **5** | 3 | 28,0163 | 60,99071 |
| **6** | 4 | 31,67135 | 61,85686 |
| **7** | 5 | 33,45725 | 62,35379 |
| **8** | 10 | 35,93377 | 63,11361 |

1. **Список литературы**

1. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа. Изд. 7-е 2003 г.

2. Прохоренок Н. А. Python. Самое необходимое. БХВ-Петербург, 2011.