



Течение с теплоотдачей в элементах турбомашин и теплоэнергетических устройств: теоретические основы [Текст] : учеб. пособие / А. А. Кишкин, А. С. Титлов, А. Н. Жуйков и др. ; под общ. ред. А. А. Кишкина ; Сиб. гос. аэрокосм. ун-т, Одес. нац. акад. пищевых технологий. - Красноярск : Изд-во СГАУ, 2010. - 196 с. - Библиогр.: с. 192-194. - ISBN 978-5-86433-483-6.

Рассмотрены решения ряда задач турбулентного течения с теплообменом по криволинейным и круговым линиям тока с поперечным градиентом давления в характерных граничных условиях турбомашин и агрегатов энергетических установок. Формирование краевых условий потока по трению и теплоотдаче анализируется в основном в рамках теории трехмерного пограничного слоя.

Предисловие

В большинстве современных агрегатов и технических устройств, использующих жидкие и газообразные рабочие тела, имеют место обтекания или течения по криволинейным граничным поверхностям. Искривление линий тока оказывает влияние на поверхностное трение и теплообмен и изменяет картину течения даже в ядре потока. Учет влияния продольной кривизны позволяет правильно оценивать тепломассообмен и трение на поверхности сложных профилей в диффузорных и сопловых каналах подводящих и отводящих устройств, в межлопаточных каналах турбомашин, в роторно-статорных зазорах, что в основном определяет область практических интересов специалистов-разработчиков различных отраслей (энергомашиностроения, машин низкотемпературной техники, двигателестроения и т. п.). В данном учебном пособии скомпонованы и обобщены классический и современный (за последние 25 лет) методологические подходы к моделированию течения с теплоотдачей в основных характерных граничных и режимных условиях в элементах турбомашин и теплоэнергетических устройств.

Учебное пособие состоит из пяти глав, в которых с позиции теории пространственного (трехмерного) пограничного слоя рассматриваются решения задач гидрогазодинамики и тепломассообмена, в граничных условиях элементов турбомашин и частично теплообменных аппаратов. Основные решения реализованы в виде программных продуктов в помощь разработчикам и конструкторам. Также рассмотрена задача в смежной области — области течения двухфазного закрученного потока.

Контрольные вопросы и задания, помещенные в конце каждой главы,

помогут обучающимся самостоятельно проверить качество усвоения учебного материала. Обширный библиографический список включает необходимую для изучения литературу.

Данное учебное пособие, предназначенное для магистрантов направлений 140500 «Энергомашиностроение» и 141200 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», может быть полезно также бакалаврам, обучающимся по указанным специальностям; студентам специальности 160302 «Ракетные двигатели», аспирантам специальностей 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», 05.02.02 «Машиноведение, системы приводов и детали машин».

Также учебное пособие адресовано студентам, обучающимся в украинских вузах по специальностям «Холодильные машины и установки» (6.05060403, 7.05060403, 8.05060403); «Ракетные двигатели и энергетические установки» (6.05110201, 7.05110201, 8.05110201), «Авиационные двигатели и энергетические установки» (6.05110202, 7.05110202, 8.05110202) и «Судовые энергетические установки и оборудование» (6.05120103, 7.05120103, 8.05120103).

Оглавление

Предисловие	5
Условные обозначения	6
Введение	9
1. Двухмерный (плоский) пограничный слой	12
1.1. Основные понятия плоского пограничного слоя.....	12
1.2. Уравнение пограничного слоя для стационарного плоского течения несжимаемой жидкости (уравнение Прандтля).....	14
1.3. Уравнение импульсов и уравнение механической энергии пограничного слоя.....	20
1.4. Закон турбулентного сопротивления плоской пластины.....	24
Контрольные вопросы и задания.....	28
2. Трехмерный (пространственный) пограничный слой	29
2.1. Физические свойства трехмерного пограничного слоя.....	29
2.2. Дифференциальные операторы поля в ортогональных криволинейных координатах.....	30
2.3. Уравнения пространственного пограничного слоя. Характерные толщины. Уравнение импульсов.....	36
2.4. Относительные характерные толщины динамического пространственного пограничного слоя при различных законах распределения скорости.....	49
2.5. Исследование уравнений импульсов, уравнений характеристик. Дифференциальное соотношение на характеристике.....	58

2.6. Совмещенный разностно-характеристический метод интегрирования уравнений импульсов пространственного пограничного слоя для произвольной постановки задачи (граничных условий и закона течения).....	64
2.7. Интегрирование уравнений импульсов при развороте потока в круговом секторе.....	68
Контрольные вопросы и задания.....	79
3. Вращательные течения.....	80
3.1. Вращение жидкости над неподвижным основанием по закону твердого тела.....	80
3.2. Вращение жидкости над неподвижным основанием по закону свободного вихря.....	91
3.3. Вращение диска в потоке, закрученном по закону твёрдого тела.....	97
3.4. Модель течения фазоразделенного закрученного газожидкостного потока.....	105
Контрольные вопросы и задания.....	109
4. Гидродинамика потока в полостях вращения лопаточных машин.....	111
4.1. Течение в торцевой щели с вращающейся стенкой.....	111
4.2. Течение в конической щели.....	116
4.3. Течение в осевой щели.....	159
4.4. Течение в торцевой щели с неподвижными стенками.....	160
4.5. Гидродинамика проточной части рабочего колеса с конечным числом цилиндрических лопаток.....	162
Контрольные вопросы и задания.....	167
5. Течение с теплоотдачей в стенку.....	168
5.1. Интегральное соотношение уравнения энергии температурного пространственного пограничного слоя.....	168
5.2. Закон теплообмена для турбулентного течения в температурном пространственном пограничном слое. Интегральное соотношение уравнения энергии для прямолинейного и вращательного течений.....	174
5.3. Локальная теплоотдача при различных законах течения внешнего потока.....	181
Контрольные вопросы и задания.....	190
Заключение.....	191
Библиографический список.....	192