

УДК 533.6
ББК 22.253
К94

Рецензенты: докт. физ.-мат. наук, профессор *М. М. Кузнецов* (Моск. гос. областной ун-т), докт. физ.-мат. наук, профессор *Е. А. Нагнибеда* (С.-Петерб. гос. ун-т)

*Рекомендовано к публикации
Учебно-методической комиссией
математико-механического факультета
Санкт-Петербургского государственного университета*

Кустова Е. В., Мехоношина М. А.

К94 Основные математические преобразования в кинетической теории газов: учеб. пособие. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2017. — 108 с.

ISBN 978-5-288-05771-7

Целью настоящего учебного пособия является подробное описание математического аппарата, применяемого в кинетической теории неравновесных газов. Кратко изложены основные этапы метода Энского—Чепмена, акцент сделан на детальном расчете функций распределения, методе решения интегральных уравнений, расчете коэффициентов переноса в неравновесных течениях реагирующих смесей газов. Выкладки приводятся для одной из наиболее детальных моделей кинетической теории — модели поуровневой кинетики. В пособии отражены некоторые разделы спецкурса «Современные методы в задачах неравновесной газодинамики», читаемого Е. В. Кустовой на математико-механическом факультете Санкт-Петербургского государственного университета.

Учебное пособие предназначено для студентов старших курсов университетов, специализирующихся в области механики жидкости и газа. Материал, представленный в пособии, может быть полезен аспирантам и научным сотрудникам, занимающимся теоретическими исследованиями кинетики и процессов переноса в неравновесных течениях смесей газов с внутренними степенями свободы и химическими реакциями.

**УДК 533.6
ББК 22.253**

- © Е. В. Кустова,
М. А. Мехоношина, 2017
- © Санкт-Петербургский
государственный
университет, 2017

ISBN 978-5-288-05771-7

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Глава 1. Метод Энскога—Чепмена для описания неравновесных течений	7
§ 1.1. Основные определения	—
§ 1.2. Общая схема метода Энскога—Чепмена	9
§ 1.3. Поуровневое приближение	12
§ 1.4. Вывод уравнений переноса из уравнения Больцмана	15
1.4.1. Интегральная лемма	16
1.4.2. Вывод уравнений детальной поуровневой колебательной и химической кинетики	18
1.4.3. Вывод уравнения сохранения импульса	21
1.4.4. Вывод уравнения сохранения энергии	23
Глава 2. Нулевое приближение метода Энскога—Чепмена	28
§ 2.1. Вывод функции распределения нулевого порядка в приближении поуровневой кинетики	—
§ 2.2. Уравнения переноса в нулевом приближении	35
Глава 3. Первое приближение метода Энскога—Чепмена	39
§ 3.1. Функция распределения первого порядка	—
3.1.1. Интегральное уравнение для функции распределения	—
3.1.2. Расчет дифференциального оператора $Df_{cij}^{(0)}$	40
3.1.3. Интегральное уравнение для поправки первого порядка	48
§ 3.2. Поточковые члены в первом приближении метода Энскога—Чепмена	53
3.2.1. Тензор напряжений	54
3.2.2. Скорость диффузии	57
3.2.3. Тепловой поток	58
3.2.4. Релаксационные члены	61

Глава 4. Расчет коэффициентов переноса	63
§ 4.1. Общая схема расчета	—
4.1.1. Разложение по полиномам Сонина и Вальдмана— Трубенбахера	64
4.1.2. Выражение коэффициентов переноса через коэффициенты разложений	67
4.1.3. Системы уравнений для коэффициентов разложения ..	70
§ 4.2. Интегральные скобки	78
Заключение	96
Приложение А. Операции с векторами и тензорами	97
Приложение Б. Некоторые интегральные соотношения	101
Приложение В. Ответы и пояснения к упражнениям	103
Рекомендуемая литература	107