



Научные разработки в области создания новых материалов и машиностроения

ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»

Содержание

Для перехода на выбранную разработку нажмите по заголовку на слайде «Содержание»



Технология

1. Технология получения графена в результате термического восстановления оксида графена
2. Технология поверхностного упрочнения металлов в результате наноуглеродного покрытия с последующей обработкой высокоэнергетичными источниками
3. Методика и опытный образец прибора для входного контроля механических свойств материалов
4. Технология получения нитинола при аддитивном электронно-лучевом формообразовании
5. Технология диагностики комбинированных сварных соединениях сталей перлитного и аустенитного классов
6. Методика выявления межкристаллитной коррозии в аустенитных сталях методом акустической эмиссии

Программно-аппаратный комплекс

1. Программно-аппаратный комплекс Digital Image Correlation для проведения механических испытаний различных материалов и изделий
2. Программный комплекс «Справочно-аналитическая система AI TermoMet» со значениями коэффициента высокотемпературной термоЭДС
3. Программно-аппаратный комплекс для испытания фотограмметрических систем измерения формы поверхности и деформации

Содержание

Для перехода на выбранную разработку нажмите по заголовку на слайде «Содержание»



Технологии функциональных покрытий

1. Композиционные материалы и покрытия по металлу на изделиях химической, машиностроительной и авиационной техники
2. Коррозионностойкие и антифрикционные покрытия
3. Термобарьерные и жаростойкие покрытия на лопатках газовых турбин и элементах камеры сгорания
4. Покрытия для повышения эрозионной стойкости рабочих лопаток паровых турбин

Устройства

1. Оптическая система пресеттера
2. Оборудование для электронно-лучевой сварки на промышленных предприятиях
3. Прецизионная установка электронно-лучевой сварки
4. Многодвигательный гистерезисный электропривод технологических машин по выпуску текстильных волокон и нитей
5. Фотограмметрическая система измерения формы и деформации поверхности

Национальные проекты технологического лидерства (НПТЛ)



«**Новые атомные и энергетические технологии**» – энергетика. Направлен на расширение присутствия России на международном рынке атомных и смежных разработок, поставки отечественного оборудования предприятиям ТЭК.



«**Беспилотные авиационные системы**» – роботы и беспилотники. Включает разработку и серийное производство БАС и комплектующих, развитие необходимой инфраструктуры.



«**Промышленное обеспечение транспортной мобильности**» – транспорт. Нацелен на поддержку производства самолётов и вертолётот, судов и судового оборудования, инновационного транспорта, а также кадровое обеспечение развития транспорта.



«**Средства производства и автоматизации**» – промышленность. Включает в себя федеральные проекты по развитию станкоинструментальной промышленности, промышленной робототехники и автоматизации производства, литейного и термического оборудования.



«**Новые материалы и химия**» – материалы. Запланировано создание новых производств и центров компетенций, увеличение добычи дефицитного сырья, развитие технологий.



«**Развитие многоспутниковой орбитальной группировки**» – космос. Предусмотрено увеличение числа космических аппаратов, достижение независимости в космических сервисах и услугах.

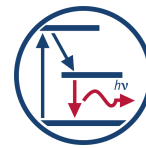
Оптическая система пресеттера



[Вернуться к содержанию](#)

Кафедра ФФ

Оптическая система пресеттера

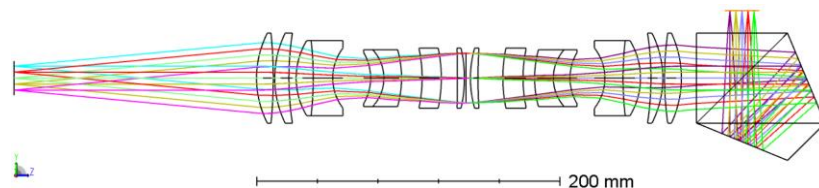


Сведения о *планируемом* проекте

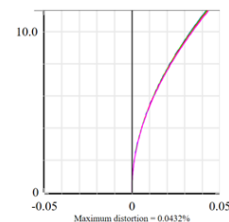
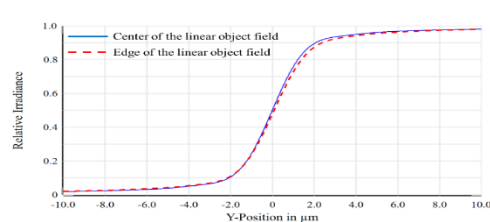
Назначение: объектив служит для формирования изображения - теневой проекции детали. Предназначен для комплектации пресеттеров - приборов, используемых для точной настройки и измерения линейных и угловых размеров инструмента непосредственно на станках.

Технические характеристики: линейное поле зрения 16 мм × 16 мм, рабочее расстояние 160 мм, фокусное расстояние 190 мм, увеличение 1[×], дисторсия на краю поля 0,04%.

Научная новизна: разработанный объектив является бителецентрическим, с увеличенным, по сравнению с аналогами, передним отрезком.

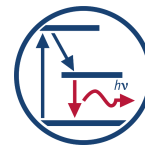


Оптическая схема симметричного бителецентрического объектива с пентапризмой. В расчете использованы отечественные марки стекол из каталога ЛЗОС



Функция размытия края (слева) и график дисторсии (справа)

Оптическая система пресеттера

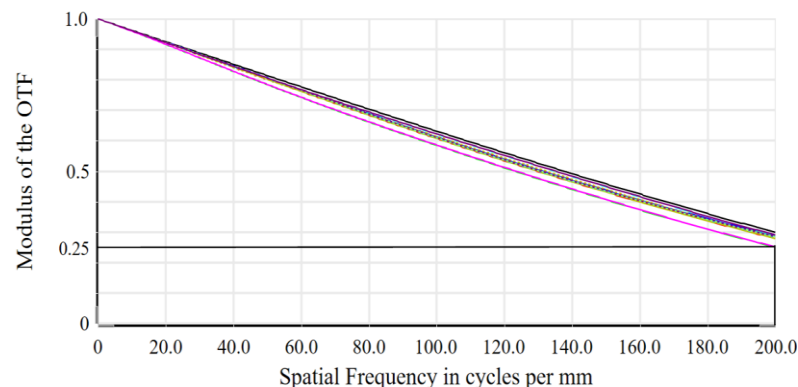


Потенциальное применение

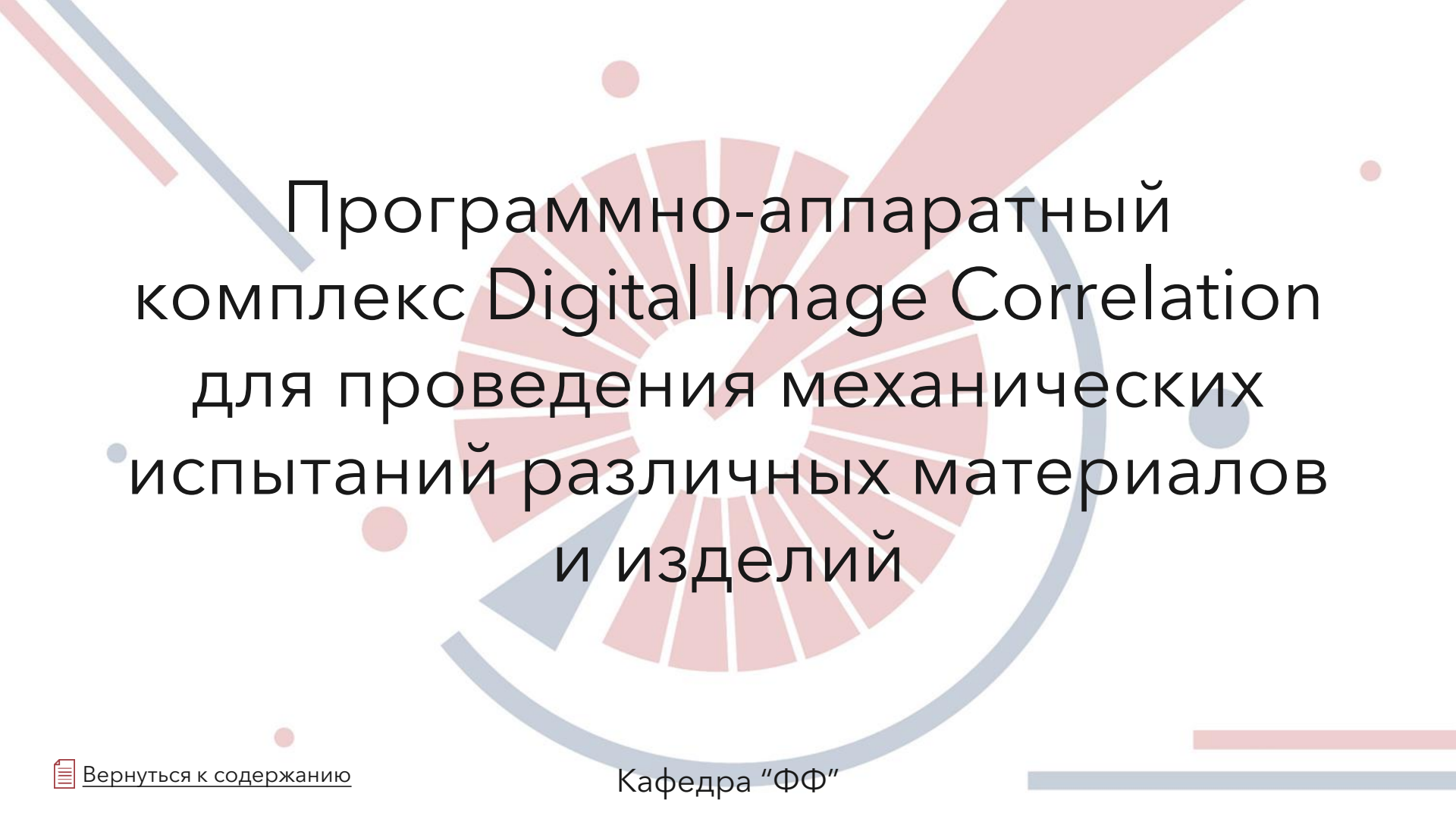
Уровень готовности (TRL 4): рассчитана оптическая система симметричного бителецентрического объектива, дающего изображение дифракционного качества совместно с пентапризмой. Выполнен расчёт допусков.

Эффекты от внедрения: применение разработанного и аналогичных объективов позволит создать конкурентноспособные отечественные пресеттеры и подобные им измерительные установки, которые смогут заменить дорогостоящие японские пресеттеры.

Основные заказчики: ПАО «Красногорский завод им. С.А. Зверева», АО «ЛОМО», АО «Новосибирский приборостроительный завод» и другие предприятия оптико-механической и приборостроительной промышленности



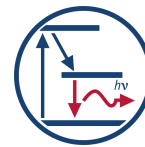
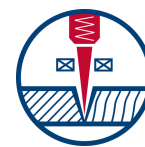
Функция передачи модуляции для различных полевых углов

The background features a large, light blue spiral that starts from the center and expands outwards. Overlaid on this spiral are several geometric elements: a series of red and blue radial lines, a few small red and blue circles, and some larger, faint geometric shapes like a triangle and a rectangle. The overall aesthetic is modern and technical.

Программно-аппаратный комплекс Digital Image Correlation для проведения механических испытаний различных материалов и изделий



Программно-аппаратный комплекс Digital Image Correlation для проведения механических испытаний различных материалов и изделий



Сведения о *планируемом* проекте

Назначение: отечественный ПАК для проведения механических испытаний различных материалов и изделий.

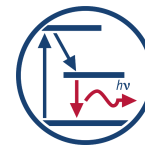
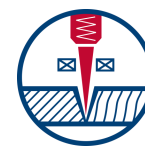
Технические характеристики: разрабатываемый ПАК позволит измерять поля деформаций на поверхности образцов при их механических испытаниях. ПАК должен реализовать метод Digital Image Correlation, который де-факто является стандартным методом бесконтактного оптического измерения деформаций во время проведения механических испытаний материалов и изделий. ПАК позволит восстанавливать поля 2D и 3D деформации образцов, измерять модуль Юнга, коэффициент Пуассона и другие величины.

Научная новизна (уникальность): разработка отечественного ПАК реализующего метод измерения Digital Image Correlation.



Запись изображений поверхности образца во время испытания на скорость роста трещины

Программно-аппаратный комплекс Digital Image Correlation для проведения механических испытаний различных материалов и изделий

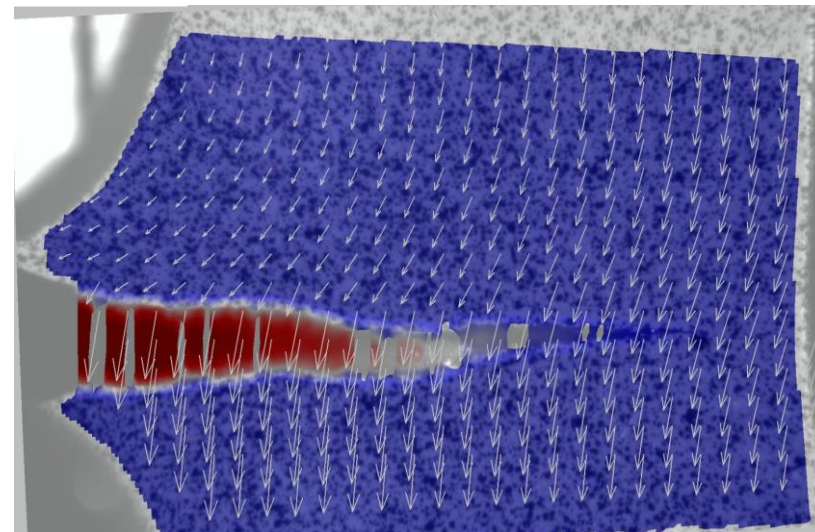


Потенциальное применение

Уровень готовности (TRL №4): кафедра имеет большое количество наработок по созданию ПО и ПАК, основанных на работе с цифровыми видеокамерами, калибровке камер, измерениям трехмерных поверхностей, а также имеет опыт работы с зарубежными системами Digital Image Correlation.

Эффекты от внедрения: система позволит уменьшить зависимость от зарубежного оборудования и уменьшить стоимость проведения механических испытаний.

Основные заказчики: АО «ОДК», АО «Силовые машины», ЦИАМ им. П.И. Баранова, ЦАГИ им. проф. Н. Е. Жуковского, НИЦ «Курчатовский институт», ЦНИИ КМ «Прометей» и другие предприятия занимающиеся механическими испытаниями материалов и изделий.



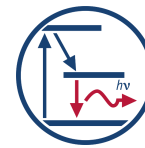
Пример измеренных полей смещений и деформаций с применением Digital Image Correlation во время испытания на скорость роста трещины



Программно-аппаратный комплекс для испытания фотограмметрических систем измерения формы поверхности и деформации



Программно-аппаратный комплекс для испытания фотограмметрических систем измерения формы поверхности и деформации



Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: программно-аппаратный комплекс предназначен для испытания и калибровки фотограмметрических систем измерения формы поверхности и деформации.

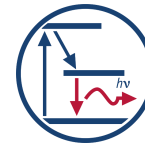
Технические характеристики: комплекс определяет погрешность измерения деформаций амплитудой 20 мм на поверхности площадью 380×380 мм². Обеспечивает дискретность 0,5 мм по горизонтали и вертикали, 0,001 мм по высоте с погрешностью не более 0,075 мм.

Научная новизна: Реализован новый метод испытаний фотограмметрических систем через прямое сравнение результатов измерений с эталонными данными, получаемыми альтернативным методом.



Программно-аппаратный комплекс для испытания фотограмметрических систем измерения формы поверхности и деформации.

Программно-аппаратный комплекс для испытания фотограмметрических систем измерения формы поверхности и деформации

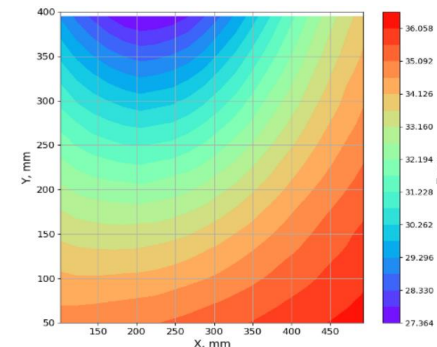
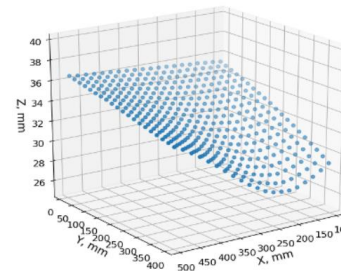


Потенциальное применение

Уровень готовности (TRL №6): Комплекс представляет собой готовый аппаратно-программный продукт с определенными техническими характеристиками.

Эффекты от внедрения: использование комплекса значительно упрощает разработку и апробирование новых методов диагностики деформаций. Обеспечивается эффективное усовершенствование существующих алгоритмов и методов фотограмметрических измерений.

Основные заказчики: предприятия машиностроения и авиакосмической отрасли, использующие системы контроля деформаций в производственных процессах.



Результаты измерения деформации поверхности фотограмметрическим методом



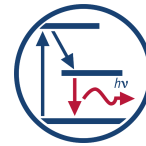
Фотограмметрическая система измерения формы и деформации поверхности



[Вернуться к содержанию](#)

Кафедра "ФФ"

Фотограмметрическая система измерения формы и деформации поверхности



Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: фотограмметрическая система предназначена для бесконтактного измерения формы и деформации поверхности различных объектов с использованием метода корреляции фоновых изображений.

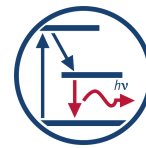
Технические характеристики: система обеспечивает измерение смещений с вертикальной амплитудой от 0,5 мм до 100 мм на площади от 90 см² до 350 см² с относительной погрешностью не более 3%. Экспериментальная установка включает две цифровые камеры и компьютер с современными алгоритмами обработки изображений.

Научная новизна: система основана на современном оптико-телевизионном методе корреляции фоновых изображений (МКФИ) с применением цифровой обработки изображений.



Экспериментальная установка фотограмметрической системы измерения формы и деформации поверхности на основе метода корреляции фоновых изображений

Фотограмметрическая система измерения формы и деформации поверхности



Потенциальное применение

Уровень готовности (TRL №4): система готова к практическому применению и проведению натурных экспериментов.

Эффекты от внедрения: использование системы позволяет проводить высокоточные измерения деформации и формы поверхности с малой погрешностью. Обеспечивается возможность мониторинга объектов в режиме реального времени без физического контакта с исследуемой поверхностью.

Основные заказчики: ПАО «Северсталь», ПАО «ММК» и другие промышленные предприятия, проводящие испытания материалов и конструкций.

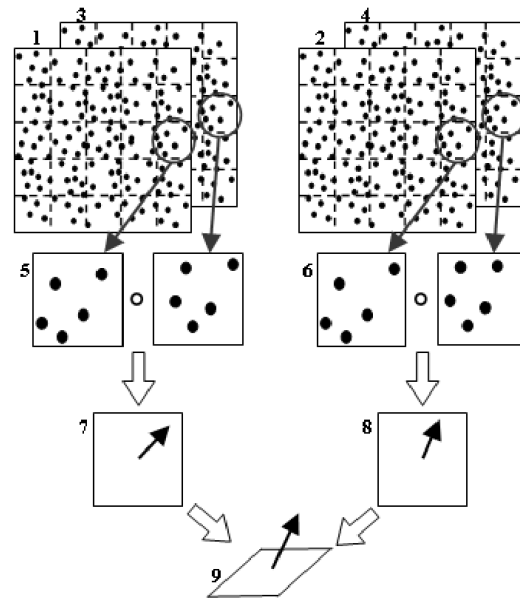
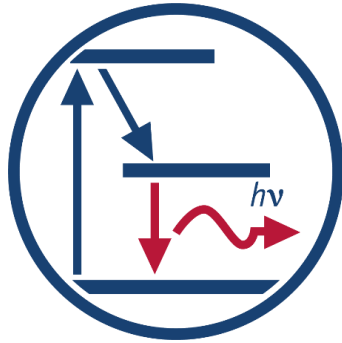
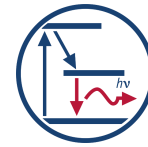


Схема алгоритма метода корреляции фоновых изображений (МКФИ) для определения деформаций поверхности



Кафедра физики им. В.А. Фабриканта

Заведующий кафедрой

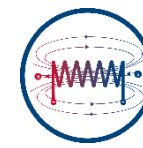
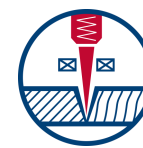
Скорнякова Надежда Михайловна



Технология диагностики комбинированных сварных соединениях сталей перлитного и аустенитного классов



Технология диагностики комбинированных сварных соединений сталей перлитного и аустенитного классов



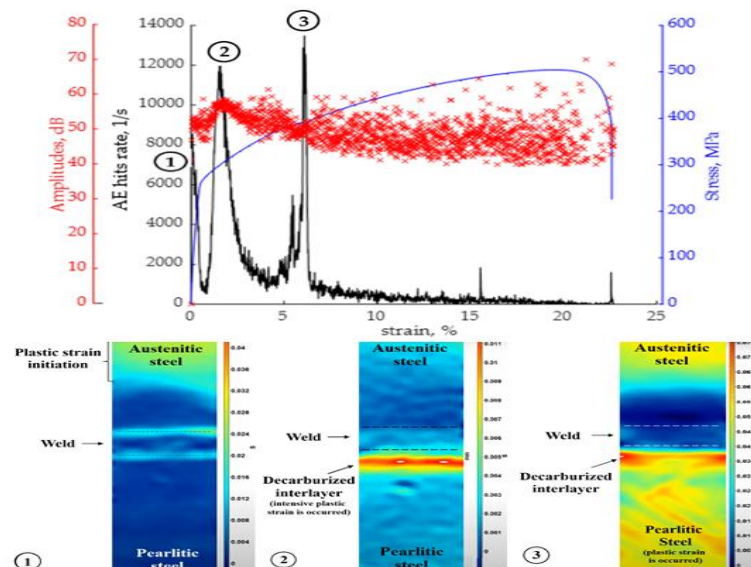
Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: обнаружение диффузионных прослоек разнородных сварных соединений методом акустической эмиссии

Технические характеристики: методика может быть реализована на базе серийно выпускаемых комплексов акустической эмиссии с параметрами не ниже заявленных:

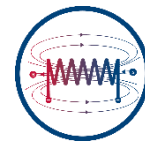
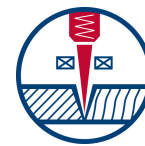
- динамический диапазон - 70 дБ;
- частотный диапазон 30 - 500 кГц
- уровень пиковых шумов менее 5 мкВ

Научная новизна (уникальность): выявление микроскопических дефектов структуры сварного соединения, позволяющее предотвратить пластическую деформацию металла сварного соединения



Данные акустической эмиссии при растяжении образца сварного соединения с диффузионной прослойкой и результаты измерений локальной деформации методом Digital Image Correlation на каждом этапе нагружения

Технология диагностики комбинированных сварных соединений сталей перлитного и аустенитного классов



Потенциальное применение

Уровень готовности (TRL № 4): техническая реализуемость, экспериментальная проверка индивидуальных компонентов в лабораторных условиях, предварительная интеграция общей модели (НИР).

Эффекты от внедрения: достоверное обнаружение дефектов разнородных сварных соединений позволит снизить вероятность возникновения аварийных ситуаций и увеличить межремонтные пробеги оборудования за счет мониторинга развития дефектов.

Основные заказчики: ПАО НК «Роснефть», ПАО «Газпром», ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «Татнефть», предприятия нефтегазовой, энергетической и машиностроительной отраслей и другие предприятия, осуществляющие контроль качества сварных соединений



Фото экспериментальной установки
(испытательная машина Instron 5982)

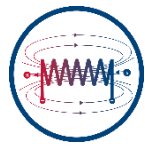


Результат кластеризации данных
акустической эмиссии при
выявлении дефекта



Методика выявления межкристаллитной коррозии в аустенитных сталях методом акустической эмиссии

Методика выявления межкристаллитной коррозии в аустенитных сталях методом акустической эмиссии



Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: выявление сенсibilизированного состояния аустенитной стали и обнаружение межкристаллитной коррозии с помощью метода акустической эмиссии

Технические характеристики: методика может быть реализована на базе серийно выпускаемых комплексов акустической эмиссии с параметрами не ниже заявленных:

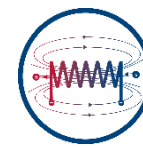
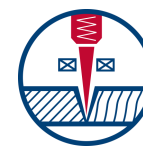
- динамический диапазон - 70 дБ;
- частотный диапазон 30 - 500 кГц
- уровень пиковых шумов в полосе пропускания 5 мкВ

Научная новизна (уникальность): возможность выявления межкристаллитной коррозии на ранних стадиях без вывода оборудования из эксплуатации



Фото образца с нанесенными стресс-коррозионными трещинами

Методика выявления межкристаллитной коррозии в аустенитных сталях методом акустической эмиссии



Потенциальное применение

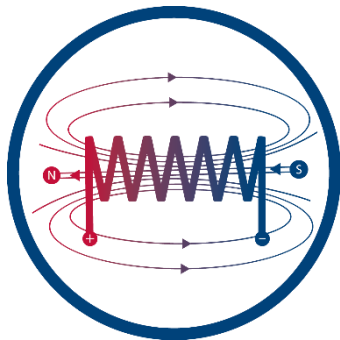
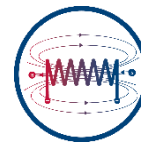
Уровень готовности (TRL №2): сравнение альтернатив, выбор технологической концепции, принципиальное решение: периметр технологии, интерфейс, критические элементы (НИР).

Эффекты от внедрения: снижение риска аварийной ситуации, связанной с внезапным разрушением конструкции, оперативная оценка степени коррозионных повреждений.

Основные заказчики: при успешной реализации методика обнаружения межкристаллитной коррозии может быть востребована предприятиями крупных нефтеперерабатывающих и энергетических компаний.



Фото экспериментальной установки (испытательная машина Instron 5982)



**Кафедра Диагностических
информационных технологий**

Заведующий кафедрой
Хвостов Андрей Александрович



Кафедра Технологии металлов

Заведующий кафедрой
Гончаров Алексей Леонидович



Технология получения графена в результате термического восстановления оксида графена



[Вернуться к содержанию](#)

Кафедра "ОФИАС"

Технология получения графена в результате термического восстановления оксида графена

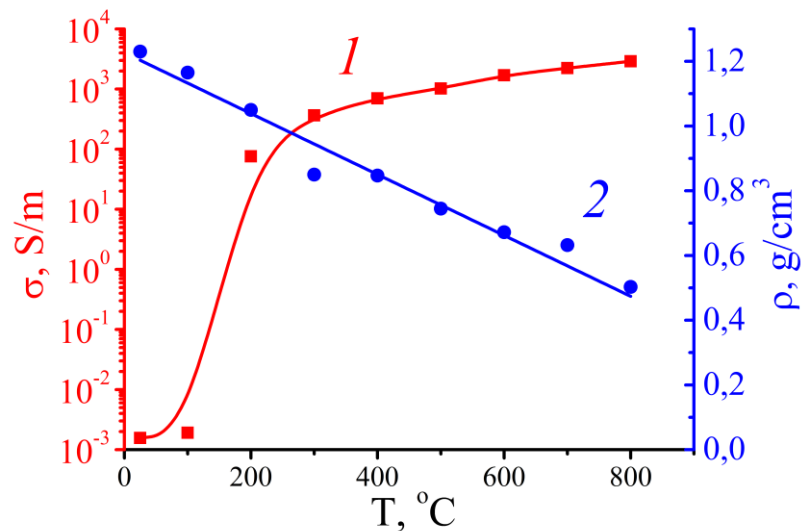


Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: увеличение объема производства графена.

Технические характеристики: бумагоподобный образец оксида графена размером $10 \times 20 \times 0,05 \text{ мм}^3$ помещается в печь и подвергается термообработке при температуре до 1000°C . В результате термообработки получается частично или полностью (в зависимости от температуры термообработки) восстановленный образец графена. Степень восстановления контролируется по электропроводности материала.

Научная новизна: описанный подход позволяет снизить в сотни раз рыночную стоимость получения графена, что открывает возможности для многочисленных применений этого материала.



Зависимость проводимости и плотности образцов частично восстановленного оксида графена от температуры термообработки. Резкий скачок проводимости может рассматриваться как новый тип перколяционного перехода.

Технология получения графена в результате термического восстановления оксида графена



Потенциальное применение

Уровень готовности (TRL №4): разработана технология получения графена в больших количествах. Выполнены эксперименты подтверждающие качество получаемого материала.

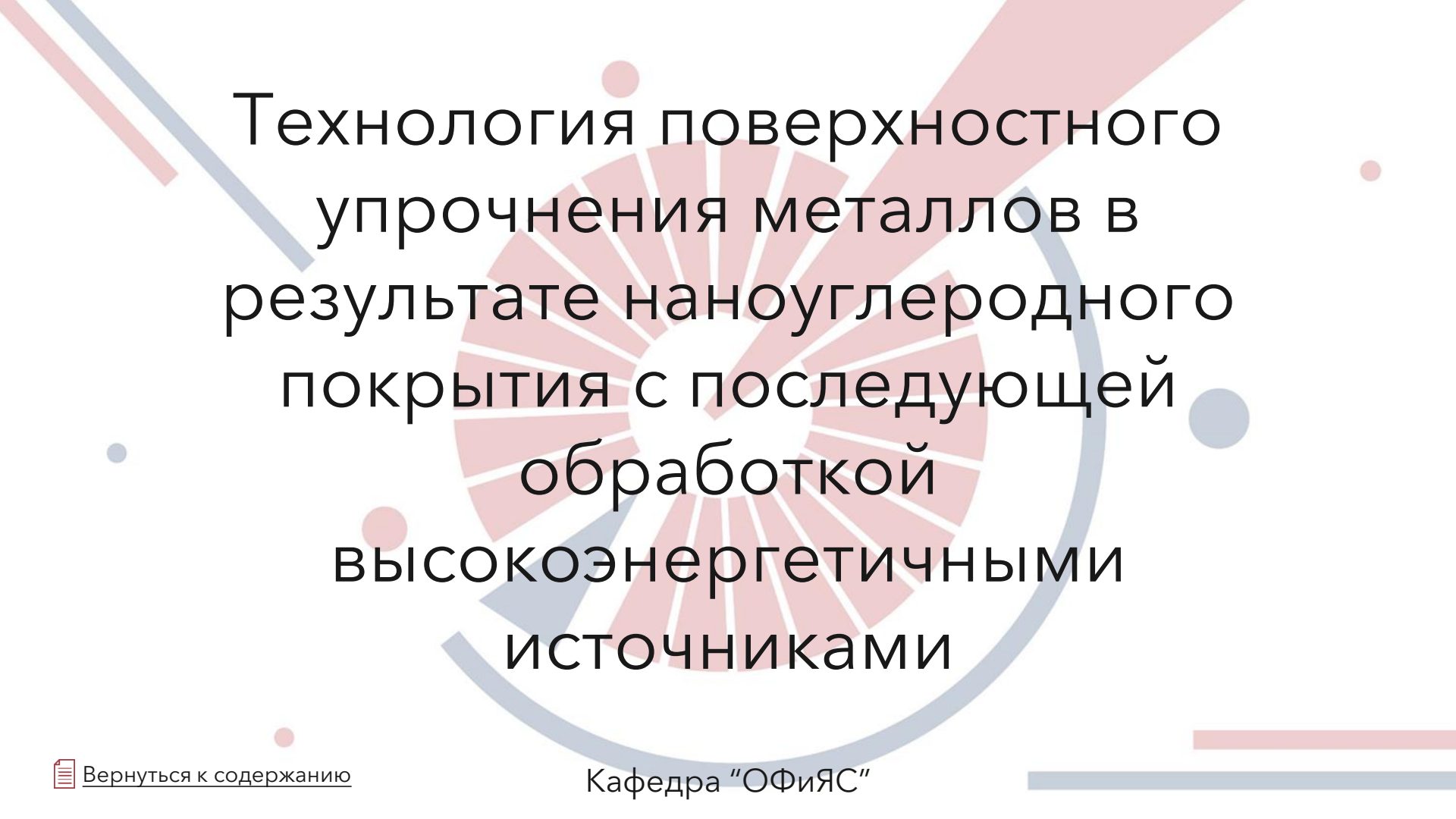
Эффекты от внедрения: внедрение описанной технологии позволит обеспечить массовое производство графена и удовлетворить потребности многочисленных организаций, использующих этот материал.

Основные заказчики:

ПАО «СИБУР Холдинг», ПАО «СИБУР Холдинг», ГК «Росатом», АО «РОСНАНО», ПАО «Газпром нефть» и другие предприятия химической, энергетической, электронной и материаловедческой промышленности



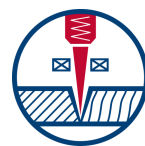
Установка PLANAR GROW, используемая для термического восстановления оксида графена



Технология поверхностного упрочнения металлов в результате наноуглеродного покрытия с последующей обработкой высокоэнергетичными источниками



Технология поверхностного упрочнения металлов в результате наноуглеродного покрытия с последующей обработкой высокоэнергетичными источниками

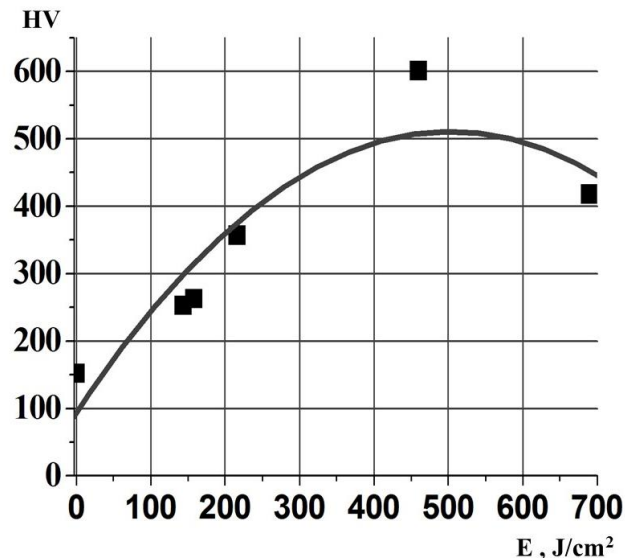


Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: установлена возможность поверхностного упрочнения металла в результате нанесения наноуглеродного покрытия с последующей обработкой высокоэнергетичными источниками.

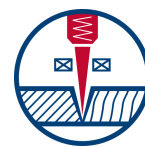
Технические характеристики: обработка стальных образцов приводит к примерно десятикратному повышению микротвердости и снижению коэффициента трения примерно на 50%. Толщина поверхностного слоя достигает 200 мкм, твердость 600 HV.

Научная новизна: предложенная технология обработки упрочняет поверхность стальных образцов не затрагивая внутренние слои материала.



Зависимости микротвердости стальной поверхности, покрытой наноуглеродной сажей, от удельной энергии электронного облучения

Технология поверхностного упрочнения металлов в результате нанокремниевых покрытий с последующей обработкой высокоэнергетическими источниками



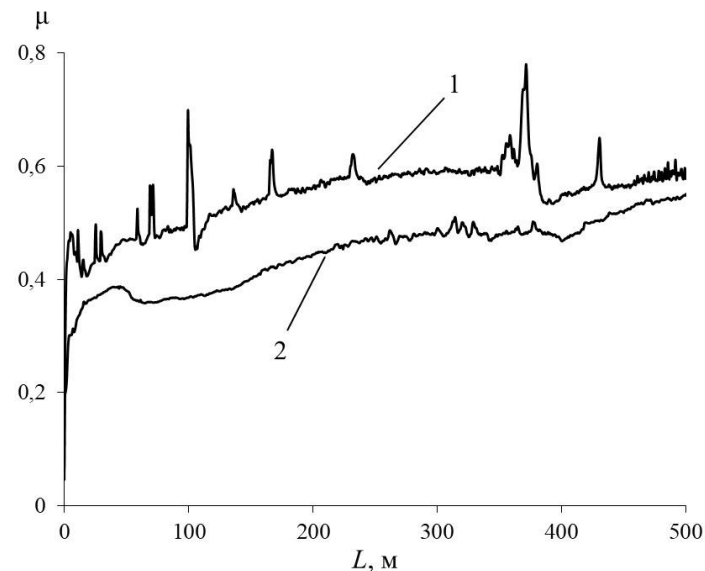
Потенциальное применение

Уровень готовности (TRL 4): разработана технология обработки металлических поверхностей. Выполнены эксперименты подтверждающие качество получаемого материала.

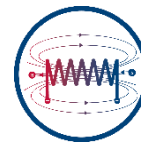
Эффекты от внедрения: внедрение разработанного подхода позволит увеличить срок службы металлических изделий примерно на 50%.

Основные заказчики:

ПАО «Северсталь», ПАО «НЛМК», ПАО «ММК», АО «ОМК», ПАО «ТМК» и другие предприятия металлургии и машиностроения.



Зависимость коэффициента трения стальной поверхности с фуллереновым покрытием от длины пути. 1 – необработанная поверхность, 2- поверхность после лазерной обработки



**Кафедра Общей Физики и Ядерного
Синтеза**

Заведующий кафедрой
Дедов Алексей Викторович



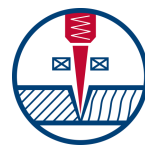
Кафедра Технологии металлов

Заведующий кафедрой
Гончаров Алексей Леонидович



Композиционные материалы и покрытия по металлу на изделиях химической, машиностроительной и авиационной техники





Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: разработка и производство отечественных композиционных материалов (КМ) «Адгеласт»® с различными свойствами: антипригарными, химико- и термостойкими, антиадгезионными, износостойкими, антифрикционными и коррозионностойкими, а также внедрение технологий их нанесения.

Технические характеристики: теплостойкость 350-380°C; Коэффициент трения 0,1-0,08; Износостойкость-менее 1мм на 1км пробега; Адгезия-1.

Научная новизна: сочетание различных по природе исходных компонентов в моносоставе. Технология получения экологически чистого исходного компонента для моносостава.

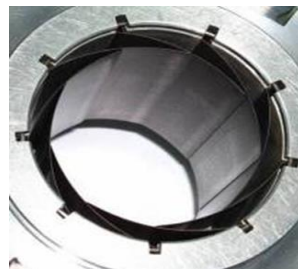


Рис1



Рис2



Рис 3



Рис4

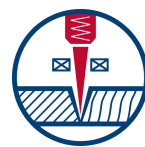
Образцы изделий с покрытием:

Рис1 и Рис 2 Лепестковые газодинамические подшипники (ЛГП)

Рис 3 Осветительная арматура летательных аппаратов

Рис 4 Корпуса блоков управления глубоководных аппаратов

Композиционные материалы и покрытия по металлу на изделиях химической, машиностроительной и авиационной техники



Потенциальное применение

Уровень готовности (TRL №9): готова к промышленному внедрению (оказание услуг по нанесению КМ)

Эффекты от внедрения: использование только отечественного сырья, повышение эксплуатационной надежности покрытий на основе разработанных композиционных материалов

Основные заказчики:

АО ПКО «Теплообменник», ГНПП «Регион», машиностроительные предприятия, предприятия, изготавливающие посуду.



Рис 1



Рис 2



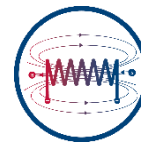
Рис 3

Образцы изделий с покрытием:

Рис 1 Ротор бурильной нефтяной колонны

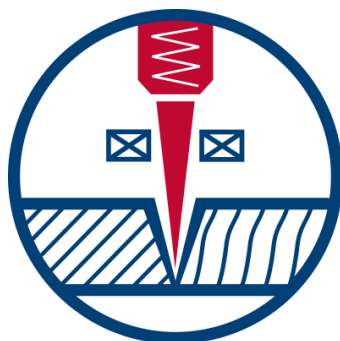
Рис 2 Поршень ДВС

Рис 3 Широкая цветовая гамма



**Кафедра Электротехнических
комплексов автономных объектов и
электрического транспорта**

Заведующий кафедрой
Румянцев Михаил Юрьевич



Кафедра Технологии металлов

Заведующий кафедрой
Гончаров Алексей Леонидович



Многодвигательный гистерезисный электропривод технологических машин по выпуску текстильных волокон и нитей



Многодвигательный гистерезисный электропривод технологических машин по выпуску текстильных волокон и нитей



Сведения о *планируемом* проекте

Назначение: разработку планируется использовать при создании многодвигательного электропривода нового поколения машин по выпуску текстильных волокон и нитей двойного назначения и она направлена на обеспечение режима электрического синхронного вала и повышение показателей привода и машин.

Технические характеристики: срок службы 15...18 месяцев, что в 3-4 раза выше чем у аналогов; КПД 80-87 %, $\cos\varphi$ 0,80-0,85; повышенная энергоэффективность.

Научная новизна (уникальность): уникальность состоит в предельно точном, благодаря простоте ротора электродвигателя, соединении роторов с рабочими механизмами и синхронизации вращения всех механизмов.



Технологический механизм, в который встраивается гистерезисный электродвигатель

Многодвигательный гистерезисный электропривод технологических машин по выпуску текстильных волокон и нитей

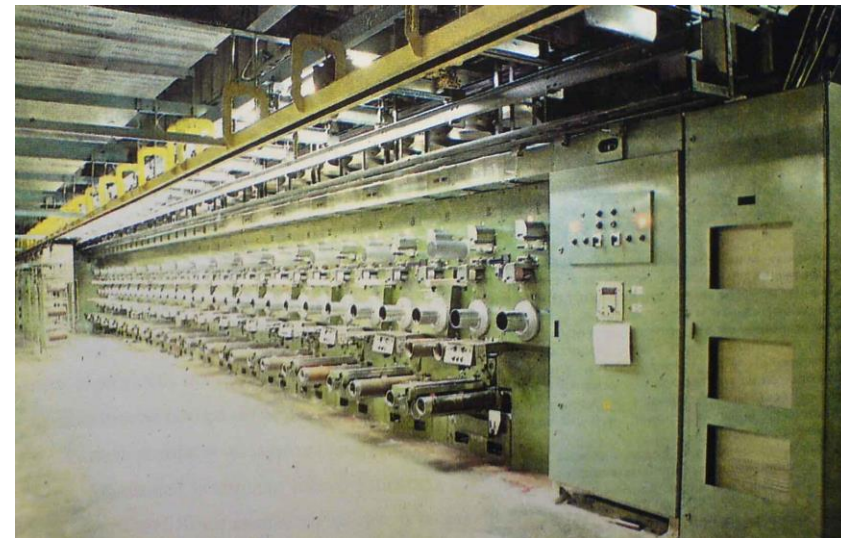


Потенциальное применение

Уровень готовности (TRL № 5): определена концепция. Проведена проверка осуществимости и преимуществ, расчётное обоснование эффективности технологии, оценка рисков (НИР), созданы образцы-прототипы.

Эффекты от внедрения: обеспечение режима электрического синхронного вала, ключевого для производства текстильных волокон и нитей, повышение энергоэффективности и качества продукции, устранение всех механических передач в электроприводе, экономия дорогостоящего искусственного и синтетического сырья.

Основные заказчики: ОАО «НИИТМ»; АО «НЗИВ» и другие предприятия, разработкой и производством оборудования для текстильной промышленности



Технологическая машина, для вращения рабочих механизмов которой планируется использовать многодвигательный гистерезисный электропривод



**Кафедра Электротехнических
комплексов автономных объектов и
электрического транспорта**

**Заведующий кафедрой
Румянцев Михаил Юрьевич**



Коррозионностойкие и антифрикционные покрытия



[Вернуться к содержанию](#)

НЦ «Износостойкость»

Коррозионностойкие и антифрикционные покрытия



Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: разработка коррозионностойких, беспористых и антифрикционных покрытий для элементов запорно-регулирующей арматуры, в том числе алмазоподобных (DLC) покрытий.

Научная новизна: научная новизна технологии заключается в синтезе многофункциональных покрытий с уникальной комбинацией коррозионностойкости, беспористости и низкого коэффициента трения за счёт внедрения модифицированных алмазоподобных (DLC) структур, обладающих нанокompозитной архитектурой.



Шибер DN 1000 после формирования покрытия

Коррозионностойкие и антифрикционные покрытия



Потенциальное применение

Уровень готовности (TRL №6): создана установка и испытана технология.

Эффекты от внедрения: внедрение коррозионностойких, беспористых и антифрикционных покрытий, включая алмазоподобные (DLC), повышает износостойкость и срок службы элементов запорно-регулирующей арматуры. Это снизит частоту обслуживания и ремонтных работ, уменьшив эксплуатационные затраты.

Основные заказчики:

ПАО «Транснефть», машиностроительные предприятия и компании, эксплуатирующие в большом количестве арматуру промышленного назначения.



Элементы запорно-регулирующей арматуры с покрытиями



Термобарьерные и жаростойкие покрытия на лопатках газовых турбин и элементах камеры сгорания

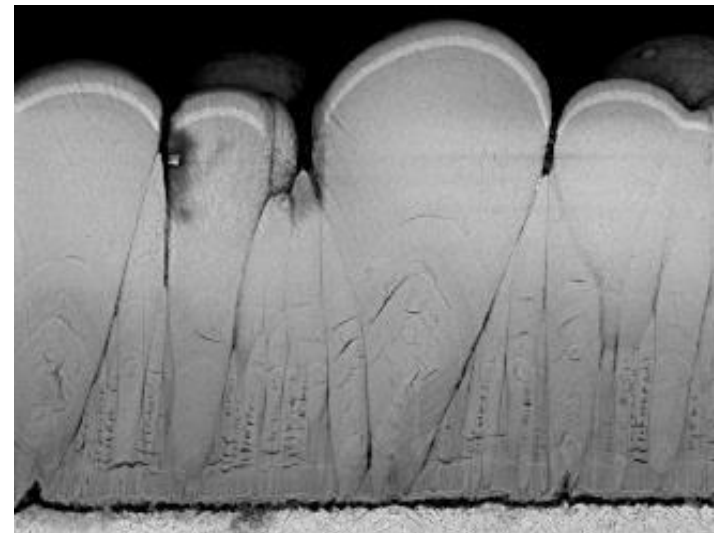
Термобарьерные и жаростойкие покрытия на лопатках газовых турбин и элементах камеры сгорания



Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: перспективные составы жаростойких и термобарьерных покрытий с определением их основных характеристик: структуры, жаростойкости, циклической стойкости, коэффициента теплопроводности.

Научная новизна: разработаны новые композиции жаростойких и термобарьерных покрытий с управляемой наноструктурой, обладающие сниженной теплопроводностью и повышенной стойкостью к термоциклическим воздействиям при температурах эксплуатации до 1300°C. Впервые применена комплексная система легирования редкоземельными элементами и оптимизации микроструктуры, что обеспечивает двукратное увеличение ресурса работы элементов горячего тракта газотурбинных установок.



Микроструктура поперечного сечения покрытия из $\text{ZrO}_2\text{-8\%Y}_2\text{O}_3$

Термобарьерные и жаростойкие покрытия на лопатках газовых турбин и элементах камеры сгорания



Потенциальное применение

Уровень готовности (TRL №7): покрытия испытаны на лопатках двухвечного диска Кертиса.

Эффекты от внедрения: увеличение ресурса работы элементов горячего тракта ГТУ в 2 раза при повышенных температурах эксплуатации до 1300°C; Создание новых образцов современных ГТУ и повышение конкурентоспособности отечественных технологий; решение проблемы импортозамещения элементов проточной части действующих ГТУ зарубежного производства.

Основные заказчики:

ООО «СТГТ», АО «Силовые машины», ПАО «КТЗ», ПАО «Мосэнерго», ПАО «Интер РАО», другие электрогенерирующие компании и производители силового электрооборудования станции и турбинных установок.



Фотоснимок диска Кертиса с жаростойким покрытием



Покрyтия для повышения эрозийной стойкости рабочих лопаток паровых турбин



[Вернуться к содержанию](#)

НЦ «Износостойкость»

Покрyтия для повышения эрозийной стойкости рабочих лопаток паровых турбин



Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: формирование ионно-плазменных покрытий на изделиях, обеспечивающих дополнительную коррозионностойкую стойкость.

Научная новизна: научная новизна заключается в разработке и внедрении технологии формирования ионно-плазменных покрытий на рабочих лопатках турбины, которая обеспечивает значительное повышение эксплуатационных характеристик лопаточного аппарата за счет оптимизации состава покрытия и параметров процесса осаждения.



Ионно-плазменное покрытие на лопатках паровой турбины

Покрытия для повышения эрозионной стойкости рабочих лопаток паровых турбин



Потенциальное применение

Уровень готовности (TRL 8): проведены испытания: формирование ионно-плазменных покрытий на рабочих лопатках турбины Т-50/60-130.

Эффекты от внедрения: увеличение срока до переоблопачивания в 1,5 раза (до 9-10 лет), увеличение межремонтного периода в связи с малым износом, не допускает снижение относительного лопаточного КПД последней ступени до 1,5%.

Основные заказчики:

ПАО «РусГидро», ПАО «Мосэнерго», ПАО «Интер РАО», АО «Силовые машины», ПАО «КТЗ» и другие электрогенерирующие компании и энергомашиностроительные предприятия.



Рабочие лопатки последней ступени паровой турбины с покрытием



НЦ «Износостойкость»

Директор центра
Рыженков Артем Вячеславович



Методика и опытный образец прибора для входного контроля механических свойств материалов



Методика и опытный образец прибора для входного контроля механических свойств материалов



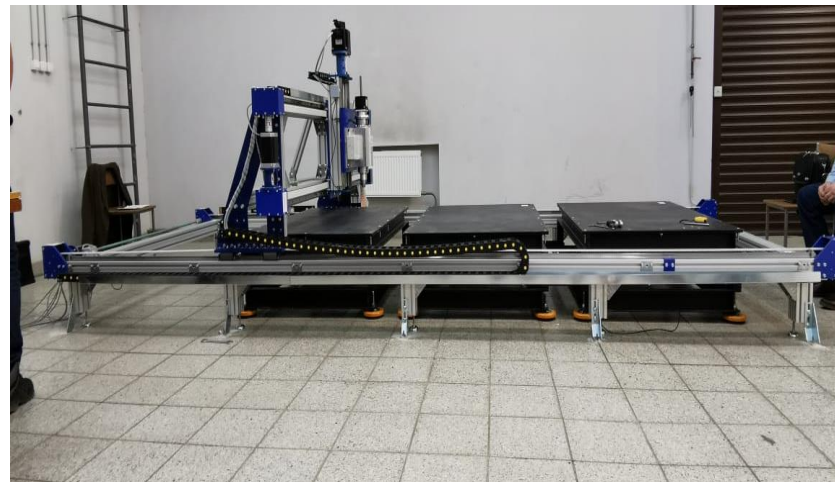
Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: предназначены для входного контроля механических свойств материалов, поступающих на производство.

Технические характеристики:

- Метод контроля: инструментальное индентирование.
- Максимальные габариты объектов контроля, мм: 3000 x 1500 x 12
- Определяемые характеристики: твёрдость при индентировании HBIT, предел текучести, временное сопротивление, предельное равномерное удлинение.
- Время контроля: 3-10 мин на 1 точку контроля.

Научная новизна: метод не требует вырезки и изготовления образцов для проведения испытаний.



Опытный образец прибора для входного контроля листов, прутков и плит из алюминиевых, магниевых и титановых сплавов, поступающих на производство



Потенциальное применение

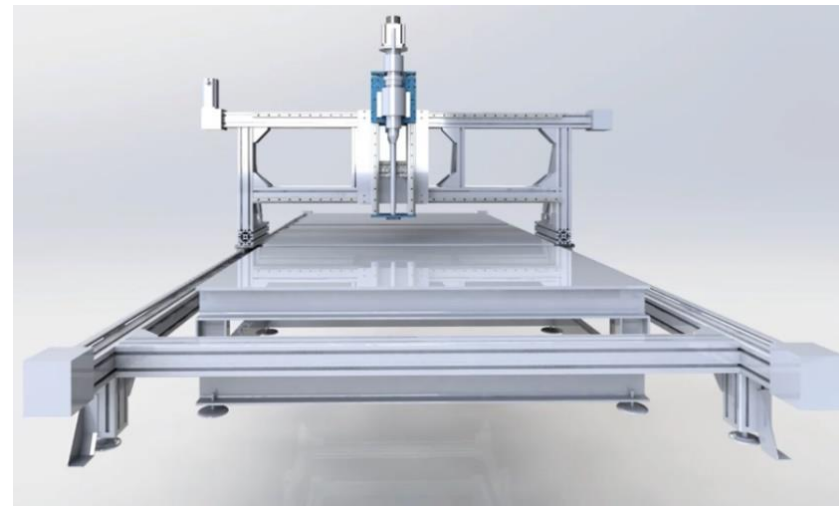
Уровень готовности (TRL): TRL7

Эффекты от внедрения:

- снижение затрат на входной контроль и повышение его производительности за счёт отсутствия необходимости вырезки образцов для проведения испытаний;
- защита от поступления на производство некондиционных материалов.

Основные заказчики:

АО «Российские космические системы», потенциально – предприятия, занимающиеся выпуском ответственных изделий из металлов и сплавов



3D-модель прибора для контроля механических свойств материалов инструментальным индентированием



Оборудование для электронно-лучевой сварки на промышленных предприятиях



[Вернуться к содержанию](#)

Кафедра ТМ



Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: предназначено для электронно-лучевой сварки изделий, в т.ч. больших толщин, модификации поверхности, поверхностной термической обработки, реализации технологий аддитивного формообразования и прецизионной обработки изделий.

Технические характеристики:

- Ускоряющее напряжение: 60 кВ.
- Максимальная мощность 60 кВт.
- Ток электронного луча: 1...1000 мА.

Научная новизна: уникальная на российском рынке конструкция электронно-лучевой пушки, реализованная на российских комплектующих.



Разработанная и изготовленная электронно-лучевая пушка и её катодный узел новой конструкции

Оборудование для электронно-лучевой сварки на промышленных предприятиях



Потенциальное применение

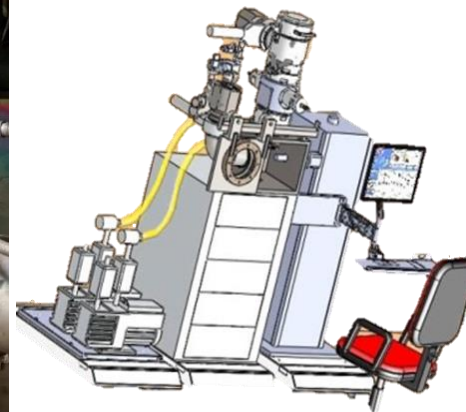
Уровень готовности (TRL 7): проведены испытания прототипа установки электронно-лучевой сварки.

Эффект от внедрения:

- повышение качества сварных соединений ответственных изделий за счёт внедрения процессов электронно-лучевой сварки на производстве;
- расширение номенклатуры выпускаемых изделий, повышение производительности сварочных операций.

Основные заказчики:

АО «Севмаш», потенциально – предприятия, занимающиеся выпуском сварных изделий из металлов и сплавов (АО «ОДК», АО «ОАК», и др.)



Разработанная пушка, смонтированная на электронно-лучевой установке для сварки



Технология получения нитинола при аддитивном электронно- лучевом формообразовании



[Вернуться к содержанию](#)

Кафедра "ТМ"

Технология получения нитинола при аддитивном электронно-лучевом формообразовании



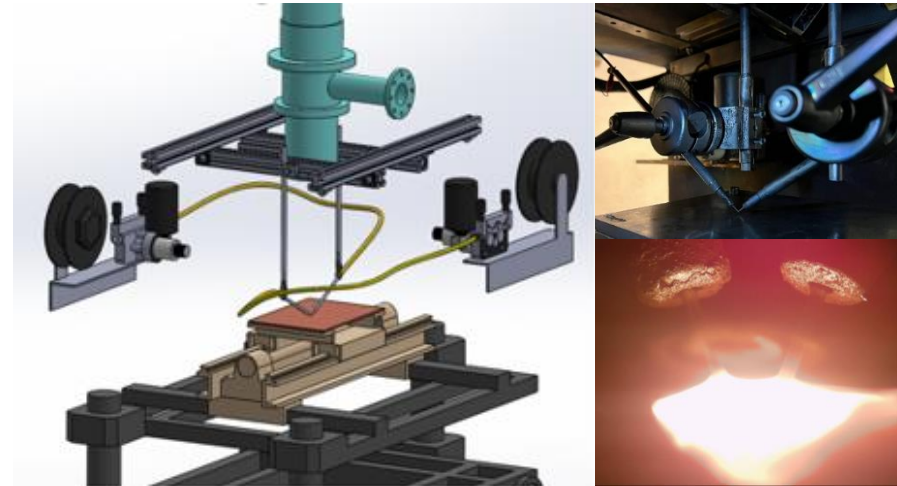
Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: синтез никель-титанового сплава (Ni-Ti) методом электронно-лучевого аддитивного формообразования с одновременной подачей двух присадочных проволок различного состава.

Технические характеристики:

- сырьевые материалы: ВТ-00св, НП-2
- область построения: 200x200x200 мм
- производительность: 2 кг/ч
- плотность: 6,5 г/см³
- временное сопротивление: 940 МПа

Научная новизна: технология позволяет получать изделия из нитинола непосредственно в процессе аддитивного формообразования совмещая процесс получения материала и формирование готового изделия.



Экспериментальный стенд для двухпроволочного электронно-лучевого аддитивного формообразования

Технология получения нитинола при аддитивном электронно-лучевом формообразовании



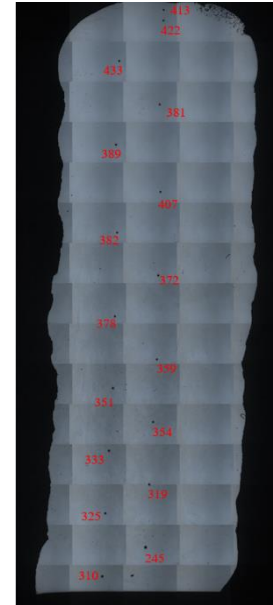
Потенциальное применение

Уровень готовности (TRL 4): разработана технология альтернативного метода синтеза никель-титановых сплавов. Выполнены экспериментальные исследования влияния режимов формообразования на однородность химического состава, проведены исследования структуры и механических свойств полученных изделий.

Эффекты от внедрения: технология позволит сократить затраты на производство дорогостоящих материалов, ускорит процесс получения изделий из нитинола.

Основные заказчики:

АО «ПО «Севмаш», ПАО «ОДК-Сатурн», ПАО «Компания «Сухой», АО «ЧТПЗ», предприятия авиастроения, судостроения, энергетики и металлургии.



Микроструктурное исследование никель-титанового образца, показывающее однородность полученного сплава



Программный комплекс «Справочно-аналитическая система AI ThermoMet»



[Вернуться к содержанию](#)

Кафедра ТМ

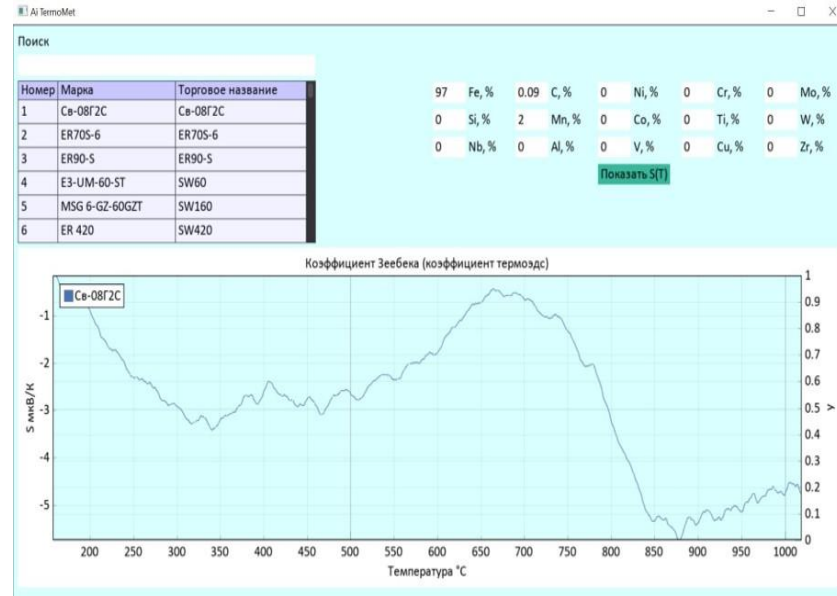


Сведения о *реализованном* проекте

Назначение: ПО объединяет экспериментальные данные о значениях коэффициента высокотемпературной термоэдс в диапазоне от 100 до 1000 °С. ПО позволяет прогнозировать температурные зависимости коэффициента термоэдс для промышленных сплавов по их химическому составу на основе предобученной модели.

Функции:

1. Поиск материала в базе данных и графическое отображение зависимости термоЭДС от температуры
2. Предсказание зависимости термоЭДС от температуры для материала на основе химического состава
3. Анализ и сохранение полученных результатов в файл



Функция 1. График зависимости термоЭДС стали 09Г2С от температуры



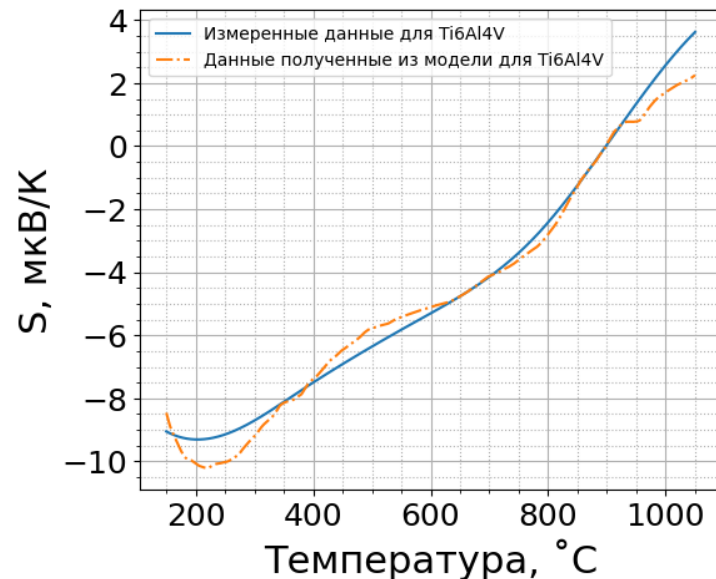
Потенциальное применение

Уровень готовности программного продукта (TRL 4): разработаны алгоритмы расчета, предварительно обучены модели регрессии термоЭДС материалов, разработан интерфейс и собрана база данных по 70 материалам.

Номер записи в реестре российского ПО (reestr.digital.gov.ru): отсутствует.

Эффекты от внедрения: повышение точности математического моделирования физических процессов.

Основные заказчики: НПО «ЦНИИТМАШ», ФГУП «НИИ НПО «ЛУЧ», АО «НИКИЭТ», НИЦ «Курчатовский Институт», производители термоэлектрических сенсоров и измерительного оборудования и заводы, применяющие промышленные сплавы.



Функция 2. Сравнение измеренной и предсказанной моделью зависимость термоЭДС для сплава Ti6Al4V



Прецизионная установка электронно-лучевой сварки



[Вернуться к содержанию](#)

Кафедра "ТМ"

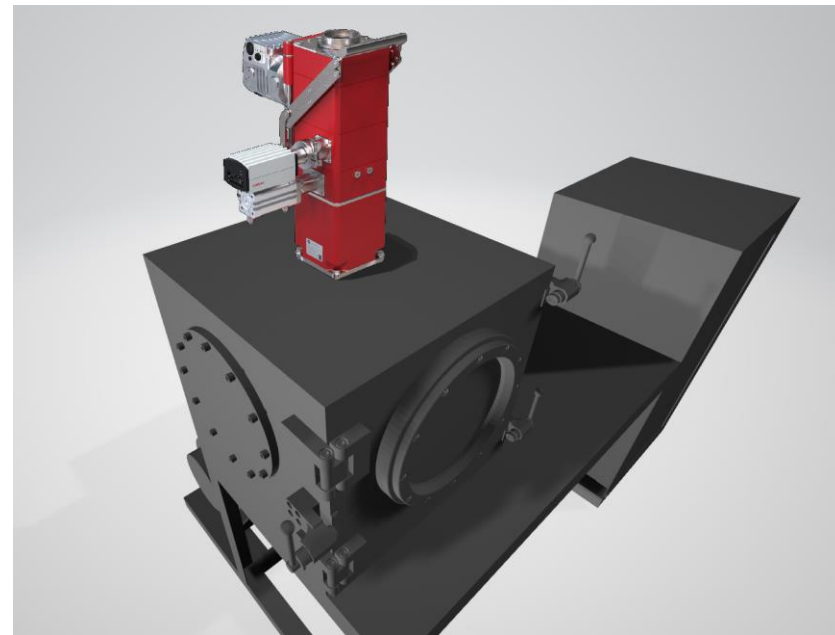


Сведения о *планируемом* проекте

Назначение: установка предназначена для электронно-лучевой сварки изделий, которые могут быть выполнены из тугоплавких, химически активных и разнородных металлических материалов в автоматическом режиме с непрерывным контролем параметров технологического процесса

Технические характеристики: ускоряющее напряжение 60 кВ, мощность электронного пучка до 3 кВт, угол отклонения пучка $\pm 10^\circ$, Размеры вакуумной камеры: 530×530×500 мм, остаточное давление в камере не более $1 \cdot 10^{-4}$ мм рт.ст., персональное рабочее место оператора с компьютерной системой управления

Научная новизна: автоматическая коррекция параметров процесса в условиях действия отклоняющего магнитного поля, возникающего при сварке-пайке разнородных материалов с отличающимися термоэлектрическими свойствами



Общий вид прецизионной установки электронно-лучевой сварки с установленной электронной пушкой

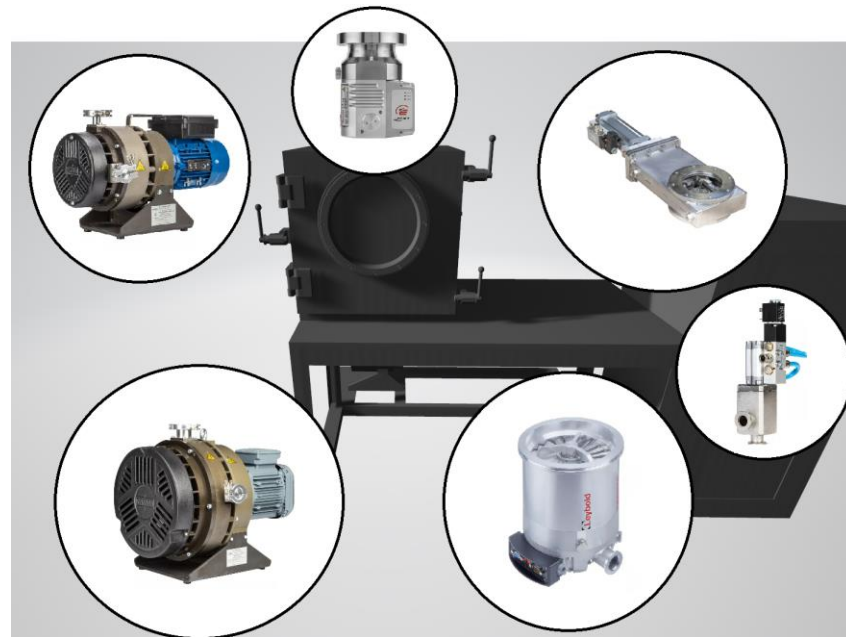


Потенциальное применение

Уровень готовности (TRL №2): кафедра имеет опыт в области создания электронно-лучевых технологий (сварки, аддитивных технологий), в том числе сварки-пайки разнородных материалов, разработки электронных пушек, систем электропитания, систем диагностики электронных пучков и элементов систем управления технологическими процессами.

Эффекты от внедрения: Сокращение процента брака при сварке тонкостенных (от 0,1 мм) и малогабаритных изделий, импортозамещение в области создания установок малого класса, пригодных для размещения в лабораториях.

Основные заказчики: предприятия, входящие в госкорпорации «Ростех», «Росатом», «Роскосмос» и фирмы, специализирующиеся в области приборостроения и смежных областях.



Средства безмасляной откачки, применяемые в проекте



Кафедра Технологии металлов

Заведующий кафедрой

Гончаров Алексей Леонидович

+7 (495) 362-74-47

GoncharovAL@mpei.ru