

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОВОДИМЫХ НА КАФЕДРЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ АГУ

В.И. Волков, С.Ф. Дмитриев, В.А. Плотников, А.М. Сагалаков, В.В. Чертищев

В данном обзоре излагаются результаты теоретических и экспериментальных исследований, проводимых на кафедре экспериментальной физики [1–59].

Исследование условий возникновения и механизмов ламинарно-турбулентного перехода в потоках электропроводящих газов, жидкостей, плазмы и в равновесных плазменных конфигурациях имеет важное и нередко определяющее значение для работы современных действующих и проектируемых агрегатов энергетики. Пороговые электрофизические явления лежат в основе фундаментальных физических процессов перезамыкания магнитных силовых линий.

В данном обзоре представлено новое научное направление в области теоретического исследования пороговых электрофизических процессов, основанное на широком применении методов теории устойчивости параллельных течений вязкой жидкости [1–15, 17, 18, 21]. Новая методология исследования диссипативных неустойчивостей и МГД-колебаний в потоках электропроводящих жидкостей и в плазме заключается в "переходе" по непрерывности от задач гидродинамической устойчивости течений вязкой жидкости, широком использовании аналитических и численных методов теории устойчивости параллельных течений вязкой жидкости и на аналогиях между гидродинамическими и электродинамическими процессами возбуждения и поглощения колебаний. В рамках данного направления предложен метод моделирования, заключающийся в поэтапном продолжении результатов по устойчивости течений вязкой жидкости при увеличении электропроводности среды.

Впервые рассмотрена бифуркация равновесия плазменного цилиндра в стационарное винтовое течение при больших температурах плазмы. Установлено, что для плавных профилей тока характерен мягкий режим возбуждения, поэтому имеются основания считать возникающее винтовое течение устойчивым. Впервые рассмотрены бифуркации в конфигурациях с немонотонными профилями тока (в конфигурациях с "полым" током), для которых типично наличие двух резонансных поверхностей. Установлено, что в данных конфигурациях возможен жесткий

режим ветвления. Существование такой бифуркации объясняет, в частности, аномально быстрое перемешивание плазмы на скинковой стадии разряда.

В наших работах сформулированы основные положения теории альфвеновских волн в неоднородной плазме. Обнаружено фундаментальное влияние малой диссипации на альфвеновские волны. Установлено, что в плазме с конечным электрическим сопротивлением альфвеновский континуум трансформируется в дискретный спектр, в котором выделено четыре группы мод (в цилиндрическом шнуре с широм и свободной границей) по области их локализации: приосевые, внутренние, приграничные и поверхностные

В последние годы в наших работах, выполненных совместно с Н.И. Яворским, установлен физический механизм возникновения спонтанной закрутки в результате неустойчивости в потоке электропроводящей жидкости между коаксиальными цилиндрами в продольном магнитном поле. Вращательное движение возникает при нелинейной эволюции двух трехмерных, спиральных, монохроматических возмущений конечной амплитуды, с равными по величине и противоположными по знакам азимутальными волновыми числами. В случае плазменного шнура подобный эффект может наблюдаться при нелинейном взаимодействии двух тиринг-мод с противоположными по знакам азимутальными волновыми числами. Таким образом, может происходить бифуркация равновесия плазменного шнура в режим самовращения.

Нами было проведено также обобщение метода К.И. Бабенко на трехмерный случай и проведены вычисления турбулентных состояний.

Была предложена теоретическая модель разряда светового горения в рамках приближения Буссинеска и показано, что возникающая в разряде неустойчивость гидродинамического типа стабилизируется нелинейными эффектами, что приводит к формированию когерентных диссипативных структур в плазме разряда, то есть к самоорганизации.

В наших работах детально проанализирована устойчивость течения двухфазной жидкости между коаксиальными цилиндрами

по отношению к трехмерным возмущениям [16, 19, 20, 22 -25]. Выявлена существенная роль трехмерных возмущений, которые во многих случаях являются наиболее опасными (как и в течениях гомогенной жидкости). Анализ устойчивости течения Куэтта-Пуазейля [26] выявил весьма сложную трансформацию спектра малых двумерных возмущений при деформации профиля скорости.

Для решения задач гидродинамической устойчивости используются различные численные методы. Кроме метода дифференциальной прогонки, нами применяется и метод коллокаций. Удобство применения этого метода заключается в том, что с большой точностью за один цикл вычислений находится весь спектр собственных значений. В этой связи метод коллокаций так же целесообразно использовать для проверки и подтверждения полученных ранее результатов (в данной области), уточнения ряда известных результатов и получения новых, с учетом возросших в последнее время возможностей вычислительной техники.

Для применения метода к исследованию плоскопараллельных течений и МГД-течений (плоский случай), полученную систему уравнений сводят к уравнению Орра-Зоммерфельда, после чего на чебышевской сетке вводятся фундаментальные многочлены интерполяции, с помощью которых интерполируются отдельные члены уравнения. Записывая полученное уравнение для каждого из узлов интерполяции, получаем систему алгебраических уравнений. Поскольку нам важны только значения спектрального параметра, мы приходим к стандартной задаче на собственные значения.

Этим методом исследовано на собственные значения уравнение Орра-Зоммерфельда для течений Пуазейля и Гартмана, найдены кривые нейтральной устойчивости для различных чисел Гартмана при изменении числа Рейнольдса в широком диапазоне. Используемый метод обладает рядом преимуществ по сравнению с численными методами, которые использовались ранее. В частности, для работы данного алгоритма не требуется начального приближения.

Методом коллокаций рассмотрена также устойчивость движения жидких металлов при свободной конвекции в плоском вертикальном канале между параллельными изотермическими плоскостями, нагретыми до разной температуры.

Для исследования устойчивости стационарного плоскопараллельного конвективного

течения метод малых возмущений в чисто гидродинамической постановке, когда влияние тепловых факторов на развитие возмущений совершенно не учитывается, приводит к уравнению Орра – Зоммерфельда с заданным конвективным профилем скорости. Такой подход оправдан, во всяком случае, при малых значениях числа Прандтля, когда возникающие температурные возмущения быстро рассасываются со временем на фоне сравнительно медленно изменяющихся возмущений скорости. Обнаружена еще одна нейтральная кривая, ограничивающая область неустойчивости со стороны больших чисел Грасгофа.

Проведено комплексное исследование распределения давления в хаотичной упаковке. Впервые получены экспериментальные данные по распределению давления по длине и сечению хаотично упакованного зернистого слоя. Обнаружена нелинейность распределения пристеночного перепада давления практически по всей длине упакованного слоя при низких числах Re , а также уменьшение давления в сечении от стенки к центру упаковки при всех режимах течения. Разработана методика измерения локального распределения статического давления внутри зернистого слоя с использованием специального опытного участка с многоканальным жидкостным манометром. Для измерения распределения статического давления по сечению хаотичной засыпки были специально разработаны и изготовлены датчики статического давления, не нарушающие структуру упакованного слоя.

Была разработана методика для определения коэффициента поверхностного натяжения по растеканию жидкой пленки на горизонтальной и наклонной плоскости. Были определены площади, начиная с которых можно было пренебречь влиянием краевых углов. Полученным методом были выявлены свойства, схожие со свойствами жидкости Бенгамова – Шведова. На стандартном наборе жидкостей (спирт, вода, глицерин) коэффициент поверхностного натяжения, полученный с помощью разработанной методики, ближе к табличному, чем измеренный известными методами: капиллярным и др.

Проведен ряд исследований одного из направлений методологии оценки и выявления резервов повышения эколого-экономических показателей работы ДВС, на основании которых предложен энтропийный метод анализа экономичности рабочего цикла с целью оценки как количественных (индикаторный КПД) так и качественных (рост энтропии)

показателей использования теплоты в цикле. Предложена методика по оценке влияния температурной неоднородности рабочего тела на индикаторный КПД действительного цикла ДВС. Разработаны новые физические модели форсунки с микрокапиллярным фильтром, а также новые модели клапана из упругих стержней как устройства управления потоком. Разработана новая технология удаления заусенцев в малых сквозных отверстиях на основе электрохимического метода обработки.

Другое направление исследований кафедры связано с использованием нетрадиционных источников энергии, и в первую очередь энергии солнечного излучения.

При количественном прогнозировании прихода солнечной радиации при расчете систем отопления нами разработана методика оценки поступающей солнечной энергии [47, 48], основанная одновременно:

- на закономерностях взаимного движения Солнца и Земли, позволяющих рассчитывать интенсивность прямого солнечного излучения для каждого момента времени вне земной атмосферы;
- на использовании региональных справочных метеорологических данных для оценки прозрачности атмосферы и потока рассеянного атмосферой и поверхностью Земли излучения.

В разработанном нами программном модуле Exposure расчета энергетической экспозиции произвольно ориентированной площадки выполняется численное интегрирование для заданных промежутков времени ожидаемой энергетической освещенности для заданных азимута и угла наклона к горизонту облучаемой поверхности.

Нами проведены расчеты энергетической экспозиции облучаемой поверхности за каждый час года для различной ориентации наклонной поверхности. Анализ результатов расчета позволил выбрать оптимальный для заданных условий эксплуатации (для максимального использования солнечной энергии, приходящей или в наиболее энергодефицитный период, или в течение всего года, и т. п.) угол наклона к горизонту батарей солнечных фотоэлементов и солнечных коллекторов. В случае солнечных коллекторов учитываются и потери тепла в окружающую среду, зависящие от температуры окружающего воздуха, температуры теплоносителя и конструкции солнечного коллектора.

Поскольку солнечная энергия играет значительную роль в тепловом и общем

энергетическом балансе энергоавтономного дома, важно при выборе места строительства учесть влияние затенения ЭАД расположенными вблизи строениями. С этой целью нами разработана программа Shadow, рассчитывающая затенение южного фасада и крыши здания произвольно расположенным вблизи строением, имеющим форму прямоугольного параллелепипеда.

Очевидно, чем больше поступление солнечной энергии через стены строения, тем меньше потребность в традиционных источниках тепла. Эта идея лежит в основе систем пассивного солнечного отопления. В патенте {47} описана система пассивного солнечного отопления с заглубленным под зданием аккумулятором тепла.

Системы отопления и горячего водоснабжения на основе возобновляемых источников энергии (ветровой, солнечной и т. п.) могут эффективно эксплуатироваться лишь в сочетании с аккумуляторами тепла. Межсезонный аккумулятор тепла для отопления и горячего водоснабжения здания обычно представляет собой резервуар большой емкости с водой, заглубленный в землю под здание в целях уменьшения потерь тепла в холодное время года. Основная проблема оценки тепловых потерь заключается в расчете тепловых потерь в грунт в условиях динамически меняющихся прихода тепла и расхода его потребителями. Такая задача нами была решена в одномерном приближении [49].

В связи с проектированием экспериментального энергоавтономного дома возникла проблема математического моделирования потоков энергии при его обмене теплом с окружающей средой. С этой целью была разработана компьютерная балансовая энергетическая модель энергоавтономного дома [52], базирующаяся на программах расчета солнечной экспозиции с учетом затенения соседними строениями, теплопроизводительности солнечных коллекторов, потерь тепла в грунт из межсезонного аккумулятора тепла и множества балансовых энергетических соотношений для каждого отдельного помещения. В расчете не анализируются процессы теплообмена в приборах системы отопления, принимается, что последние восполняют дефицит тепла в любом случае, рассмотрение выполнено чисто с балансовой позиции.

Расчет детального баланса энергии здания представляет собой решение многопараметрической задачи. Для ее решения, помимо собственно алгоритма вычислений на ЭВМ, важную роль играет удобный пользова-

гельский интерфейс, который бы позволял перед началом расчета легко изменять значение практически любого параметра каждого компонента энергетической системы здания. Разработанный нами программный пакет содержит такой интерфейсный блок.

Последние сто лет среди структурных превращений в твердом теле интенсивно и разносторонне исследуются мартенситные превращения в металлах и сплавах. Этот интерес обусловлен тем, что мартенситные превращения относятся к фундаментальному явлению, раскрывающему общие закономерности эволюции кристаллической структуры. В то же время мартенситные превращения являются универсальным способом реализации структурных фазовых переходов в кристаллической среде, позволяющем сформировать необходимые физико-механические свойства материалов для широкого круга практических задач.

Развиваемые экспериментальные и теоретические подходы выделили существенные моменты, играющие значительную роль в понимании физики мартенситных превращений. Во-первых, система, в которой совершаются мартенситные превращения, находится в существенно неравновесных условиях. Во-вторых, такой системе характерны иерархичность мартенситной структуры, отвечающее уровням и детерминированности процесса формирования этой структуры, выраженного, например, в автокаталитичности взрывного превращения.

До настоящего времени проблемы накопления и диссипации энергии при мартенситных превращениях не решены, в то же время "нехимический" вклад существенным образом сказывается на проявлении сверхэластичности и эффекта памяти формы. Состояние уровня понимания проблемы не выходит за рамки констатации лишь теплового рассеяния. Между тем, очевидно, что диссипативный вклад представляется как совокупность различных вкладов, например, теплового и акустического рассеяния.

Накопление и диссипацию энергии целесообразно исследовать методом акустической эмиссии. Специфика акустической эмиссии предполагает, что изучение процессов накопления и рассеяния энергии в ходе мартенситных превращений и природы акустической эмиссии возможно лишь параллельно. Результатом таких исследований является цельная феноменологическая картина акустической эмиссии во взаимосвязи с процес-

сами накопления и диссипации энергии при мартенситных превращениях, применимая к другим структурным превращениям.

Результаты исследований акустической эмиссии при структурных превращениях, научная и практическая значимость.

Обширные экспериментальные исследования феномена акустической эмиссии позволили установить, что в никелиде титана и сплавах на его основе накопление и диссипация энергии при мартенситных превращениях обусловлены протеканием двух принципиально различающихся процессов - аккомодационных (консервативных) и релаксационных (неконсервативных) и их соотношением, с первыми из которых связано преимущественно накопление, а со вторыми - рассеяние энергии в ходе формирования мартенситной макроструктуры.

Выяснено, что в цикле термоупругих мартенситных превращений в сплавах на основе никелида титана акустическая диссипация энергии существенно асимметрична. Асимметрия акустической эмиссии в цикле МП может быть двух типов: 1) асимметрия первого типа - энергия акустического излучения, продуцируемого при прямом превращении, существенно выше энергии излучения при обратном; 2) асимметрия второго типа - энергия акустического излучения, продуцируемого при обратном превращении, существенно выше, чем при прямом. Установлен особый симметричный характер акустической диссипации энергии в цикле мартенситных превращений в тройных сплавах.

Установлены закономерности инверсии асимметрии акустической диссипации энергии (трансформирование одного типа асимметрии излучения в другой).

Обоснованы представления о двух самостоятельных релаксационных процессах, ответственных за акустическую диссипацию энергии в цикле МП - пластической релаксации и динамической релаксации энергии.

Пластическая релаксация и акустическое излучение, обусловленное пластической релаксацией упругих напряжений при многократных циклах МП вырождаются по экспоненциальному закону. Коэффициент в показателе экспоненты является индивидуальной характеристикой сплава и отражает склонность сплава к пластической релаксации напряжений и упрочнению за счет фазового наклепа.

Динамическая релаксация энергии существенно связана с микровзрывным появлением (исчезновением) мартенситного кри-

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОВОДИМЫХ НА КАФЕДРЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ АГУ

сталла, но может быть реализована и в актах коррелированного появления (макроскопического «взрыва») совокупности мартенситных кристаллов в виде аномального акустического эффекта. Показано, что динамическая релаксация энергии осуществляется при надбарьерном движении мартенситной границы. Продуцирование акустического излучения осуществляется лишь при взаимодействии ее с локальными препятствиями и границами раздела в виде переходного и (или) тормозного излучения.

Показано, что в рамках квазиравновесной теории мартенситных состояний акты надбарьерного (микровзрывного) движения мартенситной границы нарушают баланс «химических» и «нехимических» движущих сил на величину диссипативного вклада, структура которого обусловлена тепловым и акустическим рассеянием энергии. Выделение в диссипативном вкладе акустического и теплового членов фактически означает выделение некоторого масштаба единичного акта акустической диссипации так называемой «нехимической» энергии, усиливаемого эффектами локального перегрева (переохлаждения).

Показано, что акустическая диссипация энергии наблюдается не только в атермических процессах, но и при термической активации процессов перестройки структуры металлов и сплавов, в частности: при рекристаллизации металлов, например, алюминия и меди; распаде пересыщенных твердых растворов Al-4,0 ат.% Cu, Al-6,5 ат.% Zn; структурной релаксации аморфных TiCu и Ti-Ni-Cu.

Проведенные исследования, полученные результаты и сделанные выводы и обобщения представляют собой решение актуальной научной задачи, которая может быть сформулирована следующим образом: «Закономерности и механизмы акустической диссипации энергии при структурных превращениях в металлах и сплавах».

Установленные закономерности акустической диссипации энергии при термоупругих мартенситных превращениях в сплавах, разработанные методы регистрации и статистического анализа потока акустических сигналов в процессах структурной перестройки могут быть использованы на практике для контроля и анализа структурного состояния металлических материалов.

Еще одно направление исследований кафедры связано с проблемой повышения качества синтезируемых в режиме горения

(СВС) интерметаллидов (снижение пористости, однородность фазового состава, прочностные характеристики и т.д.). Эта проблема в случае узкого реакционного канала оказывается практически неразрешимой даже при использовании печного способа получения продуктов терморреагирования

Задача формирования необходимых физико-механических и электрофизических свойств синтезируемого продукта в одну технологическую стадию (для узких реакционных зон в системе с теплоотводом) реализуется в случае использования дополнительного нагрева порошковой смеси до начала реакции прямым пропусканием электрического тока через заготовку при одновременной допрессовке порошковой детали. Это связано с тем, что, в отличие от спекания «сопротивлением» в случае электросинтеза, активируются процессы терморреагирования, которые необходимо учитывать.

С целью нахождения нижнего и верхнего порога энергозатрат при электросинтезе в узких реакционных каналах, когда существование или полное отсутствие «замороженного слоя» определяет адгезионные свойства покрытий, получены результаты по нанесению покрытий из смесей порошков Ni+Al на поверхность электропроводящей основы цилиндрической формы. Проведена оценка теплоты образования алюминидов в процессе формирования покрытия и диффузионной зоны по величине объемной мощности экзотермической реакции. Показано, что электрический и экзотермический вклады сравнимы по величине мощности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сагалаков А.М. Докторская диссертация. Новосибирск, Барнаул, 1988.
2. Гатилов В.В., Патудин В.М., Сагалаков А.М. Тиринг-неустойчивость и бифуркации цилиндрического токового слоя с конечной ионной вязкостью // Изв. СО АН СССР. Серия техн. наук.-1989.- Вып.1.- С.75-81.
3. Гатилов В.В., Сагалаков А.М., Ульянов В.Ф. О нарастании двойной тиринг-моды в плазменном цилиндре // Физика плазмы.-1989.-Т.15.- Вып.1.-С.55-61.
4. Сагалаков А.М., Ульянов В.Ф. О возможности жесткого режима бифуркации в плазменном цилиндре // Изв. СО АН СССР. Серия техн. наук.-1990.- Вып.6.- С.87-94.
5. Сагалаков А.М., Юдинцев А.Ю. Устойчивость трехмерных автоколебаний плоскопараллельных потоков электропроводящей жидкости в продольном магнитном поле // Магнитная гидродинамика. - 1991.-№ 4.- С.15-20.

6. Сагалаков А.М., Юдинцев А.Ю. Трехмерные возмущения магнитогидродинамических течений в кольцевом канале // Магнитная гидродинамика.-1991.-№ 4.- С.21-24.
7. Сагалаков А.М., Юдинцев А.Ю. Автоколебания магнитогидродинамических течений в трубе кольцевого сечения в продольном магнитном поле //Магнитная гидродинамика.-1992.-№ 1.- С.7-12.
8. Сагалаков А.М., Юдинцев А.Ю. Трехмерные автоколебания магнитогидродинамического течения жидкости конечной проводимости в канале кольцевого сечения при наличии продольного магнитного поля // Магнитная гидродинамика.-1993.-№ 1.- С.41-48.
9. Sagalakov A.M., Yudinцев A.Yu., Yavorsky N.I. Mechanism of Spontaneous Symmetry Breaking in MHD Flows //Russian Journal of Engineering Thermophysics.-1995.- №2.-P.409-424.
10. M.Sagalakov, N.I.Yavorsky, A.Yu.Yudintsev. Mechanism of Spontaneous Symmetry Breaking in MHD-flows. International Congress "Electromagnetic Processing of Materials", Conferences Proceedings, Paris, 1997, vol.1.- P.607-613).
11. А.М.Сагалаков, А.Ю.Юдинцев. Генерация магнитного поля при потере устойчивости магнитогидродинамического течения в кольцевой трубе. // Изв.АГУ.1996.- №1.- С.54-57.
12. А.М.Сагалаков, А.Ю.Юдинцев. Общие свойства вторичных несимметричных режимов в параллельных МГД-течениях// Изв.АГУ. 1997. №1. - С.54-57.
13. А.М.Сагалаков, В.А.Шипицын Псевдоспектральный метод расчета трехмерных вторичных режимов в плоскопараллельных течениях. // Труды Всероссийской научно-технической конференции "Экспериментальные методы в физике структурно-неоднородных сред" Т.4 "Гидродинамика структурно-неоднородных сред", 1997. - С.40-53.
14. Патудин В.М., Сагалаков А.М. Динамика альфвеновских возмущений в неоднородной плазме. Барнаул: Изд-во АГУ, 1998. - 180 с.
15. Климов О.В., Сагалаков А.М., Тельнихин А.А. Диссипативные структуры и генерация звука в разряде светового горения Труды V Международного семинара "Устойчивость течений гомогенных и гетерогенных жидкостей". Новосибирск, 1998. - С. 195-201.
16. Кожуховская Т.А., Крюков А.А., Сагалаков А.М., Юдинцев А.Ю. Влияние времени релаксации на устойчивость течения двухфазной жидкости в трубе кольцевого сечения. Труды V Международного семинара "Устойчивость течений гомогенных и гетерогенных жидкостей". Новосибирск, 1998. - С. 56-61.
17. Маликов С.А., Патудин В.М., Сагалаков А.М., Созанский А.Д. Тиринг-неустойчивость плазменного цилиндра с учетом эффекта сжимаемости // Проблемы гидродинамики и тепломассообмена. Ин-т теплофизики СО РАН, АГУ, 1999. -С. 115-123.
18. Сагалаков А.М., Юдинцев А.Ю. Вторичные режимы с закруткой в параллельных МГД-течениях. // Проблемы гидродинамики и тепломассообмена. Ин-т теплофизики СО РАН, АГУ, 1999. - С. 89-115.
19. Кожуховская Т.А., Крюков А.А., Сагалаков А.М., Юдинцев А.Ю. Устойчивость течения двухфазной жидкости в трубе кольцевого сечения. // Проблемы гидродинамики и тепломассообмена. Ин-т теплофизики СО РАН, АГУ, 1999.- С. 124-133.
20. Kozhukhovskaya T.A., Kryukov A.A., Sagalakov A.M., Yudinцев A.Yu., Stability of parallel flow of a two-phase liquid between coaxial cylinders // Russian J. Eng. Thermophys. 2000, Vol. 10, № 2. - P. 167-178.
21. Патудин В.М., Сагалаков А.М., Юдинцев А.Ю. Тиринг-неустойчивость. Барнаул: Изд-во АГУ, 2001. 160 с.
22. Kryukov A.A., Sagalakov A.M. Linear stability of a parallel two-phase flow between coaxial cylinders, Bourgas' 6th workshop "Transport Phenomena in two-phase Flow", 2001.- P 83-89.
23. Kryukov A.A., Sagalakov A.M. Stability of a parallel two-phase annular flow. A mono-harmonic Approach Bourgas', 6th workshop "Transport Phenomena in two-phase Flow", 2001. - P 89-95.
24. Kozhukhovskaya T.A., Sagalakov A.M., Popov D.I. Neutral relations for the parallel flow of a two-phase fluid between coaxial cylinders, Varna' 2002, 7th workshop "Transport Phenomena in two-phase Flow", 2002.- P. 31-38.
25. Kozhukhovskaya T.A., Kryukov A.A., Sagalakov A.M., Popov D.I. Linear stability to three-dimensional perturbations of parallel two-phase incompressible fluid flow between coaxial cylinders// Russian J. Eng. Thermophys. 2002, Vol. 11, № 4.- P. 299-310.
26. Kozhukhovskaya, T.A., Popov, D.I., Sagalakov, A.M. The Stability of Kuette-Poiseuille Flow of Two-Phase Liquid, Sunny Beach' 2003, 8th workshop "Transport Phenomena in two-phase Flow", 2003. - P. 81-90.
27. Волков В.И. Experimental study of pulse-affected transfer in unsteady packages. Russian Journal of Engineering Thermo-physics. V.9. № 4. 1999.
28. Волков В.И. Гидродинамика потока в зазорах изменяющейся геометрии. Теплофизика и аэро-механика. Том 7, №1. 2000.
29. Волков В.И., Анисимов К.Г., Анисимова Е.А. Измерение давления в зернистых слоях химических реакторов. Заводская лаборатория, диагностика материалов 2000 г, т. 66, №5, с 39-40.
30. Volkov V.I., K. G Anisimov., D.A. Borozdenko, V.V. Konovalov, A.V Motorin The research of spectrum characteristics of flow and pressure distribution in bounded packed bed. Bulgarian academy of sciences instutute of chemical engineering orpheus'2000 5th jubilee workshop on transport phenomena in two-phase flow.
31. Volkov V.I., Dudkin V.I., Yankin E.M. A system approach to organization of two-phase flow in a diesel engine. 6th Workshop on Transport Phenomena in Two-Phase Flow, Bourgas'2001
32. Volkov V.I., Konovalov V.V, Motorin A.V., Borozdenko D.A. The research of distribution a pressure on the section packed bed in transition numbers Reynolds. "6th Workshop on Transport Phenomena in Two-Phase Flow, Bourgas'2001, September 11-16,

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ, ПРОВОДИМЫХ
НА КАФЕДРЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ АГУ

- Bulgaria", Proceedings, Edited by Christo Boyadjiev and Jordan Hristov.
33. Volkov V.I., Dudkin V.I., Yankin E.M. The analysis of engineering systems evolution with two-phase flow. 7th Workshop "Transport Phenomena in Two-Phase Flow", Varna 2002, September 7-12, Bulgaria, Proceedings, pp.39-44
34. Теплообменник / Волков В.И., Рунг В.Ю., Пат. 2107874. Бюлл. №9, 1998.
35. Расходомер/ Волков В.И., Пат. 2104496. Бюлл. №7, 1998.
36. Способ питания дизельного двигателя/ Дудкин В.И., Волков В.И., заявка № 2001119030, дата подачи: 09.07.2001.
37. Форсунка для ДВС/ Волков В.И., Дудкин В.И., Янкин Е.М., заявка № 2001119025, дата подачи 09.07.2001.
38. Клапан/ Волков В.И., Янкин Е.М., заявка № 2001120336, дата подачи 20.07.2001.
39. Топливная форсунка / Волков В.И., Пат. № 2075347, Бюлл. N 8. 1997.
40. Дудкин В.И., Волков В.И., Янкин Е.М. Комплексный подход к анализу эколого-экономических показателей цикла ДВС // Двигателестроение, 2003, №1.- С. 32-35.
41. Волков В.И., Сеначин П.К., Утемесов В.А. Влияние низкочастотных пульсаций на процесс воспламенения воздушно-пылеугольной смеси / Проблемы энергетики. Известия ВУЗов, №3-4, 2000. С.3-8.
42. Волков В.И., Утемесов М.А. Исследование процесса охлаждения высокотемпературного двухфазного потока/ "Инженерно-физический журнал", №5, 2000.
43. Волков В.И. Гидродинамика потока в засыпках изменяющейся геометрии/ Теплофизика и аэромеханика. Том 7, N1. 2000.
44. Volkov V.I. Experimental study of pulse-affected transfer in unsteady packages/ Russian Journal of Engineering Thermo-physics. V.9. N. 4. 1999.
45. Волков В.И., Колмогоров А.И., Кисляк С.М. Прибор для определения параметров двухфазного потока / Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1998. том 64. №2.
46. Волков В.И., Волков М.Ю., Кисляк С.М. Измеритель скорости запыленного потока/ Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1998. том 64. №8.
47. Филиппова Г.Н., Чертищев В.В. Методика расчета прогнозируемой теплопроизводительности коллекторов солнечной энергии с учетом региональных метеоусловий. Проблемы гидродинамики и теплообмена. // Сборник научных трудов, Барнаул: Изд. АГУ, 1999.
48. Чертищев В.В., Филиппова Г.Н. Использование справочных метеорологических данных для расчета теплопроизводительности солнечных коллекторов. Известия Алтайского государственного университета. Серия математика, информатика, физика.1(15) 2000. -С. 98 – 100.
49. Чертищев В.В. Расчет теплотерь из заглубленного межсезонного аккумулятора тепла в одномерном приближении. Проблемы гидродинамики и теплообмена. // Сборник научных трудов, Барнаул: Изд. АГУ, 1999.
50. В.Я. Федянин, М.А. Утемесов, В.В. Чертищев. Автономные системы отопления и теплообеспечения. Деп. ВИНТИ, 28/8-98, № 2717-В98.
51. Федянин В.Я., Утемесов М.А., Чертищев В.В. Устройство для утилизации солнечной энергии-Патент на изобретение RU 2172904.- С2.
52. Федянин В.Я., Утемесов М.А., Чертищев В.В. Расчет баланса энергоавтономного дома. // Теплоэнергетика, 1999, №2.- С.16-20.
53. Плотников В.А. Акустическая диссипация энергии при структурных превращениях в металлических системах. Докторская диссертация, Барнаул, 2000.- 336 с.
54. Плотников В.А., Коханенко Д.В. Особенности акустической эмиссии при мартенситных превращениях в сплаве $Ti_{50}Ni_{40}Cu_{10}$ // Изв. Вузов. Физика, 2000, №11. -С.193-196.
55. Плотников В.А. Акустическая диссипация энергии при распаде пересыщенных твердых растворов // Письма в ЖТФ. 2001. Т.27. №15. - С. 28-52.
56. Плотников В.А. Акустическая эмиссия при нагреве деформированного алюминия // Письма в ЖТФ. 2001. Т. 27. № 5. -С. 27-32.
57. Плотников В.А., Коханенко Д.В. Аномальный акустический эффект при мартенситных превращениях в сплавах на основе никелида титана // Письма в ЖТФ. 2002. Т. 28. № 10. -С.833-835.
58. Плотников В.А. Акустическая эмиссия при отжиге деформированного алюминия // ФММ.
59. Плотников В.А., Коханенко Д.В. Особенности акустической эмиссии при проведении термоупругих мартенситных превращений под нагрузкой в сплавах на основе никелида титана // Изв. вузов. Физика. 2002. № 8. -С. 153-157.
60. А. С. 1420069 СССР. Способ получения покрытий на основе соединения никеля с алюминием / В.Я. Федянин, С.Ф. Дмитриев // Открытия. Изобретения. 1988. №32.
61. А.С. 1603803 СССР. Спеченный материал для электроконтактов / В.Я. Федянин, С.Ф. Дмитриев, Г.С. Белкин, М.П. Леонов, Р.А. Червоненкис // Открытия. Изобретения. 1990. №37.
62. Дмитриев С.Ф. Особенности транспорта при средне- и сильноточном воздействии на смеси порошков Ni+Al на подложке из Al // Проблемы гидродинамики и теплообмена: Сб. научн. статей. Институт теплофизики СО РАН, АГУ. 1999. -С.146-153.
63. Дмитриев С.Ф., Сагалаков А.М. Электрофизические методы исследования неоднородных сред // Экспериментальные методы в физике структурно-неоднородных конденсированных сред: Сб. научн. Трудов II Межд. Научн.-тех. Конф. Барнаул: Изд-во АГУ. 2001. - 47 с.