

Список литературы

1. Беззубцева М.М. Компетентности магистрантов-агроинженеров при исследовании энергоэффективности электротехнологического оборудования // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 3. – С. 170.
2. Беззубцева М.М., Ружьев В.А. Формирование компетентности менеджера магистрантов-агроинженеров // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 4. – С. 179–180.
3. Беззубцева М.М., Волков В.С. Интеграция науки и образования при подготовке агроинженерных кадров электротехнических специальностей // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 1. – С. 50–51.

ОРГАНИЗОВАННЫЕ СТРУКТУРЫ В ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЯХ. АНАЛИЗ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ ПО ТУРБУЛЕНТНОМУ ПОГРАНИЧНОМУ СЛОЮ (монография)

Белоцерковский О.М., Хлопков Ю.И.,
Жаров В.А., Горелов С.Л., Хлопков А.Ю.

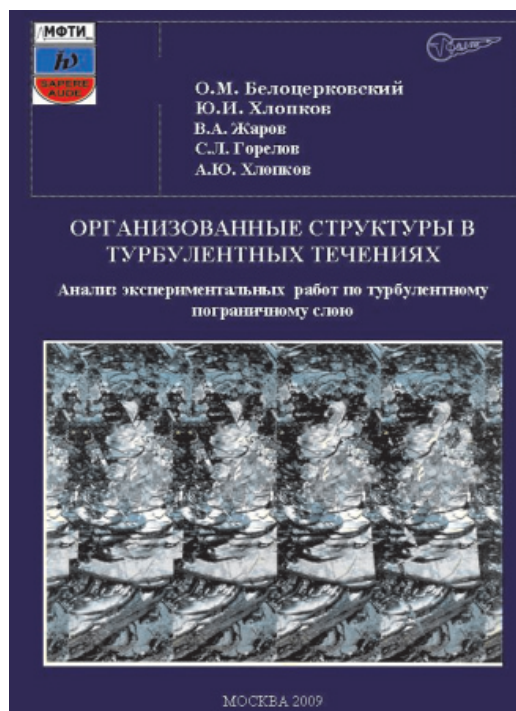
Московский физико-технический институт,
Жуковский, e-mail: zaouarmyomyint@gmail.com

Опыты показывают, что при высоких значениях числа Рейнольдса ламинарное течение теряет устойчивость и становится турбулентным. Первое систематическое экспериментальное исследование перехода ламинарного упорядоченного течения в турбулентное хаотическое движение воды в круглых трубах было выполнено О. Рейнольдсом в 1883 г. Было найдено, что этот переход происходит при критическом числе Рейнольдса $Re_{кр} = (U_{ср} d/\nu)_{кр}$. Рейнольдс высказал предположение, что переход ламинарного течения в турбулентное связан с потерей устойчивости ламинарного упорядоченного движения в трубе. Аналогичным образом происходит переход ламинарного течения в турбулентное в пограничном слое на плоской пластине. Условно можно выделить три характерных участка течения на пластине. В передней части пластины и вблизи передней кромки течение ламинарное, упорядоченное. Далее вниз по потоку от точки потери устойчивости расположен участок переходного течения. На этом участке нарастает интенсивность волн Толмина – Шлихтинга, возбуждаются и нарастают колебания более высокой частоты, и постепенно возмущения принимают трехмерный хаотический характер. Далее вниз по потоку расположена область развитого турбулентного течения.

Переход ламинарного течения в турбулентное. Найдено, что сильным источником возмущений является передняя кромка пластины, и эти возмущения, возникающие в области полностью ламинарного течения, могут оказаться одной из основных причин генерации волн Толмина – Шлихтинга и дальнейшего развития турбулентного течения.

Развитый турбулентный пограничный слой. Если течение вне пограничного слоя стационарное, то, несмотря на хаотические турбу-

лентные колебания течения довольно высокой частоты, внутри развитого турбулентного пограничного слоя полный напор, сопротивление трения обтекаемого тела и интенсивность теплообмена практически не изменяются с течением времени. Вблизи обтекаемой стенки в турбулентном пограничном слое течение ламинарное и образует ламинарный подслой. Вблизи внешней границы пограничного слоя находится турбулентное ядро потока, где пульсации велики; их линейный масштаб, возможно, соизмерим с толщиной пограничного слоя. Между турбулентным ядром и ламинарным подслоем расположена область переходного течения.



Мы уже не говорим, какой экономический, экологический, социальный эффект будет иметь более точный расчёт динамики атмосферных движений, прогноз погоды, климата. Выделение детерминистических особенностей в хаосе турбулентных течений – одно из направлений в понимании сути турбулентности и построения физических и математических моделей. Обзоров по упорядоченным структурам в турбулентном пограничном слое достаточно много, но написаны они, как правило, специалистами-экспериментаторами и изобилуют многочисленными подробностями методики измерений, из которых очень трудно вычлениить глубокую физическую сущность полученных результатов. На этом фоне ярко выделяется появившаяся недавно монография известных специалистов-экспериментаторов в этой области: *Репик Е.У., Соседко Ю.П. «Турбулентный пограничный слой. М.: Физматлит». 2007. – 312 с.*

Данная книга является развитием направления, обозначенного в книге: *Хлопков Ю.И., Жа-*

ров В.А., Горелов С.Л. *«Когерентные структуры в турбулентном пограничном слое. М.: МФТИ, 2002. – 267 с.* Она вышла в 2002 году, и вызвала значительный скептицизм и недоверие к излагаемому материалу. Тем не менее, жизнь показала, что идея о динамическом происхождении когерентных структур в турбулентном пограничном слое, выявленная экспериментально в ранних пионерских работах 40–80-х годов прошлого столетия, весьма содержательна, так как последующий период ознаменовался проведением многочисленных экспериментов, подтверждающих правоту первопроходцев в этой области. Кроме того, появились новые направления экспериментальных исследований, связанных с обнаружением так называемых нелинейных волн (авторы благодарят С.И. Чернышенко за указание на ряд авторов, получивших существенные результаты в этой области). Теоретики тоже не теряли времени. К настоящему моменту имеется несколько альтернативных подходов к объяснению рассмотренных в книге явлений. В результате возникает необходимость анализа новых важных работ.

Заключение к книге содержит краткие выводы о наиболее ценных для физической теории, с точки зрения авторов, результатах. Кроме того, авторы сочли возможным включить в книгу, в качестве примера применения рассмотренных результатов, теорию, которая эффективно использует качественные выводы из представленной совокупности экспериментальных данных и подтверждает теоретически наличие динамических когерентных структур в турбулентном пограничном слое в несжимаемой жидкости.

Книга выполнена в рамках научного проекта «ПОИСК», разработанного на факультете аэромеханики и летательной техники МФТИ, смысл которого заключается в следующем. Над решением фундаментальных и прикладных проблем, связанных с турбулентностью, особенно неоднородной и неізотропной во всём мире работает огромное число исследователей. Скопилось, стремящееся к бесконечности количество фактического материала, разобраться в котором, становится всё труднее. Весьма актуальным стал вопрос о создании некоего путеводителя по этому океану теоретических, экспериментальных и численных результатов. Проект частично реализован. Издан ряд книг-путеводителей.

1. Хлопков Ю.И., Жаров В.А., Горелов С.Л. *Когерентные структуры в пограничном слое. – М.: МФТИ, 2002, 267 с.* 2) Хлопков Ю.И., Жаров В.А., Горелов С.Л. *Лекции по теоретическим методам исследования турбулентности. М.: МФТИ, 2005, 178 с.* 3) Хлопков Ю.И., Жаров В.А., Горелов С.Л. *Ренормгрупповые методы описания турбулентных движений несжимаемой жидкости. М., МФТИ, 2006, 178 с.*

Только что из издательства МФТИ вышла книга О.М. Белоцерковский, Ю.И. Хлопков *«Методы Монте-Карло в механике жидкости*

и газа». – М.: Азбука, 2008. 330 с. В этой книге приводится обзор работ по методам численного статистического моделирования сложных течений жидкости и газа в том числе и турбулентных. Справедливости ради стоит подчеркнуть, что подавляющее количество работ в области численного статистического моделирования турбулентности принадлежит российским учёным. К настоящему времени подготовлен к изданию яркий *курс лекций по теории турбулентности*, прочитанный на факультете аэромеханики и летательной техники МФТИ профессором В.Н. Жигулёвым – известным учёным-механиком, сумевшим глубоко проникнуть в существо проблемы на кинетическом уровне. В дальнейшем предполагается провести обзор и анализ современных численных методов, применяемых при моделировании сложных нестационарных течений жидкости и газа. Таков общий план работ создания научной базы-путеводителя, особенно актуальной, как нам кажется, для молодых исследователей.

Настоящая монография посвящена одному из актуальнейших экспериментальных направлений исследования турбулентности – когерентным структурам в турбулентном пограничном слое на плоской пластине. Начало такого рода исследованиям было положено в работе Клайна, Рейнольдса, Шрауба и Рунштадлера. Это направление скорее качественного, чем количественного исследования турбулентности уже длительное время развивается в ряде стран, а также отечественными исследователями, и к настоящему времени получено много интересных результатов, интенсивно обсуждаемых специалистами.

Чтобы отчетливо выявить историческую тенденцию, трудности, спорные места, в монографию включены результаты работ крупных зарубежных представителей этого направления, подводящие итоги определенных этапов этих исследований. Собраны результаты длительных экспериментальных исследований по выделению и определению свойств когерентных (динамических) структур, полученных энтузиастами этого направления в течение приблизительно 40 лет (с 1940 по 1980 гг.). Работа выполнена при поддержке РФФИ (Грант № 14-11-00709).

МЕХАНИКА. РАСЧЕТ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ (учебное пособие)

Гилета В.П., Чусовитин Н.А., Юдин Б.В.
Новосибирский государственный технический
университет, Новосибирск,
e-mail: choos328@mail.ru

В учебном пособии изложены основы конструирования и расчета механических приводов общего назначения. Приведены все необходимые методические и справочные материалы