

УДК 537

---

Интернет-магазин  
**MATHESS**

<http://shop.rcd.ru>

- физика
  - математика
  - биология
  - техника
- 

**Зауэр Р.**

Введение в газовую динамику. — Москва–Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2003, 228 стр.

Репринтное издание (оригинальное издание: М.–Л.: ОГИЗ-ГИТТЛ, 1947 г.).

**ISBN 5-93972-179-6**

© НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2003

<http://rcd.ru>

## ОГЛАВЛЕНИЕ.

Из предисловия автора . . . . .	8
Введение . . . . .	9

### ГЛАВА I.

#### ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ.

§ 1. Основные уравнения потока. . . . .	11
1. Уравнение движения Эйлера. Теорема импульсов . . . .	11
2. Уравнение неразрывности и условие отсутствия вращения частиц . . . . .	12
3. Уравнение Бернулли . . . . .	13
§ 2. Основные термодинамические понятия. . . . .	14
1. Уравнение состояния и уравнение адиабаты для идеальных газов . . . . .	14
2. Зависимость давления и скорости звука в идеальных газах от скорости течения газа . . . . .	16
3. Число Маха . . . . .	17
4. Условие механического подобия газовых потоков . . . .	18
5. Геометрическое представление зависимости давления от скорости . . . . .	20
6. Интеграл давления и теплосодержание для идеальных газов. . . . .	21
§ 3. Картина линий тока при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях. . . . .	22
1. Плотность потока массы . . . . .	22
2. Одномерный поток . . . . .	24
3. Сопло Лавала . . . . .	26
4. Картина линий тока в двумерных и трёхмерных потоках. . . . .	28
5. Примеры: источник, сток и вихрь . . . . .	29
§ 4. Уравнение потенциала скоростей. . . . .	32
1. Произвольный пространственный поток . . . . .	32
2. Потенциал скоростей и функция тока для осесимметричного пространственного потока . . . . .	34
3. Потенциал скоростей и функция тока для плоских потоков . . . . .	36

## ГЛАВА II. ЛИНЕАРИЗОВАННЫЙ ПОТОК.

§ 5. Линеаризация уравнения потенциала скоростей . . . . .	41
1. Условие, допускающее линеаризацию . . . . .	41
2. Выполнение линеаризации, . . . . .	43
§ 6. Линеаризованный плоский дозвуковой поток. . . . .	44
1. Аффинная связь между сжимаемым и несжимаемым плоскими потоками . . . . .	44
2. Замена обтекаемого профиля системой источников и стоков . . . . .	46
3. Обтекание профиля несжимаемым и сжимаемым потоками . . . . .	48
4. Затухание возмущений в несжимаемом и сжимаемом потоках . . . . .	50
5. Плоский поток вдоль волнистой стенки . . . . .	51
§ 7. Линеаризованный пространственный дозвуковой поток. . . . .	53
1. Аффинная связь между сжимаемым и несжимаемым потоками . . . . .	53
2. Замена обтекаемого тела вращения источниками и стоками . . . . .	54
3. Обтекание тела вращения несжимаемым и сжимаемым потоками . . . . .	57
4. Затухание возмущений в несжимаемом и сжимаемом пространственных потоках . . . . .	57
5. Приложение к обтеканию крыла и фюзеляжа . . . . .	58
§ 8. Линеаризованный плоский сверхзвуковой поток. . . . .	58
1. Общее решение уравнения потенциала скоростей . . . .	58
2. Линии Маха и угол Маха . . . . .	59
3. Линеаризованный поток около тупого угла . . . . .	63
4. Распространение слабых возмущений; линии возмущения и скорость звука . . . . .	66
5. Линеаризованный поток около тонкого профиля . . . .	68
6. Подъемная сила и сопротивление в линеаризованном сверхзвуковом потоке . . . . .	71
7. Теория характеристик гиперболических дифференциальных уравнений . . . . .	74
§ 9. Линеаризованный пространственный сверхзвуковой поток. . . . .	78
1. Исследование уравнения потенциала скоростей, конус Маха. . . . .	78

2. Замена обтекаемого тела системой источников и стоков.	79
3. Линеаризованный поток около конуса вращения . . . .	80
4. Линеаризованный поток около произвольного заострённого тела вращения . . . . .	85

### ГЛАВА III.

#### НЕЛИНЕАРИЗОВАННЫЙ ПОТОК ОКОЛО УГЛА И КОНУСА. СКАЧОК УПЛОТНЕНИЯ.

§ 10. Поток около выпуклого угла с непрерывным понижением давления . . . . .	90
1. Предельный переход от линеаризованной задачи к нелинеаризованной . . . . .	90
2. Аналитическое исследование обтекания выпуклого угла.	92
3. Годограф скорости $M^* = M^*(\vartheta)$ . . . . .	98
4. Графическое решение задачи обтекания выпуклого угла.	102
§ 11. Скачок уплотнения внутри вогнутого угла.	103
1. Возникновение скачка уплотнения. . . . .	103
2. Основные уравнения скачка уплотнения. . . . .	105
3. Расчёт скачка уплотнения . . . . .	107
4. Прямой скачок уплотнения . . . . .	111
5. Скорость распространения скачка уплотнения и предельный переход к малым уплотнениям . . . . .	114
§ 12. Диаграмма ударных поляр. . . . .	115
1. Определение и уравнение ударной поляры . . . . .	115
2. Геометрические свойства ударной поляры . . . . .	117
3. Построение диаграммы ударных поляр . . . . .	120
§ 13. Геометрические и термодинамические соотношения при скачке уплотнения. . . .	120
1. Сжатие бугра давлений и увеличение энтропии . . . .	120
2. Геометрическое представление основных уравнений скачка уплотнения . . . . .	122
3. Случай идеальных газов . . . . .	125
4. Вычисление отношения $\hat{p}_0 : p_0$ . . . . .	126
5. Повышение давления перед критической точкой в сверхзвуковом потоке . . . . .	128
§ 14. Скачок уплотнения и поток с непрерывным уплотнением около конуса вращения, обдуваемого в осевом направлении. . . .	131
1. Сопоставление сверхзвуковых потоков около клина и около конуса . . . . .	131
2. Преобразование уравнения потенциала скоростей в обыкновенное дифференциальное уравнение . . . . .	133
3. Годограф скоростей для линии тока . . . . .	137
4. Определение начальных условий для непрерывно уплотняющегося потока . . . . .	139

## ГЛАВА IV.

**НЕЛИНЕАРИЗОВАННЫЙ ПОТОК С ПРОИЗВОЛЬНЫМИ  
ПОГРАНИЧНЫМИ УСЛОВИЯМИ.**

<b>§ 15. Расчёт потока методом итерации или путём разложения в степенной ряд потенциала скоростей. . . . .</b>	<b>142</b>
1. Метод итерации по Релею и Янцену для дозвуковых потоков. . . . .	142
2. Метод итерации по Прандтлю . . . . .	146
3. Разложение потенциала скоростей в степенной ряд при переходе через скорость звука . . . . .	148
<b>§ 16. Потенциал скоростей и функция тока в плоскости годографа. . . . .</b>	<b>150</b>
1. Переход от плоскости потока к плоскости годографа. . . . .	150
2. Линеаризация при помощи преобразования Моленбрека. . . . .	151
3. Линеаризация при помощи преобразования Лежандра. . . . .	154
4. Сетка Маха; предельные линии адиабатического течения. . . . .	156
5. Геометрическое построение новых потоков путём линейного сочетания. . . . .	160
<b>§ 17. Применение преобразования Моленбрека для расчёта плоских потоков. . . . .</b>	<b>163</b>
1. Дозвуковые потоки при прямолинейной аппроксимированной адиабате . . . . .	163
2. Сверхзвуковые потоки при прямолинейной аппроксимированной адиабате . . . . .	167
3. Разложение потенциала скоростей и функции тока в степенной ряд в плоскости годографа . . . . .	168
<b>§ 18. Метод характеристик Прандтля и Бузмана для расчёта плоских сверхзвуковых потоков. . . . .</b>	<b>172</b>
1. Взаимо-обратная связь между сеткой Маха и главной сеткой . . . . .	172
2. Огибающие главных касательных бугра давлений . . . . .	175
3. Диаграмма характеристик . . . . .	176
4. Связь с теорией характеристик гиперболических дифференциальных уравнений . . . . .	178
5. Приближённое построение плоского потока для заданных начальных условий . . . . .	181
6. Примеры . . . . .	184
<b>§ 19. Плоские сверхзвуковые потоки со скачками уплотнения. . . . .</b>	<b>190</b>
1. Распространение метода характеристик на потоки со скачками уплотнения . . . . .	190
2. Встреча линий разрыва и линий Маха. . . . .	192

3. Примеры . . . . .	196
4. Точные формулы для подъемной силы и сопротивления в сверхзвуковых потоках . . . . .	200
5. Сдвоенный профиль с нулевым волновым сопротивлением . . . . .	205
§ 20. Плоские и пространственные потоки с вращением частиц. . . . .	207
1. Основные аэродинамические и термодинамические уравнения. . . . .	207
2. Плоские потоки с вращением частиц . . . . .	210
3. Осесимметричные пространственные потоки с вращением частиц . . . . .	213
§ 21. Метод характеристик для осесимметричных пространственных потоков. . . . .	213
1. Геометрический смысл уравнения потенциала скоростей . . . . .	213
2. Приближённый расчёт осесимметричных пространственных потоков для заданных начальных условий. . . . .	220
3. Примеры . . . . .	222
Именной указатель . . . . .	210
Предметный указатель . . . . .	211

---