

Балтийский научно-инженерный конкурс

30 января – 2 февраля 2017 года

Секция: Физика



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ИМПУЛЬСНЫЙ ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ СКАЛЬПЕЛЬ

Лебедева Валерия Олеговна (Московская область, г. Королёв (Юбилейный),
Гимназия №5, 10 класс, кружок «Юный физик – умелые руки»)

Руководитель: Лебедев Владимир Валентинович, доктор технических наук, профессор
Московского государственного строительного университета, руководитель школьного
кружка «Юный физик – умелые руки»

Цель работы заключается в уменьшении и даже полном исключении кровотечения во время медицинских операций с рассечением тканей. Известно множество видов медицинских скальпелей, но они не обеспечивают остановку кровотечений, хирург вынужден применять дополнительные инструменты. Известные лазерные скальпели служат в основном для испарения и выжигания верхнего слоя ткани. Ультразвуковые скальпели основаны либо на поверхностном обугливание ткани, либо на быстрых колебаниях режущего лезвия. В работе предлагается новый способ и устройство для проведения операций с минимальными потерями крови.

Принцип работы устройства основан на последовательных электроискровых разрядах. Длительность электроискрового разряда очень маленькая, оценивается единицами микросекунд, поэтому мощность импульса большая, достаточная для пробоя ткани. Единичный импульс оставляет в пробитой ткани мельчайшее отверстие, до 10 мкм. Одновременно с пробоем ткани происходит её обугливание с остановкой кровотечения. Если последовательность таких отверстий соединить в линию, то получится непрерывный разрез. В этом заключается принцип действия «холодного» электроискрового скальпеля. Недостаток такого инструмента и метода заключается в необходимости двухстороннего доступа к рассекаемой ткани, что не всегда возможно. Для одностороннего доступа к рассекаемой ткани, как у традиционного скальпеля, предложен «горячий» электроискровой скальпель, действие которого основано на стелющемся электроискровом разряде. Для создания этого инструмента была изучена устойчивость электроискровой дуги. Было доказано стабилизирующее действие внешней атмосферы. Затем было предложено усилить стабилизирующее действие внешним диэлектриком. Наконец, было предложено развернуть электрическую дугу на остром клине диэлектрика. В точке разворота электрической дуги наблюдается повышенная температура плазмы. Эта рабочая точка «горячего» электроискрового скальпеля разрезает и одновременно обугливает ткань при одностороннем доступе к области операции. Регулируемая частота импульсов позволяет хирургу выбрать наиболее рациональный режим для конкретной операции, от единичного импульса для рассечения капилляра, до почти непрерывной электрической дуги при полостном разрезе.

В результате работы созданы две действующие модели электроискровых скальпелей. Испытания проводились на неживых тканях: бумаге, полиэтилене, искусственной коже, матерчатой ткани. Последние варианты доказали возможность размещения электронного блока с источником питания в ручке инструмента.

Перспективы развития и совершенствования электроискрового скальпеля связаны с новыми материалами. Например, предлагается заменить диэлектрический клин в «горячем» электроискровом скальпеле с белемнита на титанат бария, то есть на очень сильный сегнетоэлектрик, позволяющий более точно управлять электроискровой дугой.

Принцип действия предлагаемых электроискровых скальпелей показан в авторском видеоролике (<https://youtu.be/nrnT15aU-Y0>).



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ГЕНЕРАЦИИ В НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ НА БАЗЕ КРЕМНИЕВЫХ НАНОПРОВОДОВ И УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР

Михайлова Кристина (Санкт-Петербург, лицей №64, 10 «Б» класс)
Руководитель: Коняхин Сергей, к.ф.-м.н., лаб. нанобиотехнологий СПб АУ РАН

На сегодня основные проблемы энергетики связаны с ограниченностью топливных ресурсов. Решение — применение термоэлектрического эффекта, с помощью которого даже небольшая разница температур между нагретым телом и окружающей средой может стать источником значительного количества электрической энергии. Этот эффект был открыт Зеебком в 1821 году, и состоит в том, что в замкнутой цепи, состоящей из разнородных проводников, у которых различный коэффициент термоэдс S , при разных температурах (холодной стороны – T_c и теплой – T_h) возникает термоэлектродвижущая сила $E = S \Delta T$. На сегодня существуют следующие проблемы: низкий КПД термоэлектрического генератора (ТЭГ) и высокая стоимость материалов. Чтобы увеличить КПД ТЭГ, необходимо уменьшить теплопроводность материала и увеличить электропроводность и коэффициент термоэдс материала. Для решения данных проблем предлагается создать ТЭГ с использованием кремниевых нанопроводов/графеновой пленки, тем самым увеличив его КПД. Цель данной работы — разработка физических основ, численный расчёт параметров и апробация эффективных ТЭГ с использованием нанотехнологий.

Численное моделирование свойств наноструктур было выполнено путем решения уравнений для задач электро- и теплопроводности и нахождения КПД термоэлемента с использованием пакета COMSOL. Для изготовления опытных образцов использовался UHV-CVD на базе Institut d'Electronique Fondamentale, Paris Sud. В будущем планируется создание структур на поверхности ТЭГ. Проведено численное моделирование термоэлектрических характеристик графена [1,2] и нанопроводов [3,4,5]. Было установлено, что нанопровода с шероховатой поверхностью диаметром в 100нм и слои графена 4-20нм, перспективно использовать для создания ТЭГ. Также экспериментально был апробирован метод создания нанопроводов и получены изображения поверхности методом сканирующей электронной микроскопии.

В ближайшее время планируется создание прототипа ТЭГ. Численное моделирование является первым шагом для создания эффективных и простых в изготовлении наноструктур, а создание тестовых образцов позволяет оценить соответствие разработанной модели реально измеряемым величинам.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

РЕЛЬСОТРОН

Пересадько Петр Антонович, Московская обл., г. Жуковский, Гимназия №1 8 класс.

Руководители: Парфенов Константин Владимирович, Доцент ф.ф МГУ, Профессор. Сладков Клим Дмитриевич, студент МГУ.

Цель проекта: создание устройства – ускорителя масс (рельсотрона), использующего в своей основе действие магнитного поля на проводник с током (сила Ампера). Стоит отметить, что в настоящее время, в частности в Америке, ведутся испытания оружия по данной технологии. В наши дни очень быстро развивается освоение космоса, и технологию рельсового ускорителя можно будет применить для разгона спутников или же других объектов для вывода на орбиту или в открытый космос, используя электричество.

Методы, используемые автором: При прохождении тока по двум параллельным проводникам, возникает сила, которая будет либо притягивать их, либо отталкивать (это зависит от направления тока), это значит, что на провод будет действовать сила, это и есть сила Ампера. Если мы положим движущийся снаряд-проводник между двумя параллельными рельсами, то на него тоже будет действовать сила Ампера, а значит, снаряд будет ускоряться. Это принцип действия классического рельсотрона, однако, в процессе испытаний я выяснил что у классического рельсотрона есть несколько минусов. Во-первых, сложно самому изготовить снаряд с очень маленьким сопротивлением при контакте с рельсами, во-вторых, снаряду нужно придать начальную скорость, чтобы он не прикипел к рельсам из-за слишком сильного тока. Исходя из этого, я сделал вторую установку - Плазматрон, в котором в качестве рабочего тела я использую плазму (холодную разряженную плазму). Я получаю плазму из кусочка медного провода (пускаю мощный постоянный ток через него), плазма из-за своей высокой температуры образует высокое давление в стволе, но также плазма является проводником, поэтому на нее тоже действует сила Ампера. Поэтому вторая установка лишена недостатков первой установки.

Основные результаты: Я создал две версии рельсотрона; вывел формулу для расчета конечной скорости снаряда, а также рассчитывал время зарядки, параметры зарядного устройства. Чтобы накопить большой заряд я использовал батарею из конденсаторов, рассчитанных на 300В. Мне удалось накопить 20000мкФ, а это много. Для зарядки конденсаторов я сделал зарядное устройство, работающее от сети переменного тока 220В. Чтобы получить на выходе импульсный постоянный ток, я использовал мощный диодный мост. Для ограничения тока зарядки я взял два шунтированных резистора суммарной мощностью 200Вт. Также для более продолжительного разгона снаряда я поставил катушку индуктивности, которая, накапливая электрическое поле, продлевает время разрядки.

Возможные пути развития: В перспективе, я планирую использовать конденсаторы колоссальной ёмкости, а также сниму процесс выстрела на камеру замедленной съемки, изготовлю снаряд, имеющий маленькое сопротивление при контакте с рельсами. Увеличу масштаб установок.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

УПРАВЛЕНИЕ МОЩНЫМИ ОПТИЧЕСКИМИ СИГНАЛАМИ СЛАБЫМ СВЕТОМ

Полянин Константин Андреевич (Московская обл., г. Сергиев Посад, МБОУ Физико-Математический лицей, 11 класс)

Руководитель: Классен Николай Владимирович, ИФТТ РАН, зав. лабораторией к.ф.-м.н., доцент

Цель работы: Исследовать модуляцию полного внутреннего отражения света путем варьирования свойств материала в приповерхностном слое светом и разработать варианты модулятора сильных световых потоков слабым светом для оптического транзистора.

Тема актуальна для разработки оптических компьютеров, которые должны обладать наилучшим быстродействием из-за распространения сигналов со скоростью света, наибольшими скоростью и емкостью передачи информации из-за высокой несущей частоты и наименьшим энергопотреблением из-за отсутствия переноса зарядов. Имеющиеся электро- и акусто-оптические модуляторы для оптических компьютеров не годятся из-за больших габаритов. Требуются модуляторы типа оптических транзисторов, сопоставимые по характеристикам с электронными аналогами.

Методики экспериментов: Для решения этой проблемы в проекте исследуются возможности модуляции оптических сигналов, сформированных при полном внутреннем отражении (ПВО), посредством регулирования свойств среды в области поверхностных световых волн. Используются два варианта: в первом поверхностные волны формируются при полном внутреннем отражении от поверхности полупроводникового кристалла. Когда с внешней стороны на поверхность действует слабое, но сильно поглощаемое кристаллом оптическое излучение, образуется высокая плотность неравновесных электронов, способная изменить локальные оптические свойства, изменяя интенсивность отраженного луча. Интенсивность отражаемого, но не поглощаемого луча может быть гораздо больше, чем интенсивности света модулирующего, что и обеспечит принцип оптического транзистора. Во втором варианте модуляции ПВО используется механизм его нарушения поглощающими свет наночастицами, находящимися с наружной стороны у отражающей грани. Для большого коэффициента усиления световых сигналов особенно перспективен случай самофокусировки света перераспределением наночастиц. Такая самофокусировка идет только когда интенсивность света превысит пороговую величину. Если интенсивность ниже – самофокусировки нет, если выше (даже не намного) – самофокусировка возникает. Включение слабого модулирующего света вблизи порога создаст самофокусировку и сильную модуляцию оптического сигнала. Для светоотражающих призм в первом варианте использовались полупроводниковые кристаллы сульфида кадмия (CdS) и селенида цинка (ZnSe). Во втором варианте (модуляция наночастицами) использовались стеклянные призмы такой же формы, как в первом варианте. Призмы ориентировались отражающей гранью вверх и на нее сверху наносилась водная суспензия с наночастицами, ослабляющими отражаемый свет за счет поглощения или рассеяния.

Результаты: В первом варианте отражаемый свет создавался красным и зеленым лазерами, а модулирующий – синим. В кристаллах с наличием электронных уровней в середине запрещенной зоны была получена сильная модуляция отраженного сигнала при освещении синим лазером. Во втором варианте наночастицы перераспределялись, вызывая модуляцию, не зависимо от длин волн отражаемого и модулирующего лазеров. В обоих вариантах масштабы модуляции достигали нескольких десятков процентов.

Вывод: Это демонстрирует возможности создания бестоковых оптических транзисторов, минимизация габариты которых определяется длинами волн света, т.е. могут иметь микронные размеры при минимальной плотности энергопотребления.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ИНЕРЦИОННЫЕ ВОЛНЫ ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ ЦИЛИНДРЕ С ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕЙ ЖИДКОСТЬЮ

Поварницын Максим Алексеевич, Вишняков Никита Вячеславович (Пермский край, г. Пермь, МАОУ Средняя общеобразовательная школа №22 с углубленным изучением иностранных языков)

Руководитель: Вяткин Алексей Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры общей и экспериментальной физики Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета.

Изучается структура конвекции тепловыделяющей жидкости во вращающемся горизонтальном цилиндре. Рассматривается случай быстрого вращения в отсутствие масштабной конвекции в полости. Тепловыделение обеспечивается за счет пропускания через жидкость переменного электрического тока. Внешняя цилиндрическая стенка охлаждается. Задача имеет отношение к моделированию конвективных процессов в ядре планеты, хотя и в упрощенной постановке. Вместо сферического слоя выбран цилиндр, а внутреннее тепловыделение обеспечивается не за счет ядерных реакций, как это происходит внутри Земли, а за счет пропускания переменного электрического тока через жидкость. Ось вращения цилиндра располагается горизонтально для создания внешнего периодического силового поля (поле силы тяжести крутится в системе отсчета полости) подобно тому, как Луна действует на Землю. В исследованиях проводимых ранее в той же постановке, обнаружено возбуждение слабой конвекции при быстром вращении цилиндра при сильном стабилизирующем действии центробежной силы инерции.

Экспериментальное исследование проведено в Лаборатории вибрационной гидромеханики Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Экспериментальный стенд представляет собой вращающийся горизонтальный цилиндр с прозрачным одним из торцов, через который проводится наблюдение. С помощью лазера создается световой нож. Полость рассекается световым ножом в поперечном сечении. Скоростная видеокамера фокусируется на световой нож. Далее, проводится PIV анализ для получения профилей скорости в различных срезах.

Обнаружено, что жидкость в системе отсчета полости вращается в ту же сторону, что и полость в лабораторно системе отсчета (опережающее движение жидкости). Вдоль оси профиль скорости опережающего движения значительно меняется. В середине полости (поперечный срез с координатой $1/2L$) максимум скорости локализован у цилиндрической стенки. При перемещении к торцу полости максимум скорости смещается к оси вращения. Наиболее интенсивное опережающее движения наблюдается в срезе с координатой $1/4L$. Показано, что скорость опережающего движения возрастает в областях пересечения срезов инерционными волнами. С понижением скорости вращения n полости максимум скорости опережающего движения значительно возрастает. Это является следствием возрастания интенсивности самих инерционных волн с понижением скорости вращения полости.

Главным выводом работы является установленная связь структуры конвективных течений с инерционными волнами. Результаты являются новыми и требуют дальнейших исследований в этой области.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ИЗУЧЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ДВИЖЕНИЯ СФЕРИЧЕСКОГО ТЕЛА В ВОДЕ

Родионов Михаил Алексеевич (Нижегородская обл., г. Саров, МБОУ Лицей №3, 11 класс)
Руководитель: Родионов Алексей Вячеславович, снс, РФЯЦ ВНИИЭФ

Исследования движения тел в жидкости проводятся в мире уже больше ста лет и не теряют актуальности. Также весьма актуальны исследования внутренних движений в жидкости, например, образование и развитие кольцевых вихрей.

Результаты исследований используются в судостроении, космонавтике, военном деле и т.д. Настоящая работа посвящена исследованию возвратно-поступательного движения шара в воде и является продолжением работ выполненных в 2014-2016 гг. Целью работы является экспериментальное исследование нестационарного движения шарообразного тела в жидкости, внутренних движений в жидкости (включая образование и развитие кольцевых вихрей), а также построение расчетной модели явления.

Для повышения точности измерений экспериментальная установка была построена заново. Она представляет собой сосуд прямоугольного сечения 40×18 см, высотой 30 см, в который наливается вода. Для лучшей воспроизводимости экспериментов создана специальная система сброса шара на основе вакуумной присоски. Чтобы увеличить точность измерений, применена видеорегистрация движения шара. Обработка выполняется с помощью специально написанной программы, которая позволяет получать данные о координате нижней точки шарика относительно начального уровня жидкости. Погрешность измерения таким способом составила ~ 0.1 мм.

Для более подробного изучения внутренних движений воды разработана система визуализации движения жидкости при помощи всплывающих воздушных пузырьков диаметром менее 0.3 мм.

Результаты: Изучено движение шаров с разными значениями плотности. При помощи системы визуализации исследованы внутренние движения в воде, включая образование и развитие кольцевого вихря, следующего за шаром. Создана модель движения шара. Модель позволяет достаточно точно предсказать движение шара в жидкости до высоты сброса 60 мм. Программа моделирования написана в среде программирования Lazarus, а программа обработки написаны автором данной работы на языке программирования C.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ СОЗДАНИЯ БРОНЕЖИЛЕТА НА ОСНОВЕ НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ

Беккер Дмитрий Сергеевич (г. Астрахань, МБОУ «Гимназия № 1», 8 класс)
Руководитель: Ракин Григорий Валерьевич, учитель физики, МБОУ «Гимназия № 1»

Защита человеческого тела от различного оружия является актуальной задачей на протяжении многих веков. Одним из новых решений в области создания бронежилетов может стать броня на основе неньютоновской жидкости. На данный момент в США проводились подобные исследования. По словам американских специалистов, данные бронежилеты по своим характеристикам даже лучше обычных, так как легче по весу и проще в изготовлении. Работу в данном направлении сегодня также ведут польские ученые из Института технологий безопасности Moratex. Жидкая броня от польских специалистов получила обозначение STF — Shear-Thickening Fluid. Пока что польские ученые не торопятся раскрывать точный состав своей жидкости, которая применяется в их бронежилете, но при этом они уверяют, что такой бронежилет в состоянии остановить пулю, которая летит со скоростью до 450 м/с. То есть речь пока идет о пистолетных пулях.

В данной работе применялись теоретический расчёт и экспериментальное исследование. Исследование проводилось на базе школы, для проведения эксперимента использовалась пневматическая винтовка «Hutsun Stricker».

Результаты проведённого нами эксперимента говорят нам о том, что данная гипотеза имеет право на существование. В ходе эксперимента было установлено, что неньютоновская жидкость, изготовленная на основе тетрабоната калия и клея ПВА, толщиной от семи сантиметров способна остановить патрон, выпущенный из пневматического оружия. Теоретические расчёты говорят о том, что также успешно данный вид неньютоновской жидкости может справиться и в случае использования огнестрельного оружия, типа пистолета ПМ. Однако делать какие-либо выводы до получения результатов эксперимента рано.

В ближайшее время планируется проведение испытаний с реальным огнестрельным оружием. Также планируется проведению работ, по улучшению состава самого защитного элемента. Если результаты эксперимента будут успешными, то планируется получение патента.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ИМПЛОЗИИ

Беспалов Дмитрий Сергеевич (Нижегородская обл., г. Саров, МБОУ Лицей № 3, 11А класс)

Руководитель: Мешков Евгений Евграфович, к.ф.-м.н.

Заведующий гидродинамической лабораторией СарФТИ НИЯУ МИФИ

Имплозия – симметрично сходящееся течение. Данное явление сопровождается концентрацией энергии в локальной области. Известным примером эффекта кумуляции энергии в течении имплозивного типа является задача Рэлея о схлопывании полого пузырька в жидкости. В представлениях до момента схлопывания (фокусировки) пузырька – t_f , при малых радиусах r движение границы пузырька является ускоренным и описывается законом $r \sim (t_f - t)^\alpha$ с постоянным показателем α ($0 < \alpha < 1$), причем в приближении несжимаемой жидкости показатель кумуляции α равен 0.4 ($\alpha = 0.4$). Цель настоящей работы – изучение зависимости α от величины h , высоты столба жидкости. Данное исследование позволит расширить сферу использования данной модели, позволит более точно оценить применимость её для изучения явлений, сопряженных с имплозией.

В настоящей работе описаны результаты экспериментального исследования гидравлической модели цилиндрической имплозии [3-6] в виде динамически создаваемого на плоской горизонтальной поверхности жидкого кольца (ограниченного по наружному радиусу жесткой стенкой). При осесимметричном растекании (сплющивании) кольца под действием силы тяжести внутренняя граница возникающего течения симметрично сходится, при этом скорость границы кольца нарастает с уменьшением ее радиуса, демонстрируя явление кумуляции. Схема установки, моделирующей процесс цилиндрической имплозии, приведена ниже.

Подвижная цилиндрическая перегородка (1) стоит на плоском прозрачном дне цилиндрического сосуда (2), заполненного водой до высоты h . При быстром выдергивании перегородки (1) вертикально вверх образуется концентрично сходящееся к оси симметрии течение в виде скачка воды, иллюстрирующее процесс цилиндрической имплозии. Обработка результатов экспериментов производилась с помощью собственноручно написанной программы, позволяющей по серии фотоснимков определить зависимость $r(t)$, коррекция результатов производилась путем ручного измерения радиуса кольца в Paint (производилось измерение радиуса кольца в пикселях).

В результате экспериментального исследования цилиндрической имплозии [6] было получено, что такое течение имеет кумулятивный характер, аналогичный характеру схлопывания полого сферического пузырька.

Также было установлено, что показатель кумуляции α зависит от высоты столба жидкости h , причем данная зависимость не носит линейный характер, как предполагалось ранее. Перспективным направлением изучения модели является выяснение причин отклонения экспериментально полученных α от расчетных начиная с $h = 1.7$ см.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА РЕЗОНАНСНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Билецкая Ульяна Владимировна (Челябинская область, г. Челябинск,
МБОУ Лицей №11, 10 класс)

Руководитель: Красавин Эдуард Михайлович, заместитель директора по научной работе,
МБОУ «СОШ №1», г. Верхний Уфалей.

Вода как субстанция обладает громадной скрытой энергией, которую человечество может использовать для решения самых острых проблем. Энергия в воде заключена не только в химических связях, обеспечивающих соединения атомов, и не столько в них, а в продукте электролиза воды, которым является водород. Водородная энергетика в настоящее время является одним из ведущих и перспективным направлением в области альтернативных энергетических источников. В современное время, актуальным является вопрос о концентрации низко-потенциальной энергии до необходимых термодинамических параметров при синтезе водорода.

Целью работы является разработка и создание экспериментальной ячейки, способной обеспечить водородно-кислородной смесью двигатель внутреннего сгорания. Достижение цели предполагало решение ряда задач: изучить литературу и материалы Интернета по данному вопросу, включая историю создания ячейки Майера; рассчитать геометрические параметры ячейки, исследовать возможности разработки и создания непосредственно самой ячейки; провести экспериментальные исследования эффективности разработанной ячейки. При работе над темой был поставлен широкий круг сложных расчётных и технических задач, от решения которых зависел успех экспериментальной работы.

Метод резонансного электролиза воды является действительно достаточно эффективным для получения топливного газа и использования его в дальнейшем в перспективных энергетических установках; необходимо дальнейшее изучение процессов протекающих при резонансном электролизе, поскольку многие моменты изготовления установки не находят полного объяснения и проверялись только экспериментальным путём; изготовление подобных устройств сопряжено с точными расчётами и высокоточным изготовлением деталей резонансной системы, что доступно далеко не всем и соответственно снижает уровень повторяемости устройства. Проведены предварительные расчёты, возможности использования системы резонансного электролиза в качестве питающей системы для двигателя внутреннего сгорания.

В результате проделанной работы, изготовлена рабочая модель установки и проверены режимы её работы. Экспериментами доказана эффективность метода резонансного электролиза.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ИНЕРЦИОННЫЕ ВОЛНЫ ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ ЦИЛИНДРЕ С ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕЙ ЖИДКОСТЬЮ

Бобриков Иван Сергеевич, Данилов Артём Владимирович (Пермский край, г. Пермь, МАОУ Средняя общеобразовательная школа №22 с углубленным изучением иностранных языков)

Руководитель: Вяткин Алексей Анатольевич, к.ф.-м.н., доцент кафедры общей и экспериментальной физики Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета.

Изучается структура осредненной масштабной конвекции жидкости с внутренними источниками тепла во вращающемся горизонтальном цилиндре. Внешняя цилиндрическая стенка поддерживается холодной. Основной целью работы была апробация PIV методики исследования структуры конвекции. Подбор программных решений, позволяющих проводить пакетную обработку кадров, для предварительной подготовки материала.

Экспериментальное исследование проведено в Лаборатории вибрационной гидромеханики Пермского государственного гуманитарно-педагогического университета. Экспериментальный стенд представляет собой вращающийся горизонтальный цилиндр с прозрачным одним из торцов, через который проводится наблюдение. С помощью лазера создается световой нож. Полость рассекается световым ножом в поперечном сечении. Скоростная видеокамера фокусируется на световой нож. Далее, проводится PIV анализ для получения профилей скорости в различных срезах.

Обнаружено, что в пороге возникновения конвекции в полости возникают продольные валы одной закрутки. Этот результат расходится с классическими представлениями об осредненной тепловой конвекции во вращающихся полостях. Валы в системе отсчета полости вращаются в том же направлении, что и полость в лабораторно системе отсчета. Интенсивность конвективных течений снижается с приближением к торцу полости.

С понижением скорости вращения симметрия продольных валов одинаковой закрутки нарушается. На смену приходят продольные валы термовибрационной природы чередующегося знака закрутки. С дальнейшим понижением скорости вращения валы сменяются вихревыми ячейками, что было обнаружено ранее в [2].

Главным выводом работы является положительная апробация PIV методики для изучения тонкой структуры конвективных течений. Результаты позволяют установить новые особенности осредненной конвекции во вращающихся полостях и требуют дальнейших исследований в этой области.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЯ РАССЕЯНИЯ СВЕТА НА МИКРОЧАСТИЦАХ

Дичина Регина Павловна, Нижегородская обл., г. Саров, МБОУ Лицей №3, 11 класс
Руководитель: Мешков Евгений Евграфович, к.ф.-м.н., заведующий гидродинамической лабораторией СарФТИ НИЯУ МИФИ

При выходе ударной волны на свободную границу конденсированной среды вследствие проявления таких явлений, как откольное разрушение, развитие неустойчивостей на поверхности среды, образуется облако летящих микрочастиц. Это явление было обнаружено во ВНИИЭФ в 50-х годах прошлого века Ф. Григорьевым и С.Б. Кормером. В 70-х годах 20-го века независимо от советских ученых это явление было обнаружено в США Эсеем. Несмотря на длительную историю эти исследования ведутся по сей день как во ВНИИЭФ, так и за рубежом широким фронтом.

В настоящее время для исследования состояния среды с взвешенными частицами широко используются оптические методы измерений. Суть этих методов состоит в том, что среда облучается лучом света и по характеристикам рассеянного излучения определяются параметры среды, такие как скорость движения частиц и их распределение по размерам. Параметры рассеянного излучения зависят от скорости движения частиц, их электромагнитных свойств, размеров, ориентации в пространстве, концентрации. При рассеянии электромагнитного излучения на частицах, в зависимости от угла рассеяния изменяется интенсивность света, его поляризация и длина волны. В настоящее время существует теория рассеяния только на сферических частицах – теория Ми.

Была разработана экспериментальная установка в виде фотометрической полусферы, в фокусе которой помещается исследуемая микрочастица. Наш метод позволяет получать сферические капли или капли растворов солей различной концентрации на тонкой нити (паутине) и проволоках ~10 мкм. В ходе экспериментов также подвешивались стеклянные сферы правильной формы размером 75 мкм, 150 мкм на тонкой нити резинового клея и проволоки 10 мкм. Регистрация излучения, рассеянного от исследуемой микрочастицы осуществлялась путем фотографирования выходных торцов световодов на ПЗС матрицу фотоаппарата Nikon Coolpix 8800 с размером 3264x2448 пикселей. По интенсивности свечения выходных торцов световодов определялась величина рассеянного от микрочастицы излучения в направлениях, соответствующих местоположению на полусфере входных торцов световодов.

Получены экспериментальные данные по рассеянию света на сферических микрочастицах примерно согласующиеся с теорией Ми. Определены основные проблемы, и варианты их решения, для повышения качества экспериментальных данных и проведения дальнейших исследований в этом направлении.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

РАЗРАБОТКА, ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗКИ НА ОСНОВЕ МЕХАНОЛЕГИРОВАННЫХ ГРАНУЛ МЕДИ ДЛЯ АЛМАЗНОГО ИНСТРУМЕНТА

Димитриева Евгения, Малова Инна (Чувашия, г. Чебоксары, МБОУ «Лицей №2», И-11-2)
Руководитель: Лаврентьев Анатолий Генрихович, учитель физики и информатики, МБОУ
«Лицей №2»

Целью нашей работы является разработка связки на основе механолегированных гранул меди без потери физико-механических свойств со снижением ее себестоимости. За последние годы в исследованиях по всей России, в частности в НИТУ «МИСИС», показана принципиальная возможность повышения эксплуатационных характеристик алмазного режущего инструмента для камнеобработки (обработки гранита, бетона и асфальта). Механическое легирование-это получение металлических легирующих порошков длительным смешиванием исходных компонентов в высоко энергетически шаровых мельницах - атритерах для образования частиц, заданного механического состава и структуры. Дисперсно-упрочненный композиционный материал – это композитные материалы, в связующий компонент которых включены армирующие(укрепляющие) элементы в виде специально вводимых частиц. Материал частиц выбирают из ряда наиболее стабильных соединений - оксидов, карбидов, нитридов и т.д. Шихта-смесь исходных материалов, подлежащая переработке в металлургических, химических и других агрегатах.

Мы в своей работе использовали метод порошковой металлургии, а точнее механического легирования, который был заимствован из научных исследований НИТУ «МИСИС». Процесс разработки и получения опытных образцов проходил на базе машиностроительного факультета Чувашского Государственного Университета с помощью различного оборудования: атритера типа пьяная бочка, граммовых весов ВЛР-200, электропечи СНВЭ, прибора Роквелла, вертикальном гидравлическом прессе 2ПГ-50, металлографическом микроскопе Альтами Мет, контейнер для горячего прессования. Все исследования на СЗМ «NanoEducater», который находится в лаборатории на базе нашего лицея.

Опытным путем было получено несколько опытных образцов с различными составами, которые стали основой нашего исследования. Проанализировав конечные результаты, мы выявили образец с составом шихты, который удовлетворяет нашей задаче. То есть была разработана связка на основе механолегированных гранул меди без потери физико-механических свойств со снижением ее себестоимости.

Таким образом, нам удалось получить образцы, которые отвечают всем нашим требованиям и которые имеют высокие физико-механические свойства. Они имели себестоимость на 20-30% меньшую за счет снижения количества введенного олова. Мы смогли повысить технологичность. На данном этапе главной нашей задачей является повторное испытание образцов, которое поможет нам во внедрении данной связки в металлургию вместо стандартной М2-01. В дальнейшем мы планируем не останавливаться на достигнутом и совершенствовать полученные нами результаты.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ГЕРМЕТИЗАЦИЯ ДВИГАТЕЛЯ ИНДУКЦИОННО-МАГНИТНЫМ СПОСОБОМ

Хрусталеv Антон Алексеевич (Санкт-Петербург, ГБ ОУ школа №529, 8 «А» класс)
Руководитель: Логинова Яна Васильевна, учитель физики ГБ ОУ школа №529

Постановка задачи: В наши дни резко встаёт вопрос о герметизации приводной части механизмов, которая часто имеет неприспособленные элементы для данной окружающей среды. Основную проблему составляет герметизация двигателя.

Методы исследования: Есть немного способов герметизации двигателя, но большая часть имеет значительные недостатки. Например, сальниковая герметизация валов-удобный, экономный и недорогой способ загерметизировать двигатель, но данная система выбрасывает смазку в окружающую среду и не держит больших давлений, т.к. в соответствии с ГОСТ 8752-79 сальники для валов должны работать в диапазоне температур от -60 до +1800 С и выдерживать давление до 1 избыточной атмосферы при скорости вращения вала до 20 м/сек при КПД всего лишь 75-85%. В итоге самый лучший способ герметизации двигателя-магнитная муфта. Именно за счет неё достигается абсолютная герметизация процесса, что делает их незаменимыми в высокотоксичных, взрывоопасных производствах и глубоком вакууме. Коэффициент полезного действия магнитной муфты – 95%. Срывы (разрыв магнитной связи полумуфт) при пусках и эксплуатации не влияют на величину крутящего момента. Магнитные муфты могут быть изготовлены для работы со скоростями до 1500 об/мин и давлением до 100 атмосфер, что в 100 раз превосходит конкурентов.

Основные результаты: Что бы доказать, что магнитная изоляция достаточно эффективна, я разработал магнитную муфту и сделал её с помощью ЧПУ. Затем я собрал демонстрационный стенд, включающий в себя двигатель, стабилизированный источник питания с возможностью регулировки тока и напряжения, держатель двигателя, сборку, состоящую из двух элементов магнитной муфты, стоящих соосно оси вращения и с возможностью регулировки расстояния между элементами. Затем я измерил крутящий момент на всевозможных оптимальных расстояниях и скоростях, и с различным количеством магнитных элементов.

Заключение и возможные пути развития: Оптимальными условиями работы для данного механизма является большое количество магнитных элементов, расположенных симметрично; радиально относительно оси вращения. При этом условии КПД зависит от расстояния и практически не зависит от скорости.

Т.к. КПД практически не зависит от скорости, то целесообразно на вал с приёмной части муфты установить понижающий редуктор для того, чтобы крутящий момент был больше. Это позволит делать более силовые конструкции.

Так же желательно изолировать двигатель по вводу энергии. Есть два варианта: залить вход провода и изолировать индукционным способом. Я собрал схему питания системы-парную катушку индуктивности. При работе с ней необходимо определить радиус катушки и количество витков. От этого будет зависеть КПД, ток и напряжение на вторичной обмотке.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ГАЗОВЫЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ УМНОЖИТЕЛЬ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ

Иваненков Максим Александрович, Войтецкий Артем Александрович, (Москва, ГБОУ ЛГК на Юго-Востоке, 11 класс)

Руководители: Костюрина Екатерина Викторовна, МФТИ; Песков Владимир Дмитриевич, д.ф.-м.н., Лаборатория ALICE, CERN, Швейцария

Газовый электронный умножитель представляет собой тонкую, гибкую диэлектрическую пластинку, как правило, выполненной из каптоновой пленки, покрытой с двух сторон медной фольгой, в которой проделано множество сквозных отверстий, причем отверстия имеют форму двойного конуса. При подаче разности потенциалов между металлическими электродами в отверстиях образуется сильное электрическое поле. В итоге, образовавшиеся в газовом промежутке электроны, дрейфуют вдоль силовых линий и фокусируются в отверстиях, в которых под действием сильного электрического поля развиваются электронные лавины.

Необходим GEM для детектирования заряженных частиц и ионизирующих излучений и может применяться в различных областях физики. Как результат - высокий коэффициент усиления, при котором уловить частицы в разы проще. Поэтому мы поставили перед собой цель: собрать GEM, с помощью которого можно будет регистрировать даже самые малозаметные искры и огонь.

Наш проект поможет в выявление очагов пожаров и предотвращение его распространения, как на открытой местности (поля, леса), так и в закрытых помещениях (ангар, склад). Также возможно использование в военных целях. Например, обнаружения противника по выстрелам из разных видов оружия

Мы изучили принцип действия одностороннего детектора с парами этилферроцена и с напылением цезий-йода, GEM и его модификаций: толстый GEM и резистивный GEM. GEM довольно сложен в изготовлении и требует очень аккуратного обращения, он очень боится пробоев. Но зато этот детектор дает наилучшую точность в определении направления источника фотонов (особенно эффективен при использовании линзы).

Вначале мы исследовали односторонний детектор с напыленным CsI (цезий-йодом), после того как мы получили положительные результаты мы предположили, что подобный эксперимент можно провести с GEM и получить пространственную чувствительность. Для нашего эксперимента мы решили взять толстый GEM из-за его устойчивости к пробоям и простоты в производстве (как говорилось ранее). В итоге у нас получился детектор, с помощью которого можно регистрировать огонь и даже очень слабые искры, не видимые человеческому глазу при свете.

В дальнейшем хотели бы собрать детектор, у которого будет пространственное разрешение. Это позволит упростить выявление очагов пожара и обнаружение противника по выстрелам.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

Квантовый визуализатор магнитных полей

Каликсон Алексей Дмитриевич

Антонов Сергей Антонович

Давыдов Вадим Владимирович, кандидат физико-математических наук, Санкт – Петербургский политехнический университет Петра Великого.

Цель работы: создание оптического устройства для исследования структуры силовых линий магнитного поля

Для достижения поставленной цели в работе решались следующие задачи:

1. Обзор методов, применяемых для визуализации силовых линий магнитного поля;
2. Исследование свойств магнитной жидкости для ее использования феррофлюидных ячейках;
3. Разработка метода, позволяющего строить оптическое изображение структуры силовых линий магнитного поля с использованием феррофлюидных ячеек;
4. Разработка и создание экспериментальной установки;
5. Исследование структуры силовых линий магнитных систем различной конфигурации;
6. Сопоставление результатов экспериментальных исследований с результатами

измерения неоднородности магнитного поля датчиком холла и измерителем магнитной индукции Ш-1-1;

Феррофлюидная ячейка изготавливается с использованием коллоидных растворов. Для исследований использовался водный раствор магнитита (объемная концентрация 0.027) поверхностно активным веществом- керосин. Частицы магнитита притягиваются к силовым линиям магнитного поля, образуя в их месте плотную, непрозрачную для лазерного излучения среду. В пространстве между силовыми линиями частицы магнитита после размещения коллоидного раствора магнитным полем отсутствуют. Среда относительно прозрачна для лазерного излучения. Полученную структуру можно рассматривать для падающего на неё лазерного излучения, как диффракционную решетку, период у которой определяется расстоянием между силовыми линиями магнитного поля. В результате прохождения лазерного излучения через такую структуру на экране, расположенном за ней наблюдается диффракционная картина, отображающая период полученной в магнитном поле диффракционной решетки.

Для получения диффракционной картины использовался геле-неоновый лазер ($\lambda=613$ нм) и видеокамера, которая подключена к ноутбуку. Также для получения диффракционного изображения используются тонкие линзы с фокусным расстоянием 15 см.

Полученная диффракционная картина силовых линий позволяет определить степень неоднородности магнитного поля, геометрическое место максимальной индукции магнитного поля (для одиночных магнитов), а также осуществлять настройку магнитной системы для получения максимально однородного магнитного поля в реальном времени. Полученный лабораторный макет визуализатора легко переносится и устанавливается в любой магнитной системе при наличии достаточного расстояния между полюсами для размещения феррофлюидной ячейки и получения диффракционной картины на прошедшем сквозь нее лазерном излучении.

Наиболее востребовано данное устройство для проверки качества изготовления магнитных систем различной конфигурации для спектрометров, томографов, магнитных сепарирующих устройств и тд. Особенно в тех случаях, где степень однородности магнитного поля влияет на результат на точность измерения (спектрометр) или качества выполненного технологического процесс (сепаратор).



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

НОВЫЕ ФАКТЫ О ЭЛЕКТРОФИЗИКЕ БИОСИСТЕМ.

Кудинова Анна Александровна (Московская обл., Сергиев Посад, МБОУ «Физико-математический лицей», 10 класс)

Руководитель: Классен Н.В. , зав. лабораторией оптической прочности и диагностики кристаллов, К.ф.-м.н., доцент, ИФТТ РАН

Задачи: Доказать роль пьезоэлектрического поля целлюлозы и коллагена в процессах питания растений и живых организмов экспериментально и теоретически. На основе полученных результатов разработать полезные модели

Методы: эксперимент, лабораторный опыт, изучение и обобщение, анализ результатов опытов и экспериментов. В качестве оборудования использовались инструменты из школьной лаборатории.

Основные результаты: Первый новый факт о пьезоэлектричестве - формирование электрических потенциалов деформацией ветвей деревьев, стеблей травы и даже побегов комнатных цветов. Такие потенциалы доходили до вольта даже при незначительных деформациях. И наоборот - при приложении к ветвям или стеблям импульсного или синусоидального электрического поля на расстоянии до пятидесяти сантиметров пьезоэлектрическими датчиками в них регистрировались акустические колебания. Пьезоэлектрическая активность входящих в состав человеческого организма биополимеров ДНК и коллагена определялась нами по их переориентировке в водных суспензиях с этими молекулами под действием слабого электрического поля (порядка 100 в/см). Второй факт – неоднородное электрическое поле в водной суспензии с молекулами или наночастицами группирует их в своем минимуме. Это объясняется аномально большой электрической поляризуемостью воды. У всех растворенных в биожидкости компонентов коэффициент поляризуемости намного меньше, поэтому они для понижения электростатической энергии и выталкиваются в минимумы поля. И когда по сосудам растения или животного распространяется волна связанных деформации и электрического поля, она увлекает за собой содержащиеся в биожидкости компоненты питательных веществ. У млекопитающих такие электромеханические волны генерируются в сосудах ударами сердца. И именно в этом состоит в первую очередь функция ударов сердца (а не в проталкивании потока крови через сосуды). В растениях такого рода электромеханические волны (которые у человека называются пульсовыми) возникают при импульсах пьезоэлектрического поля, индуцированных деформациями ветвей или даже листьев под действием ветра. Кроме того, мы обнаружили, что переменное электрическое поле генерируется в листьях и при их освещении.

Заключение: Показана и обоснована роль пьезоэлектрического поля целлюлозы и коллагена в системах живых организмов. На основе этих свойств биополимеров разработана схема энергосберегающего насоса, предложена схема нового типа ветряной электростанции.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ДИАГНОСТИКА ТУМАНОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ МЕТОДОМ ДИФфуЗИОННОЙ АЭРОЗОЛЬНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

Кусакина Ксения Алексеевна (Москва, Специализированный учебно-научный центр (факультет) - школа-интернат имени А.Н. Колмогорова Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, 10 класс)

Руководитель: Желтова Анна Владимировна, студент факультета биоинформатики и биоинженерии МГУ имени М.В. Ломоносова.

Возрастание риска террористических угроз, необходимость обеспечения производственной безопасности на предприятиях пищевой и фармакологической промышленности, борьба с распространением эпидемий, вызывают необходимость разработки высокоэффективных методов диагностики аэрозолей биологических объектов (БО), существующих в окружающей среде в виде мелкодисперсных капель коллоидных растворов БО в воде (далее – туманы). В лаборатории динамики аэродисперсных систем Филиала Акционерного общества «Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский физико-химический институт имени Л.Я. Карпова», начиная с 1932 года, проводятся исследования свойств различных форм аэрозолей (туманы, пыли, дымы).

Цель настоящей учебно-исследовательской работы (УИР) состояла в исследовании динамики туманов ряда непатогенных БО (дрожжи, вирусы, аминокислоты) методом диффузионной спектрометрии аэрозолей.

Для проведения исследований была создана установка на базе диффузионного аэрозольного спектрометра (ДАС), которая включала: а) УЗ-ванну, куда помещали коллоидный раствор БО в воде и осуществляли генерацию туманов БО, б) систему трубопроводной арматуры, по которой происходил транспорт туманов БО, в) рабочую камеру для предотвращения попадания в атмосферу частиц БО, которая содержала ядерные фильтры (ЯФ) со средним диаметром пор 0,2 мкм, сквозь которые пропускали туман БО после измерения. Диагностика состава туманов БО проводилась ежеминутно. В результате исследований были получены временные зависимости изменения размеров и концентрации частиц БО в тумане в области от 5 нм до 10 мкм, которые затем были обработаны с помощью пакета прикладных программ MATLAB.

Исследование туманов, содержащих нано-/микрокапли дистиллированной воды показало, что они характеризуются функцией распределения частиц по размерам (ФРЧ), которая может быть аппроксимирована логнормальным распределением и имеет максимум в области 40 нм. Напротив, исследование тумана дрожжевых микроорганизмов позволяет обнаружить бимодальный характер ФРЧ: помимо максимума в области 150 нм, наблюдается максимум в области от 3 до 5 мкм. Учитывая, что размеры дрожжей составляют 4 – 7 мкм, можно предположить, что природа второго максимума на ФРЧ туманов дрожжей может быть связана с микроорганизмами.

Наномасштабные размеры вирусов (0,2 мкм) и аминокислот требуют проведения дополнительных исследований для объяснения происхождения зарегистрированных ФРЧ. Однако можно отметить, что и в этих случаях наблюдается сдвиг максимума ФРЧ в сторону больших размеров по отношению к туману воды, который в дальнейшем можно использовать для идентификации рассматриваемых БО.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

Разработка технологии синтеза тонкопленочного оксида ванадия методом реактивного магнетронного распыления

Лебедев Никита Кириллович (Россия, Санкт-Петербург, ГБУ ДО ЦДЮТТ «Охта», 11 класс)

Карзин Виталий Валерьевич (педагог дополнительного образования, ГБУ ДО ЦДЮТТ «Охта»)

Задачи:

1. Исследовать спектров разряда при реактивном магнетронном распылении металлической мишени для определения параметров технологического цикла осаждения пленок оксида ванадия; 2. Разработать и изготовить экспериментальный стенд для измерения температурной зависимости проводимости полученных плёнок; 3. Исследовать свойства изготовленных образцов оксида ванадия. Методики исследования:

Теоретический анализ – это выделение и рассмотрение отдельных сторон, признаков, особенностей, свойств явлений. Анализ сопровождается синтезом, он помогает проникнуть в сущность изучаемых явлений; индуктивные методы – это логические методы обобщения полученных эмпирическим путем данных. Этот метод предполагает движение мысли от частных суждений к общему выводу; математические и статистические методы применяются для обработки полученных данных методом эксперимента, а также для установления количественных зависимостей между изучаемыми явлениями. Они помогают оценить результаты эксперимента, повышают надежность выводов, дают основания для теоретических обобщений; изучение литературы дает возможность узнать, какие стороны и проблемы уже достаточно хорошо изучены, по каким ведутся научные дискуссии, что устарело, а какие вопросы еще не решены; особую роль в исследованиях играет эксперимент – специально организованная проверка того или иного метода, приема работы для выявления его эффективности. Собственно эксперимент – проведение серии опытов. Трудности экспериментального метода состоят в том, что необходимо в совершенстве владеть техникой его проведения. Выполненные экспериментальные исследования по распылению ванадиевой мишени в реактивной газовой среде показали, что оптическая эмиссионная спектроскопия (ОЭС) позволяет детально изучать процесс реактивного распыления и определять режимы осаждения. Кроме этого, с помощью ОЭС по состоянию поверхности мишени возможен эффективный контроль самого процесса осаждения пленки. Для контроля необходимо вести наблюдение за интенсивностью линий атомов металла и реактивного газа. В результате были установлены значения основных параметров технологического процесса осаждения пленок оксида ванадия методом магнетронного реактивного распыления на постоянном токе. Установлены значения параметров газовых потоков для осаждения пленок оксида ванадия. На основе спектров отражения изготовленных образцов была рассчитана их толщина, значение которой совпало с результатами эллипсометрии. Анализ спектров пропускания полученных образцов позволил рассчитать ширину запрещенной зоны оксида ванадия. Она составила $E_g = 2.41$ эВ, что полностью совпадает со справочными данными. Исследуя температурную зависимость проводимости пленок различных образцов был выявлен фазовый переход, характерный для оксида V_3O_5 .

Высока научно-практическая значимость полученных результатов. Разработанные параметры технологического процесса дадут возможность беспрепятственно получать высококачественные плёнки оксида ванадия с заданными параметрами. Результаты работы дают возможность провести дальнейшие, более глубокие и сложные исследования данного перспективного материала, а именно использование его в качестве активного элемента СВЧ-приборов, и устройств терагерцового диапазона.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ИЗУЧЕНИЕ ПРОВОДИМОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Сидоренко Вячеслав Витальевич, Шичков Алексей Сергеевич (г. Могилев, Могилевский государственный областной лицей №2, 10 класс)

Руководитель: Вайлапов Виктор Адамович учитель физики, учитель физики и астрономии Могилевского государственного областного лицея №2.

В школьном курсе физики не рассматривается вопрос о проводимости электролитов. Рассматривается только для проводников и, частично, газов. При теоритическом рассмотрении этого вопроса возникли сложности. Внятного теоритического объяснения найти было сложно. Была указана формула для нахождения зависимости проводимости электролитов от температуры, такая же как и у проводников, что вызвало у нас сомнения. В книге А.А.Детлаф и Б.М.Яворский. «Курс физики» мы нашли теоритические основы проводимости и общую формулу ее расчета.

Для нахождения зависимости мы пользовались экспериментальным методом исследования. Для получения данных мы использовали школьное оборудование и обрабатывали полученные результаты в таблицах EXCEL. Мы сделали предположение, что проводимость зависит от температуры в некоторой степени (k). Для нахождения k мы пользовались логарифмической шкалой.

После обработки полученных данных мы получили, что для NaCl и FeCl₃ результаты можно считать равными, а для медного купороса существенно отличался. Причиной является то, что при протекании тока осевшая медь не возвращается в процесс переноса зарядов. Медь – неактивный металл. С учетом погрешности мы получили, что наша степень k равна 5, что указывает на не линейную зависимость. Этого следовало ожидать, так как в наших графиках, построенных не в логарифмической шкале, получалась проводимость равной 0 при температурах -10/-20 градусов Цельсия. Это дает основание предполагать, что линейная зависимость проводимости от температуры может применяться весьма ограничено.

Данная работа показывает возможность определения проводимости электролитов в школьных условиях. Очевидно, что проводимость электролитов от температуры зависит сложным образом. На базе полученных данных, а также дальнейших исследованиях можно определить зависимость проводимости электролитов от величины валентности ионов. При выполнении этой работы был замечен аккумуляторный эффект (у NaCl он был максимальным), что послужит объектом для нового исследования. Данная работа на данный момент имеет больше теоритическое, чем практическое значение, однако в будущем её результаты могут использоваться в различных отраслях, которые имеют отношение к электролитам.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

Автономная химико-механическая обработка поверхности стальных изделий

Суров Василий Андреевич, МО, Хотьково, МБОУ ФМЛ г. Сергиев Посад, 11 класс
Классен Николай Владимирович, зав. Лабораторией оптической прочности и
диагностики кристаллов ИФТТ РАН

Цель работы: разработка новых технологически простых и экономичных методик механического и антикоррозионного упрочнения поверхности сталей посредством ее микродеформации. Актуальность исследования заключается в том, что в современном мире возникает необходимость в применении материалов с улучшенными механическими и химическими характеристиками, но большинство методов создания таких материалов требуют огромных затрат энергии.

Механизм формирования квазипериодического рельефа состоит в том, что первоначально под нажимом шарик (к примеру, шарик в стержне шариковой ручки) утапливается в материал на определенную глубину, а вокруг шарика образуется навал выдавленного материала. При движении шарика зоны утопленного и выдавленного материала сдвигаются вместе с ним. Но при таком перемещении материала вместе с шариком в материале непрерывно идет деформационный процесс, и накапливаются структурные дефекты, которые начинают препятствовать дальнейшему перемещению. Когда величина силы, необходимой для дальнейшего передвижения навала перед шариком, становится равной силе, необходимой для того, чтобы шарик поднялся на гребень навала и переехал через него, навал остается на месте, а движущийся шарик начинает следующий цикл формирования области с увеличенной концентрацией структурных дефектов в окрестности навала. Основной гипотезой исследования является предположение о том, что модулированное легирование приповерхностных слоев упрочняющими атомами будет проходить быстрее в околоснавалых областях, где наблюдается повышенное содержание структурных дефектов. В доказательство основной гипотезы были проведены несколько экспериментов, которые позволили сделать следующие выводы: при изменении режима нагружения или движения скользящего индентора характеристики рельефа меняются, при деформации модельного кристалла йодистого цезия в поляризованном свете наблюдаются линии движения дислокации, с помощью которых и будет происходить перенос инородных атомов в приповерхностный слой.

С помощью разработанной технологии, можно получить в приповерхностном слое особую структуру с улучшенными механическими и химическими свойствами. Разработанная технология способствует увеличению срока службы изделий из стали. Также данная технология способна придать стали, как материалу, новые химические и механические свойства. В ходе исследования было доказано, что разработанная технология позволяет провести моделированное легирование приповерхностного слоя упрочняющими атомами (например, атомами углерода). Кроме этого предлагаемая методика является технологически простой и экономически выгодной. Внедрение молекул тефлона позволило повысить антикоррозионную стойкость.

Мы создали технологию, которая сможет снизить энергозатраты на производство стали с улучшенными механическими и химическими свойствами. Данная технология может применяться прямо на месте постройки объектов, не требуя их демонтажа. Наш метод может применяться в различных отраслях жизни человека: в строительстве, в оборонной промышленности, в машиностроении и так далее.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕРОДНОГО ПОРОШКА, ПРЕДПОЛОЖИТЕЛЬНО СОДЕРЖАЩЕГО ГРАФЕН

Иванов Артём Дмитриевич, Тихомирова Екатерина Алексеевна
Республика Карелия, г. Петрозаводск, МОУ «Университетский лицей», 11 класс

Руководитель: Логинов Дмитрий Владимирович, кандидат физико-математических наук
старший преподаватель ПетрГУ

Графен – новое вещество, обладающее многочисленными полезными и эффективными характеристиками, которому в настоящее время учеными уделяется большое внимание. Материал в настоящее время изучен не до конца, накопление знаний о его структуре позволит исследователям создавать новые вещества на базе графена с уникальными физико-химическими свойствами. Исследования методами рентгеновского анализа помогают выявить особенности структуры исследуемых материалов, что важно для определения его свойств, а значит и сферы его использования.

Целью работы является проведение рентгенографических исследований и компьютерное моделирование углеродного порошка, предположительно содержащего графен, а также сделать вывод о его возможном присутствии. Из цели вытекают следующие задачи: провести рентгенографический эксперимент, проанализировать рентгенограмму исследуемого образца, рассчитать характеристики ближнего порядка, выполнить компьютерное моделирование и сделать вывод о присутствии в образце графена.

В ходе выполнения работы, были изучены методики подготовки образцов для проведения рентгенографического эксперимента, выбраны условия рентгенографирования, проведено компьютерное моделирование, рассчитаны характеристики ближнего порядка. Исследуемый образец был синтезирован специалистами НИЦ «Курчатовский институт» Рентгенографирование проводилось на дифрактометре ДРОН-6 в MoK α - излучении. Для расчета характеристик ближнего порядка был использован программный комплекс X-Ray, разработанный на кафедре физики твердого тела Петрозаводского государственного университета. В его основе лежит метод Уорена-Финбака.

На кривой $I(s)$ присутствует максимум в области 1.75Å^{-1} , который характерен для отражения (002) на рентгенограмме графита. Наличие данного отражения может свидетельствовать о присутствии в образце плоскопараллельных слоев графена или остатков исходного вещества (графит) после синтеза. На рентгенограмме присутствует размытый максимум в интервале s от 0.5 до 2Å^{-1} , который обусловлен, согласно литературным источникам, наличием в образце углеродных наноматериалов. Анализ характеристик ближнего порядка и результатов компьютерного моделирования показал, что структура исследуемого образца подобна структуре графита, но в ней могут присутствовать дефекты в виде вакансий в графеновых слоях, а также возможно присутствие атомов в межсеточном пространстве. Возможно незначительное искривление графеновых слоев. В образце с большей вероятностью присутствуют плоские слои, и конфигурации, состоящие из двух и более слоев. Слои смещены друг относительно друга.

В дальнейшем, планируется произвести более детальное компьютерное моделирование, которое позволит выявить другие особенности строения образца.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

Модель электромагнитного ускорителя масс.

Балаян Роман Каренович (Нижегородская обл., г. Нижний Новгород, Лицей 40, 9В класс)
Круглов Дмитрий Александрович (Нижегородская обл., г. Нижний Новгород, Лицей 40, 9В класс)

Топков Никита Сергеевич (Нижегородская обл., г. Нижний Новгород, Лицей 40, 9В класс)

Смирнов Андрей Александрович, учитель физики, Лицей 40.

Исследование механических свойств электромагнитного ускорителя масс, его частного случая – пушки Гауса, дальнейшего повышения КПД установки и влияния на КПД механических свойств узлов устройства. Рассмотрение возможности применения ЭМУ для запуска легких спутников на орбиту. Электромагнитный ускоритель масс (ЭМУ) - один из проектов оружия XXI века. Arduino — марка аппаратно-программных средств для построения систем автоматики и робототехники. Кинетическая энергия — скалярная функция, являющаяся мерой движения материальной точки и зависящая только от массы и модуля скорости материальных точек, образующих рассматриваемую физическую систему. Возможность увеличения КПД ЭМУ для дальнейшего использования установки в качестве оружия/спутника.

Реализация нескольких катушек, рассчитанных под различные диаметры снарядов при помощи специализированной программы. Имелось 4 вида снарядов, для каждого из которых был произведен расчет параметров катушки - число витков, количество слоев намотки, диаметр направляющей. Для каждой катушки произведены ходовые испытания, в результате которых опытным путем выбрана наиболее эффективная для исследования модель, характеризующая наилучшими кинематическими характеристиками производимого выстрела. Большая часть исследования проведена в домашних условиях, однако использовались и школьные кабинеты. Программным обеспечением служил микроконтроллер Arduino.

Основным достижением данного исследования является создание опытной модели ЭМУ и повышения его КПД от 2% до 13-15%. Достижением является доказательство возможности использования ЭМУ в качестве средства запуска спутников.

Возможность создания технологичных и современных видов оружия и устройств для запусков спутников. Возможно использование ЭМУ в качестве транспортных средств, ускорители частиц, движители аппаратов.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ НАГРЕВА ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КАРБИДА КРЕМНИЯ

Зобачева Полина Викторовна (Мурманская обл., г. Мурманск, Мурманский политехнический лицей, 10 класс)

Руководитель: Власов Анатолий Борисович, доктор физико-технических наук, профессор кафедры «Электрооборудование судов» МГТУ.

Для научных и практических задач необходимо проводить бесконтактный анализ быстропротекающих тепловых процессов в различных телах при их импульсном нагреве.

Целью исследования является анализ особенностей нагрева полупроводниковых структур и испытания варисторов (нелинейных резисторов на основе карбида кремния) с помощью тепловизора.

Использовались электрофизические методы исследования, с помощью которых определялись различные параметры полупроводникового материала.

В ходе работы были разработаны различные установки для исследования свойств варистора; получены вольтамперные характеристики низковольтных и высоковольтных варисторов, произведены расчеты ширины запрещенной зоны полупроводника; анализ неравновесных тепловых процессов в структуре элемента.

Комплексное исследование электрофизических свойств полупроводникового материала, в том числе с помощью тепловизионной техники позволяет детально изучить свойства готового изделия на основе карбида кремния. В частности, возможно оперативный анализ тепловых характеристик различных образцов в партии варисторов.

В ходе работы применялись пособия по лабораторным практикумам для студентов технических специальностей.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ИЗУЧЕНИЕ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ ТЕЛЕФОНОВ И ЕГО СООТВЕТСТВИЕ САНИТАРНЫМ НОРМАМ

Рублев Илья Андреевич (Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение гимназия №73 «Ломоносовская гимназия» Выборгского района Санкт-Петербурга, 11 класс)
Руководители: Девяткин Александр Михайлович, профессор, доктор технических наук, начальник факультета специальных информационных технологий Военно-космической академии имени А. Ф. Можайского; Хазиева Ольга Михайловна, учитель физики ГБОУ гимназии № 73 «Ломоносовская гимназия»

Понимание негативного воздействия электромагнитного излучения пришло достаточно давно. Однако в настоящее время проблемная ситуация заключается в том, что исследование влияния на человека радиоизлучения от мобильных телефонов до конца не изучено, а мобильных средств коммуникации становится всё больше и больше. Кроме того, существуют различия в подходах к оцениванию вреда излучения мобильного телефона в Западных странах и в России. При этом в РФ нормирование по излучению осуществляется с использованием плотности потока энергии, а зарубежные производители телефонов используют другую величину – SAR. В интернете имеется большое число результатов измерения SAR мобильных телефонов, в то же самое время, результатов измерения значений плотностей потоков энергии излучения мобильных телефонов практически нет. Актуальность работы обусловлена увеличением интенсивности воздействия радиоизлучения на человека из-за тотального использования мобильных телефонов. В своей работе мы поставили задачу изучить радиоизлучение современных мобильных телефонов и его соответствие санитарным нормам, принятым в России.

В первой части работы мы изучили теоретический материал по теме «Радиоизлучение», проанализировали основные подходы к нормированию предельно допустимых воздействий излучения на человека, изучили медицинские аспекты влияния электромагнитного излучения на человека. Во второй части работы мы сначала провели теоретические оценки уровня излучения мобильных телефонов и пришли к выводу что при сделанных допущениях предельно допустимые уровни плотности потока энергии радиоизлучения мобильных телефонов значительно превышают нормы, принятые на территории РФ. Далее в лаборатории ВКА им. Можайского был собран экспериментальный стенд для оценивания уровней радиоизлучения некоторых моделей мобильных телефонов (для измерения значений плотности потока энергии использовался анализатор спектра радиосигнала Agilent E440313).

В ходе работы, изучив научную медицинскую литературу, доказали, что мобильный телефон оказывает существенное неблагоприятное воздействие на организм человека, особенно на детский. В результате эксперимента, изучив и измерив излучение нескольких моделей современных мобильных телефонов мы пришли к выводу, что некоторые из них в определённой ориентации превышают ПДУ, принятые на территории России, а также, что удаление телефона от тела приводит к ослаблению плотности потока.

Учитывая высокий процент использования мобильной связи всеми группами населения и невозможность отказаться от нее в современном мире, очень важно активно информировать людей о способах снижения уровня потенциально вредного излучения, в том числе, обучать детей правильному обращению с мобильным телефоном, что безусловно может быть существенно для поддержания здоровья нации.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

МАТЕРИАЛЫ ПРИ КРИТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Шибакowa Софья Дмитриевна, Челябинская область, г. Челябинск, МАОУ «Лицей №97 г. Челябинска», 10 класс

Таскаев Сергей Валерьевич, д.ф.-м.н., доцент, декан физического факультета ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

Основной задачей, поставленной в работе, было изучение влияния интенсивных пластических деформаций, осуществляемых методом направленного взрыва ВВ (взрывчатого вещества) на формирование магнито жестких свойств в перспективных наноструктурных редкоземельных и безредкоземельных системах для производства постоянных магнитов на их основе. Фундаментальная значимость работы заключается в поиске новых высокоанизотропных фаз и модификации магнитных свойств воздействием высоких давлений, путем создания в них наноструктурного состояния, необходимого для реализации высоких значений коэрцитивной силы и остаточной намагниченности. Основные понятия: магнитная анизотропия – это зависимость магнитных свойств от направления намагниченности, энергетическое произведение – это $(BH)_{\max}$ основная характеристика постоянного магнита.

В данном исследовании были использованы следующие методы: электронная микроскопия, рентгенография и оптическая металлография, метод рентгеноструктурного анализа, методом дуговой и индукционной, а также проводился библиотечный поиск научных материалов по теме работы. В ходе выполнения, была разработана схема заряда, позволяющая создать объемный взрыв со сферической ударной волной, сходящейся к центру заряда, были синтезированы материалы систем Fe-Ni и Fe-Co, также разработана и апробирована методика взрыва и последующей сепарации полученного материала. Все исследования проводились в лабораториях физического факультета ЧелГУ.

В итоге был получен образец (фрагменты образца) в метастабильном состоянии. Свойства полученного образца(ов) будут измеряться на SQUID PPMS в полях до 14Т в 2017г. Необходимый минимальный объем обработанного материала для измерений – несколько микрограмм. Полученных образцов вполне хватит для проведения всех необходимых исследований.

В ходе работы были проведены эксперименты по синтезу ферромагнитных материалов в условиях использования взрывчатого вещества, которые проводятся впервые в мире, в связи с этим, в дальнейшем, будут проводиться поисковые исследования по влиянию взрывов различной энергии на указанные составы с целью поиска высокоанизотропных магнитных фаз. Основной областью применения является энергетика.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МИГРАЦИИ ПЕСЧАНЫХ ДЮН В НЕРАВНОМЕРНО ВРАЩАЮЩЕМСЯ ЦИЛИНДРЕ С ЖИДКОСТЬЮ

Ширинкина Елена Евгеньевна (г. Пермь, МБОУ Гимназия №11 им. С.П. Дягилева, 10 класс)
Руководители: Полежаев Денис Александрович, кандидат физико-математических наук, декан физического факультета, Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет; Занина Елена Леонидовна, учитель физики, МБОУ Гимназия №11 им. С.П. Дягилева.

Экспериментально изучается дрейф песчаных дюн в неравномерно вращающемся горизонтальном цилиндре с жидкостью. Интерес к изучению дрейфа песчаных дюн обусловлен геофизическими и прикладными приложениями: эрозия почвы, перемещение песчаной подложки на морском дне или в пустыне происходят под действием течения жидкости или воздушных потоков. При этом перемещение песчаных дюн может оказывать существенное влияние на биологическую активность на дне рек и морей, а также быть причиной изменения фарватеров.

В предлагаемом исследовании генератором движения жидкости относительно поверхности песка является неравномерное вращение: в лабораторной системе отсчета жидкость совершает равномерное (твердотельное) вращение почти во всем объеме цилиндра за исключением тонких слоев вблизи поверхности песка. Как следствие, в системе отсчета неравномерно вращающейся полости жидкость совершает колебательное движение вблизи покоящегося песка. Это колебательное движение вызывает формирование рельефа на поверхности песка в виде дюн, ориентированных вдоль оси вращения.

Эксперименты по изучению дюнообразования проведены в научно-исследовательской Лаборатории вибрационной гидродинамики ПГГПУ. В работе используется серводвигатель под управлением цифровой лаборатории для создания неравномерного вращения полости с жидкостью и зеркальная цифровая фотокамера с дистанционным управлением для фиксации положения дюн в течение длительного периода времени.

На начальном этапе исследований был обнаружен эффект миграции дюн под действием осциллирующего потока жидкости. Было показано, что в зависимости от частоты и амплитуды колебаний жидкости возможно существование прямого (в направлении вращения) или обратного (в противоположном направлении) дрейфа песка. В настоящей работе проведен анализ полученных результатов и предложена физическая модель, объясняющая прямую миграцию дюн. Предполагается, что преимущественное перемещение песка в направлении вращения связано с неодинаковостью центробежной силы инерции в различные фазы колебаний полости. При этом миграция дюн в направлении, противоположном вращению полости, требует дополнительного рассмотрения.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС

Санкт-Петербург, 30 января - 2 февраля 2017 года

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ШАРОВОЙ МОЛНИИ

Шкадаревич Дмитрий Алексеевич (Минск, Лицей Белорусского государственного университета, 10 класс)

Руководитель: Ильютенко Олег Алексеевич, старший преподаватель факультета радиопизики и компьютерных технологий Белгосуниверситета.

В работе рассматриваются вопросы взаимодействия электрических полей высоких напряженностей с различными средами, рассматриваются результаты экспериментов с получением электрических разрядов в атмосфере.

1. Влияние на величину пробойного напряжения влажности атмосферы

Опыты проводились на промышленной установке, используемой для сертификации электронных изделий на соответствие «СЕ стандарту».

Используемая установка обеспечивает напряжение до 16 кВ и возможность плавной регулировки расстояния между электродами. Влажность атмосферы менялись с помощью увлажнителя

Получены численные зависимости пробойного напряжения от расстояния между электродами для сухого и влажного воздуха. Показано, что наличие в атмосфере высокой концентрации водяных паров существенно упрощает процесс возникновения электрического разряда (молнии).

2. Определение условий возникновения самостоятельного электрического разряда в замкнутых объемах

Опыты проводились в газоразрядной лампе, наполненной криптоном с давлением 0.5 атмосфер.

Получены фотографии возникающего разряда в зависимости от приложенного напряжения. Зигзагообразная форма разряда напоминает процессы возникновения молнии.

3. Электрические разряды в атмосфере в сильных оптических полях

Световая волна имеет электрическую и магнитную составляющую. При повышении плотности мощности, напряженность электрического поля световой волны может достичь пробойного значения, что сопровождается возникновением электрических разрядов. Получены фотографии разрядов в зависимости от плотности лазерного излучения.

4. Получение локализованных объемов плазмы с помощью СВЧ излучения.

Эксперименты проводились в атмосферных условиях в СВЧ печи с мощностью излучения до 900Вт. Исследовалась зависимость возникновения локализованного объема плазмы от мощности электромагнитного излучения. Были получены фотографии возникающего электрического разряда на электродах из графитового стержня в замкнутом объеме, ограниченным термостойким стеклом. Форма разряда напоминает шаровую молнию.

Выводы: Результаты исследований показывают, что электрический пробой сред зависит от состояния среды, положения электродов.

Анализ результатов проведенных исследований по прожигу сред показывают, что воздушная среда имеет довольно растянутый диапазон пробивных значений напряженностей электрического поля. Существенное значение при этом имеет состав среды, наличие влаги. форма электродов и т.д.

Выполненные опыты указывают на наличие многообразных процессов возникновения электрических разрядов в атмосфере и позволяют анализировать и моделировать различные процессы происходящие при взаимодействии электромагнитного поля с веществом, позволяют глубже понять некоторые процессы возникновения шаровой молнии.