

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	8
ГЛАВА 1. Модель сплошной среды	9
1.1. Модели механического движения	9
1.2. Бесконечно малые в модели сплошной среды	10
1.2.1. Бесконечно малый элемент объема (10). 1.2.2. Бесконечно малый промежуток времени (12).	
1.3. Примеры решения задач	13
ГЛАВА 2. Кинематика сплошной среды	15
2.1. Деформация	15
2.2. Тензор поворота	17
2.3. Тензор деформации	18
2.3.1. Изменение объема тела при деформации (19). 2.3.2. Геометрические свойства линейных деформаций (20). 2.3.3. Эллипсоид деформации (21).	
2.4. Температурная деформация	21
2.5. Теорема Коши-Гельмгольца	23
ГЛАВА 3. Уравнения теории упругости	24
3.1. Тензор напряжений	24
3.1.1. Силы массовые, объемные и поверхностные (24). 3.1.2. Тензор напряжений (25). 3.1.3. Результирующая поверхностная сила, действующая на единицу объема тела (27).	
3.2. Термодинамика деформирования	29
3.2.1. Работа внутренних сил (29). 3.2.2. Основное термодинамическое равенство (30).	
3.3. Закон Гука	31
3.3.1. Свободная энергия деформируемого тела (31). 3.3.2. Закон Гука (32).	
3.4. Однородная деформация	34
3.4.1. Модуль Юнга и коэффициент Пуассона (35). 3.4.2. Диаграмма растяжения (36).	
3.5. Неизотермическое деформирование	38
3.5.1. Адиабатические и изотермические модули (39).	
3.6. Уравнение равновесия изотропных тел	41
3.6.1. Граничные условия (42).	

ГЛАВА 4. Фундаментальная система уравнений движения сплошной среды	44
4.1. Тензор скоростей деформации	44
4.2. Дифференцирование по времени интеграла по подвижному объему	45
4.3. Уравнение непрерывности	45
4.3.1. Интегральная и дифференциальная форма уравнения непрерывности (48).	
4.4. Уравнение движения сплошной среды	49
4.4.1. Субстанциональное и локальное описание движения сплошной среды (50).	
4.5. Уравнение момента импульса сплошной среды	53
4.6. Тензор плотности потока импульса	56
4.7. Уравнение сохранения внутренней энергии.	57
4.8. Вектор плотности потока полной энергии. Вектор Умова	61
4.9. Замкнутая система уравнений движения сплошной среды.	63
4.10. Уравнение теплопроводности изотропных сред	64
4.11. Тензор вязких напряжений	65
4.12. Модели сплошных сред.	67
4.13. Упругие волны.	69
4.14. Примеры решения задач	73
ГЛАВА 5. Идеальная жидкость	81
5.1. Уравнения движения идеальной жидкости	81
5.1.1. Изэнтропическое движение (82). 5.1.2. Граничные и начальные условия (84).	
5.2. Уравнение Бернулли.	84
5.2.1. Линии тока и траектории. Трубка тока (85).	
5.3. Применение уравнения Бернулли	87
5.3.1. Скорость истечения идеальной несжимаемой жидкости из сосуда (87). 5.3.2. Распределение давления в трубе переменного сечения (88). 5.3.3. Кавитация (89). 5.3.4. Трубка Пито (90).	
5.4. Влияние сжимаемости среды	91
5.5. Вихревое движение	94
5.5.1. Теорема Томсона (94). 5.5.2. Теорема Гельмгольца (96). 5.5.3. Одиночная вихревая прямолинейная нить (97). 5.5.4. Примеры вихревых движений (99).	
5.6. Потенциальное движение	101
5.6.1. Потенциал скорости (101). 5.6.2. Идеальная несжимаемая жидкость (102). 5.6.3. Функция тока (103).	
5.7. Методы описания движения идеальной жидкости	104
5.7.1. Метод конформных отображений (104). 5.7.2. Метод суперпозиции потенциальных потоков (110). 5.7.3. Графоаналитический метод (114). 5.7.4. Непосредственное решение уравнений движения (116).	
5.8. Примеры решения задач	121

ГЛАВА 6. Вязкая жидкость	129
6.1. Замкнутая система уравнений движения вязкой жидкости. Уравнение Навье–Стокса	129
6.1.1. Граничные и начальные условия (130). 6.1.2. Вихревое движение вязкой жидкости (131).	
6.2. Диссипация кинетической энергии несжимаемой вязкой жидкости	132
6.3. Точные решения уравнения Навье–Стокса	134
6.3.1. Течение Куэтта (135). 6.3.2. Плоское течение Пуазейля (137). 6.3.3. Цилиндрическое течение Пуазейля (139). 6.3.4. Движение жидкости между двумя вращающимися цилиндрами (141).	
6.4. Медленное обтекание шара	144
6.5. Примеры решения задач	150
ГЛАВА 7. Методы подобия и размерности	160
7.1. Подобие гидродинамических движений	160
7.1.1. Безразмерные уравнения движения (160). 7.1.2. Сила сопротивления. Коэффициенты сопротивления (163). 7.1.3. Моделирование (164). 7.1.4. Аэродинамические трубы. Бассейны (167). 7.1.5. Аналитические коэффициенты сопротивления (167).	
7.2. Метод размерностей физических величин	169
7.2.1. Основные и производные величины (169). 7.2.2. Определяющие параметры (170). 7.2.3. Выбор определяющих параметров и основных величин (175).	
7.3. Примеры решения задач	176
ГЛАВА 8. Турбулентность	184
8.1. Ламинарное и турбулентное течение	184
8.2. Устойчивость стационарного движения жидкости	187
8.3. Устойчивость движения жидкости между коаксиальными цилиндрами	189
8.4. Устойчивость движения в канале	192
8.5. Сценарии зарождения турбулентности	196
8.5.1. Понятия аттрактора и бифуркации (197). 8.5.2. Сценарий Ландау–Хопфа (203). 8.5.3. Сценарий Рюэля–Такенса (205). 8.5.4. Сценарий Фейгенбаума (207).	
8.6. Уравнения Рейнольдса	211
8.7. Теории Прандтля, Кармана и Дайслера	214
8.8. Цепочка уравнений Фридмана	217
8.9. Турбулентное движение жидкости в трубах	218
8.9.1. Гладкие трубы (219). 8.9.2. Шероховатые трубы (221).	
8.10. Развитая турбулентность	223
8.11. Примеры решения задач	227

ГЛАВА 9. Пограничный слой	232
9.1. Понятие пограничного слоя	232
9.2. Уравнения Прандтля	233
9.2.1. Безразмерный вид уравнений Прандтля (234).	
9.3. Обтекание полубесконечной пластины	235
9.3.1. Толщина вытеснения (237). 9.3.2. Разгонный участок (237).	
9.4. Интегральное соотношение Кармана	238
9.4.1. Обтекание полубесконечной пластинки (240).	
9.5. Отрыв пограничного слоя	242
9.6. Турбулентный пограничный слой	243
9.7. Примеры решения задач	245
 ГЛАВА 10. Газовая динамика	 250
10.1. Скорость звука	250
10.2. Параметры газа в заторможенном потоке	251
10.2.1. Температура торможения (252).	
10.3. Стационарный одномерный поток сжимаемого газа	253
10.3.1. Сопло Лаваля (255).	
10.4. Истечение газа из резервуара через сужающийся насадок	256
10.5. Ударные волны и скачки уплотнения	259
10.5.1. Конус Маха (259). 10.5.2. Поверхности разрыва (260).	
10.6. Ударная адиабата (адиабата Гюгонио)	262
10.6.1. Прямая ударная волна в идеальном газе (263).	
10.7. Ударные волны слабой интенсивности	265
10.7.1. Образование ударных волн (267). 10.7.2. Ударная волна при взрыве (268).	
10.8. Косая ударная волна	270
10.8.1. Максимальный угол поворота потока (272). 10.8.2. Обтекание клина (275).	
10.9. Волна разрежения	277
10.9.1. Обтекание тупого угла сверхзвуковым потоком (277).	
10.9.2. Максимальный угол поворота потока (280).	
10.10. Пересечение ударных волн и волн разрежения	284
10.10.1. Отражение ударной волны от стенки (284). 10.10.2. Пересечение двух ударных волн (286). 10.10.3. Пересечение ударной волны с тангенциальным разрывом (287). 10.10.4. Истечение газа из сужающегося насадка (287). 10.10.5. Сопло Лаваля в нерасчетном режиме (288). 10.10.6. Обтекание пластинки сверхзвуковым потоком под малым углом атаки (289).	
10.11. Примеры решения задач	290
 ГЛАВА 11. Магнитная гидродинамика	 297
Введение	297
11.1. Уравнения Максвелла	298
11.2. Модель среды	299

11.3. Уравнения движения проводящей жидкости в электромагнитном поле	301
11.3.1. Электромагнитные массовые силы (301). 11.3.2. Тензоры электрических и магнитных напряжений (302). 11.3.3. Уравнение движения (303). 11.3.4. Уравнение сохранения внутренней энергии (305). 11.3.5. Замкнутая система уравнений движения (305). 11.3.6. Граничные условия (307). 11.3.7. Плотности потоков импульса и энергии (307).	
11.4. Критерии подобия в магнитной гидродинамике	308
11.5. «Вмороженность» магнитных силовых линий	311
11.6. Диффузия магнитного поля	316
11.7. Волны Альвена	318
11.8. Задача Гартмана	320
11.9. Задача Стокса	324
11.10. Магнитогидродинамические машины.	325
11.10.1. Электромагнитные насосы (325). 11.10.2. Магнитогидродинамический генератор (328). 11.10.3. Плазменные двигатели (330).	
11.11. Турбулентное динамо	331
11.12. Одномерное движение проводящей жидкости в поперечном магнитном поле	333
11.12.1. Уравнение Бернулли в магнитной гидродинамике (335).	
11.13. Ударные волны в магнитной гидродинамике	336
11.14. Примеры решения задач	339
Приложения	346
П.1. Дифференциальные операторы в криволинейных координатах	346
П.2. Компоненты тензора деформаций в криволинейных координатах	347
П.3. Компоненты тензора напряжений в криволинейных координатах	347
П.4. Уравнения движения в криволинейных координатах	348
П.5. Перевод электромагнитных величин из гауссовой системы в СИ и обратно	349
Список рекомендуемой литературы	350
Предметный указатель	351