536.25(049.3)

ФИЗИЧЕСКИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛОПЕРЕНОСА

Cebeci T., Bradshaw P. Physical and Computational Aspects of Convective Heat Transfer.— New York; Berlin; Heidelberg; Tokyo: Springer-Verlag, 1984.— XII, 487 p.

Авторы рассматриваемой книги — известные специалисты в области технической гидромеханики и, особенно, механики турбулентности, являющиеся одновременно плодовитыми писателями на относящиеся сюда темы (см., например, [1-5]). Их последняя книга представляет собой учебник для студентов старших курсов и аспирантов, изучающих механику жидкостей и газов и специально интересующихся проблемами переноса импульса, тепла и массы. Отметим, что ее название на самом деле не отражает всего ее содержания: наряду с переносом тепла течениями жидкостей и газов (конвективным теплопереносом) здесь достаточно подробно рассматривается также и перенос импульса, т. е. анализируются решения полной системы уравнений для полей скорости и температуры течений; попутно при этом отмечается, что поле температуры во многих случаях может быть заменено также и полем концентрации произвольной пассивной (не влияющей на динамику течения) примеси, в связи с чем данная книга вполне может использоваться и при изучении массопереноса в жидкостях.

После краткого введения (гл. 1) авторы излагают широкий круг вопросов, традиционно включаемых в учебники по технической гидромеханике: вывод уравнений баланса массы, импульса, внутренней энергии и энтальпии (гл. 2); приближение пограничного слоя для ламинарных и пограничных пристенных течений и пристенных струй (гл. 3); ламинарные течения в плоском или осесимметричном пограничном слое (гл. 4); ламинарные течения в круглой трубе и плоском канале (гл. 5); турбулентные пограничные слои, включая также и слои с продольным градиентом давления и пристенные струи (гл. 6); турбулентные течения в трубах и каналах (гл. 7); ламинарные и турбулентные свободные течения — струи и слои смешения двух однородных течений с различными скоростями

и температурами (гл. 8), и, наконец, конвективные пограничные слои (на сильно нагретой вертикальной, наклонной или горизонтальной пластине), конвективные струи и другие течения с существенным влиянием архимедовых сил (гл. 9). Вслед за этим рассматриваются некоторые течения, которые в обычных учебниках, чаще всего, подробно не рассматриваются: ламинарные пограничные слои сжимаемого газа, плотность которых зависит от температуры, так что уравнения для полей скорости и температуры здесь сцеплены друг с другом и должны решаться одновременно, а кроме того, возможны и ударные волны, взаимодействующие с пограничным слоем (гл. 10); аналогичные турбулентные пограничные слои (гл. 11); течения сжимаемого газа в трубах и каналах, сопровождающиеся теплопередачей (гл. 12). Наконец, важную особенность настоящей книги составляет наличие в ней двух заключительных глав (гл. 13 и 14), посвященных вычислительным методам решения уравнений пограничного слоя различной степени сложности и программам вычислений, применяемым при решении задач о переносе импульса и тепла в течениях жидкости и газа. Эти главы имеют большую практическую ценность, так как здесь читатель может найти не только подробное, но совсем не громоздкое, описание методов численного решения довольно сложных задач гидромеханики, ранее излагавшихся лишь в специальных журнальных статьях и отчетах научных институтов, но и ряд готовых подпрограмм (написанных на ФОРТРАНе), могущих использоваться в качестве составных частей при решении очень широкого круга задач о течениях жидкостей и газов.

Книга Т. Себеси и П. Брэдшоу написана очень педагогично и доходчиво; в то же время изложение здесь является вполне современным и во многих случаях опирается на результаты достаточно свежих научных работ. Авторы уделяют много внимания автомодельным ламинарным и турбулентным течениям, законам подобия и преобразованиям уравнений, позволяющим уменьшить число независимых переменных или хотя бы сильно ослабить зависимость решения от некоторых переменных; однако во всех случаях они указывают условия, при которых автомодельность имеет место, и отдельно рассматривают также и случаи, когда эти условия оказываются неприменимыми (типа течения на входном участке трубы и канала или в начальной части струи). Очень модные в последнее время в научной литературе по теории турбулентности, но пока еще редко применяемые на практике «замыкания второго порядка», использующие уравнения для вторых моментов турбулентных пульсаций, в книге лишь упоминаются, но нигде не рассматриваются; также и вопрос о различных одноточечных и многоточечных статистических характеристиках турбулентных пульсаций здесь полностью опущен, так как при ограничении, как это систематически делают авторы при рассмотрении турбулентных течений, лишь «замыканиями первого порядка» (опирающимися на понятия коэффициентов турбулентной вязкости, теплопроводности и диффузии) этот материал оказывается уже ненужным. Такой подход позволил авторам изложить на сравнительно не очень большом числе страниц огромный материал и создать очень полезную как для учащихся, так и для преподавателей гидромеханики и теплотехники, и для многих научных и практических работников в этих областях, книгу, заполняющую важный пробел в имеющейся литературе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bradshaw P. An Introduction to Turbulence and Its Measurement.— Oxford: Pergamon Press, 1971; перевод: Брэдшоу П. Введение в турбулентность и ее измерение.— М.: Мир, 1974.
2. Turbulence/Ed. Bradshaw P. — Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1978; перевод: Турбулентность/Под ред. П. Брэдшоу. — М.: Машиностроение, 1980.
3. Cebeci T., Smith A. M. O. Analysis of Turbulent Boundary Layers.— N.Y.: Academic Press, 1974.
4. Cebeci T., Bradshaw P. Momentum Transfer in Boundary Layers.— Washington e.a.: Hemisphere, 1977.
5. Bradshaw P., Cebeci T., Whitelaw J. H. Engineering Calculation Methods for Turbulent Flows.— Lnd.: Academic Press, 1981.

Б. А. Кадер, А. М. Яглом