

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
Институт энергетики

В. Д. Тютюма

ТЕЧЕНИЕ ВЯЗКОЙ
СЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ.
КОНЦЕПЦИЯ ФОНОННОГО
ПЕРЕНОСА ИМПУЛЬСА

Минск
«Беларуская навука»
2024

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Введение	8
Глава 1. Основы теории течения вязкой сжимаемой жидкости и газовой динамики идеального газа	11
1.1. Система уравнений движения и теплообмена	11
1.2. Статическое равновесие текучей среды во внешнем силовом поле	16
1.3. Распространение малых возмущений	22
1.4. Концептуальные проблемы уравнений механики вязких потоков	26
1.5. Роль акустических волн в формировании давления в потоках жидкости	29
1.6. Одномерное течение идеального газа	31
1.7. Распространение возмущений от движущегося с постоянной скоростью источника	37
1.8. Распространение волн конечной интенсивности, возникновение разрывных решений	40
1.9. Ударные волны и скачки уплотнения	44
1.10. Звуковые волны и фононы	52
1.11. Фононный механизм переноса импульса и аэродинамическое сопротивление движущихся тел	56
Глава 2. Модель течения и теплообмена вязкой сжимаемой жидкости с учетом фононного механизма переноса импульса	65
2.1. Основные понятия и уравнения равновесной термодинамики	65
2.2. Принцип локального термодинамического равновесия и основные положения теории	69
2.3. Уравнение движения с учетом фононного механизма переноса импульса	71
2.4. Поток количества движения	73
2.5. Уравнение энергии	75
2.6. Подобие гидродинамических и тепловых процессов	76
2.7. Распространение малых возмущений	82
2.8. Решение уравнений движения вязкой сжимаемой жидкости методом возмущений	83
Глава 3. Движение жидкости с прямолинейными линиями тока	88
3.1. Система уравнений одномерного прямолинейного течения вязкой сжимаемой жидкости	88
3.2. Течение Куэтта	93
3.3. Течение в прямолинейных трубах и каналах	107

Глава 4. Течение и теплообмен в зазоре между вращающимися цилиндрами и дисками	128
4.1. Течение и теплообмен в зазоре между вращающимися коаксиальными цилиндрами	128
4.2. Течение и теплообмен в зазоре между вращающимися эксцентрично расположенными цилиндрами	140
4.3. Течение и теплообмен в зазоре между вращающимся и неподвижным параллельными дисками	148
Глава 5. Закрученные потоки	161
5.1. Основные характеристики закрученных потоков	161
5.2. Плоское осесимметричное течение	167
5.3. Тангенциальная составляющая скорости	169
5.4. Распределение параметров в зоне вынужденного вихря	174
5.5. Распределение параметров в периферийной зоне течения	175
5.6. Сравнение расчетных соотношений с экспериментом	184
5.7. Вихревые течения в вихревой камере со слабой закруткой	185
5.8. Течение и теплообмен в вихревой трубе Ранка – Хилша	193
Глава 6. Свободные концентрированные вихревые течения	203
6.1. Атмосферные вихри	204
6.2. Уравнения движения атмосферы	211
6.3. Плоский свободный концентрированный вихрь	215
6.4. Решение для тангенциальной составляющей скорости	218
6.5. Распределение параметров в периферийной зоне течения	219
6.6. Обобщенное решение для плоского свободного вихря с центральной застойной зоной	228
6.7. Обобщенное решение для плоского свободного вихря с центральной застойной зоной с учетом отклоняющей кориолисовой силы вращения Земли	236
6.8. Равновесие вращающихся воздушных масс в гравитационном поле Земли	244
6.9. Равновесие во внешнем гравитационном поле водной среды	249
Список использованных источников	256
Список основных обозначений	261