

Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский государственный технологический университет»

Д.И. Сагдеев, Т.В. Максимов

ГАЗОВАЯ ДИНАМИКА СПЛОШНЫХ СРЕД

Учебно-методическое пособие

Казань
КГТУ
2011

УДК 533.6 (07)

ББК 22.213

С 13

Сагдеев, Д.И.

Газовая динамика сплошных сред: учебно-методическое пособие /Д.И. Сагдеев; Т.В. Максимов. – Казан. гос. технол. ун-т. – Казань: КГТУ, 2011. – 155 с.

ISBN 978-5-7882-1097-1

Подготовлено в соответствии с действующей программой дисциплины ОПД.Ф.02.05.02 «Газодинамика сплошных сред» и содержит вопросы теории параметров потока газа, обтекания сверхзвуковым потоком внешнего тупого угла, скачков уплотнения, расчета газоструйного эжектора, которые сопровождаются примерами решения индивидуальных заданий и конкурсных задач.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Вакуумная и компрессорная техника физических установок» (15080165) очной, очно-заочной и заочной форм обучения.

Подготовлено на кафедрах вакуумной техники электрофизических установок и компрессоров и пневмоагрегатов.

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Казанского государственного технологического университета

Рецензенты: д-р техн.наук

канд. техн. наук

К.Х. Гильфанов

Е.А. Новиков

© Сагдеев Д.И., Максимов Т.В.

© Казанский государственный
технологический университет, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	3
ИНДЕКСЫ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ ПРИКЛАДНОЙ ГАЗОВОЙ ДИНАМИКИ	7
1.1. Понятие о рабочем теле. Задачи, модели газа и жидкости. Параметры потока газа	7
1.2. Методы расчета потоков в прикладной газовой динамике	10
1.3. Одномерное течение невязкого (идеального) газа	13
1.4. Закон сохранения массы (уравнение неразрывности, сплошности)	15
1.5. Закон сохранения энергии (уравнение энергии)	19
1.6. Параметры торможения	25
1.7. Характерные скорости течения газа	32
1.7.1. <i>Скорость звука (скорость распространения звука)</i>	<i>33</i>
1.7.2. <i>Максимальная скорость течения газа</i>	<i>35</i>
1.7.3. <i>Критическая скорость</i>	<i>37</i>
1.7.4. <i>Безразмерные и приведенные скорости</i>	<i>39</i>
1.8. Газодинамические функции параметров торможения $\tau(\lambda)$, $\pi(\lambda)$, $\varepsilon(\lambda)$	41
1.9. Связь между скоростью и площадью поперечного сечения в энергоизолированном изоэнтропном потоке	43
1.9. Газодинамические функции потока массы	47
1.10. Контрольные примеры решения задач	50
<i>Задача 1.1</i>	<i>50</i>
<i>Задача 1.2</i>	<i>51</i>
<i>Задача 1.3</i>	<i>52</i>
1.11. Конкурсные задачи	53
2. ОБТЕКАНИЕ СВЕРХЗВУКОВЫМ ПОТОКОМ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА ТВЕРДЫХ ТЕЛ	56
2.1. Распространение слабых возмущений в потоке газа	56
2.2. Обтекание сверхзвуковым потоком внешнего тупого угла	59
2.3. Обтекание сверхзвуковым потоком внутреннего тупого угла	64

2.4. Контрольные примеры решения задач.....	66
<i>Задача 2.1</i>	66
<i>Задача 2.2</i>	67
<i>Задача 2.3</i>	67
2.5. Конкурсные задачи.....	68
3. СКАЧКИ УПЛОТНЕНИЯ.....	69
3.1. Прямые и косые скачки уплотнения.....	69
3.2. Теория косоуго скачка уплотнения.....	75
3.3. Кинетическое и динамическое соотношения.....	77
3.3. Контрольные примеры решения задач.....	83
<i>Задача 3.1</i>	83
<i>Задача 3.2</i>	84
<i>Задача 3.3</i>	87
3.4. Конкурсные задачи.....	89
4. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТРУЙНЫХ АППАРАТОВ.....	90
4.1. Принципиальная схема струйного аппарата.....	90
4.2. Классификация струйных аппаратов.....	93
4.3. Определение конструктивных и режимных параметров газоструйного эжектора.....	98
4.4. Контрольный пример решения задачи.....	108
<i>Задача 4.1</i>	108
5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ.....	112
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	114
<i>Приложение 1</i>	114
<i>Исходные данные к индивидуальному заданию 1</i>	114
<i>Исходные данные к индивидуальному заданию 2</i>	115
<i>Исходные данные к индивидуальному заданию 3</i>	116
<i>Исходные данные к индивидуальному заданию 4</i>	117
<i>Приложение 2</i>	118
<i>Приложение 3</i>	131
<i>Приложение 4</i>	132
<i>Приложение 5</i>	144
<i>Приложение 6</i>	149
<i>Приложение 7</i>	150
<i>Приложение 8</i>	151
<i>Приложение 9</i>	152
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	153
СОДЕРЖАНИЕ.....	154