

энергоэффективности электротехнологического оборудования; формирование компетентности менеджера магистрантов-агроинженеров; концепция коммерческой основы знания как товара в условиях рынка. Библиографический список включает 183 наименования отечественной и зарубежной литературы. Учебно-методическое пособие предназначено для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки «Агроинженерия» по программе «Электротехнологии и электрооборудование в АПК». Организованные структуры в турбулентных течениях.

АВТОПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРНЫХ МАШИН В 3D: ПРОЕКТНО-МОДЕЛЬНЫЙ ПОДХОД

Бейсембаев К.М., Дёмин В.Ф., Жолдыбаева Г.С., Малыбаев Н.С. Шманов М.Н.

AUTOMATIZED PROJECTION OF MINING MACHINES IN 3D: PROJECT-MODEL APPROACH

Beysembayev K.M., Demin V.F., Zholdybayeva G.S.

Рассмотрены вопросы автопроектирования горных машин в 3D с применением программ Ansys и Adams, а также на основе авторских программ разработанных с применением языков объектно-ориентированного программирования. Книга содержит ссылки на размещенные в интернет учебные и научно-технические материалы авторов. 3D решения позволяют создавать реальные модели горных машин взаимодействующих с рабочей средой, когда создаются критические ситуации (аварии) за счёт несимметричного нагружения элементов машин. Представленные примеры позволяют полнее раскрыть в возможности программирования в проектировании. На шахтах Караганды это становится проблемой, поскольку процессоры, компьютеры обслуживающие очистной забой используются не в полной мере из за ограниченных возможностей приспособить программное обеспечение на местах. При этом упор сделан на простых методах и средствах программирования доступных студентам рассматриваемой специальности.

На шахтах Караганды достигались мировые рекорды добычи угля в лавах и проходки выработок и во времена СССР, и в двухтысячные годы. Здесь проходили первую промышленную апробацию механизированные комплексы для лавной и камерной выемки, кинематические схемы которых стали прообразом для техники выпускаемой ныне известными фирмами дальнего зарубежья, что подчеркивает историческую роль инжиниринга города в развитии техники для рудников и шахт. Структура книги поставлена так, чтобы реализовать проектно-модельный подход к образованию, основанный на развитии самомотивации к обучению с созданием умений разрабатывать модели близкие к производственной реальности, в цепочке лекционных, лабораторных, курсовых работ, студенческих научных конкурсов и публикаций, производственной практики и дипломного проектирования. Ощущение реальности и практической полезности работы при разработке машин, создает мотивационные предпосылки для использования инноваций в процессе обучения. Практически все рассмотренные примеры ранее обсуждались на студенческом научном семинаре кафедры ГМ и О «Информационные технологии в горном деле».

Книга предназначена для студентов, магистрантов, научных работников. И может оказать полезной в выполнении исследовательских и проектных работ при разработке и совершенствовании горных машин, выполнении курсовых работ по дисциплинам, связанным с автопроектированием.

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

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

ORGANIZED STRUCTURES IN TURBULENT FLOWS ANALYSIS OF EXPERIMENTAL WORKS ON TURBULENT BORDER LAYER

**Belotserkovskiy O.M., Khlopkov Y.I., Zharov V.A.,
Gorelov S.L., Khlopkov A.Y.**

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 турбулентные 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 вычленивать 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., Жаров 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-х – 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 неизотропной 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 ученым-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 г.г.). Работа выполнена при поддержке РФФИ (Грант № 14-11-00709).