

1. Важнейшие разработки, реализованные или реализуемые в практике в 2022 г.

Методика термического неразрушающего контроля пористых композиционных материалов. (лаб. комплексных методов контроля).

Исследованы характеристики пористых корундо-циркониевых керамических трубчатых образцов относительно влияния внешних источников теплового воздействия. Установлено, что односторонняя схема активного термоконтроля с прожектором как источником теплового воздействия практически неприменима для контроля исследуемых изделий.

Применение методики активного двухстороннего термического неразрушающего контроля показало возможность выявления производственных дефектов типа свищей и трещин, а также других неоднородностей поверхности. Дефекты четко выявляются на полученных термограммах. Использованный способ получения тепловых изображений изделий достаточно технологичен. Таким образом, предлагаемая методика позволяет проводить дефектоскопию в потоке при изготовлении цилиндрических пористых диафрагм из композиционных материалов.

Программа ЭВМ: Применение двухзонной модели для анализа гальваномагнитных свойств топологических полуметаллов (лаб. низких температур)

Программа разработана для совместной подгонки холловской проводимости и магнитопроводимости, используя двухзонную модель. Методика расчета данной программы оптимизирована для топологических полуметаллов.

Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022660290 от 01.06.2022.

Используется в лаборатории низких температур.

Секрет производства (ноу-хау): Оценка длины свободного пробега носителей заряда в топологических полуметаллах в области промежуточных эффективных магнитных полей (лаб. низких температур)

Предложена методика оценки длины свободного пробега носителей тока в топологических полуметаллах в области промежуточных эффективных магнитных полей, где наблюдается минимум на температурной зависимости сопротивления в магнитном поле.

Получено свидетельство № 29, дата учета и начала действия 5 октября 2022 г.

Используется в лаборатории низких температур.

Изучение структуры и свойств высокопрочных среднелегированных сталей при изменении легирования и режимов термической обработки. (Лаборатория лазерной и плазменной обработки.)

Выполнен анализ изменений твердости деталей из высокопрочных среднеуглеродистых среднелегированных сталей, в зависимости от их химического состава стали и скорости охлаждения в интервале 0,1 ... 30 °C/с. В качестве исходных данных использованы результаты проведенных дилатометрических, металлографических и дюрOMETрических исследований высокопрочных среднелегированных сталей систем легирования Cr-Ni-Mo, Cr-Mn-Mo, Cr-Mn-Si-Ni-Mo, Cr-Mo-V.

Стали указанных систем легирования марок 25Х2ГСМА, 30Х3МФ с применением разработанных режимов термической обработки внедрены в серийное производство коронок бурового инструмента для открытых и подземных работ в компании АО «Машиностроительный холдинг», Екатеринбург, который является крупнейшим в России производителем оборудования для горнодобывающей промышленности

Сравнительный анализ эрозионно-кавитационной стойкости наплавочных материалов для защиты от гидроабразивного воздействия. (Лаборатория лазерной и плазменной обработки.)

Проведенные испытания на установке оценки кавитационной стойкости материалов при наложении ультразвука и разности электрических потенциалов показали, что относительно более стабильных аустенитных сталей E308L и 316L уровень кавитационной стойкости наплавленных покрытий из метастабильной аустенитной стали 60Х8ТЮ выше в 4 и 10 раз соответственно.

Результаты использованы:

- в АО «УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ», Екатеринбург, для разработки технологии упрочнения рабочих лопаток последних ступеней паровых турбин;
- на электростанции Дора (Багдад, Ирак) для наплавки крыльчаток водяных насосов.

Магнитные наноструктуры спинтроники с рекордными функциональными характеристиками (лаб. квантовой наноспинтроники).

Разработана магнетронная технология синтеза магнитных сверхрешеток с эффектом гигантского магнитосопротивления, имеющих рекордные функциональные характеристики. Сверхрешетки напыляются на окисленные кремниевые подложки диаметром до 100 мм. Предназначены для разработки и создания высокочувствительных магнитных сенсоров. В сравнении с зарубежными аналогами полученные сверхрешетки CoFeNi/CuIn обладают в 1.4–1.6 раз более высоким магнитосопротивлением, в 3-5 раз более низким гистерезисом, высокой линейностью по магнитному полю до 70-85% и температурной стабильностью при нагреве до T=300 °С.

Магнитные сверхрешетки с заданными функциональными характеристиками изготовлены для НПК «Технологический центр»

«Выявление анизотропии магнитной проницаемости в коррозионно-стойких сталях на примере стали 09Х17Н5Ю после деформации прокаткой» (лаб. магн.структурного анализа)

Установлено, что на результаты измерений относительной магнитной проницаемости (μ) коррозионно-стойкой аустенитной стали влияет ее анизотропия, которая связана с появлением механической текстуры прокатки. Во всех исследованных деформированных образцах обнаружено формирование ограниченной ГЦК текстуры прокатки. Формирование текстуры, характерной для ОЦК структуры начинается с 30% деформации аустенитного образца. Образование ферромагнитного мартенсита деформации в аустенитной стали 09Х17Н5Ю подтверждено методом магнитно-силовой микроскопии. Анизотропию возможно выявить на практике с помощью разработанного прибора неразрушающего контроля «ФерроКОМПАС».

Программа для ЭВМ MSM1.0 (лаб. магн.структурного анализа)

Программа MSM1.0 позволяет управлять процессами намагничивания (режимы намагничивающей системы) и подмагничивания (режимы подмагничивающей системы),

измерять полевые зависимости обратимой магнитной проницаемости ферромагнитных сталей при локальном перемагничивании объекта контроля. Программа MSM1.0 написана на языке графического программирования NI LabView 2013 и предназначена для работы в составе мобильного магнитометрического комплекса для локального контроля остаточных механических напряжений сжатия в конструкциях из ферромагнитных сталей. Программа управляет режимами работы комплекса, позволяет получать данные от трех измерительных каналов, визуализировать, проводить первичную обработку и сохранение результатов измерений полевых зависимостей сигнала измерительной катушки первичного преобразователя приставного типа.

Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022666094 от 25 августа 2022 г.

2. Важнейшие законченные НИР и ОКР, выполненные в 2022 г. и готовые к практическому применению

Разработка люминесцентных кожных дозиметров для индивидуального дозиметрического контроля. (Лаборатория интеллектуальных технологий диагностики)

Для автоматизированной системы индивидуального дозиметрического контроля КОРОС-333, использующей для считывания эффект оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ), совместно со специалистами АО УЭМЗ создан новый тип кожного ОСЛ-дозиметра с нижним пределом диапазона измеряемой дозы 100 мкЗв, энергетические и дозовые характеристики которого удовлетворяют Российским и зарубежным нормам радиационной безопасности. Полученное стало возможным в результате разработки и реализации описанного в работе нового подхода к созданию на поверхности детектора чувствительного к облучению слоя с массовой толщиной 5 мг/см². В основе подхода лежит специальная лазерная обработка поверхности детектора, которая запатентована (Патент РФ на изобретение №2747599).

Результаты работы опубликованы в одной статье (RJNDT) и представлены в приглашенном устном докладе на международной конференции. Разработанные кожные дозиметры в составе системы КОРОС-333 прошли успешно в 2022 г. государственные испытания во ВНИИМ им. Д.И. Менделеева.

Композиционная заготовка для кузнечной осадки (Лаборатория прочности)

Разработка может быть использована при кузнечной осадке заготовки из металла с низкой пластичностью. Заготовка состоит из цилиндра и охватывающей его по боковой поверхности кольцевой оболочки. Внутренний диаметр оболочки равен диаметру цилиндра. Стенка кольцевой оболочки выполнена с профилем в форме кругового сегмента с максимальной толщиной стенки посередине высоты цилиндра. Высота кругового сегмента выбрана с учетом диаметра и высоты цилиндра из условия получения после осуществления кузнечной осадки границы между кольцевой оболочкой и осаженым цилиндром, имеющей прямолинейную образующую. Технический результат заключается в ликвидации искривления границы между цилиндрической заготовкой и оболочкой.

Получение ровной границы позволяет применить достаточно простые приемы разделения заготовки и оболочки после проведения кузнечной осадки.

Получен патент на полезную модель № 212110 (дата публикации: 06.07.2022)

Устройство для углового прессования. (Лаборатория прочности)

Разработано устройство для углового прессования, содержащее пуансон, помещенный в полость контейнера, опирающегося на плиту и имеющего на нижнем торце один или два прямоугольных паза, расположенных друг напротив друга и пересекающихся с каналом контейнера под прямым углом. В прямоугольном пазу или прямоугольных пазах вставлены матрицы, имеющие не менее двух каналов равноосной формы с расположением осей каналов в плоскости, ортогональной оси контейнера и вдоль оси прямоугольного паза и/или вдоль радиуса контейнера. Технологические возможности устройства расширены за счет возможности получения не только плоских заготовок, а заготовок равноосного сечения, в том числе круглого, квадратного и иных сечений, при этом за счет применения нескольких каналов увеличивается количество получаемого продукта, а также возможно снижение напряжений и усилий прессования по отношению к одноканальному варианту прессования.

Получен патент на изобретение № 2780729 (дата публикации: 29.09.2022)

Способ изготовления электрических контактов из сплавов на основе золота (Лаборатория прочности)

Разработан способ формирования в сплаве Cu-56Au двухфазного упорядоченного состояния (CuAuI+CuAuII) с высокими прочностными свойствами. Установлено, что прочностные свойства сплава сильно зависят от соотношения упорядоченных фаз. Показано, что при приблизительно равном соотношении CuAuI и CuAuII фаз предел текучести сплава достигает: $\sigma_{0,2}=1045$ МПа. Предел текучести, превышающий 1 ГПа, характерен, скорее, для сталей, и в золотомедных сплавах получен впервые. Удельное электросопротивление сплава при этом состоянии сохраняется на достаточно низком уровне ($\rho=(8,5\div 9,5) \cdot 10^{-8}$ Ом м), что обеспечивается его атомно-упорядоченным состоянием. Сплав в полученном структурном состоянии отличается высокой термической стабильностью свойств (до температуры 250°C).

Получен патент РФ № 2781061.

Закономерности формирования микроструктуры, фазовых превращений и свойств многокомпонентных промышленных сплавов на основе Al-Li последнего поколения для авиакосмического назначения. (лаб. цветных сплавов, УрФУ).

Впервые разработан и экспериментально доказан физический принцип создания мелко- (МЗ) и ультрамелкозернистых (УМЗ) стареющих многокомпонентных промышленных сплавов на основе системы Al-Li последних поколений (марок 1441, 1450, 1461, 1469, широко применяемых в современной российской авиакосмической и ракетной технике). При этом когерентные нанодисперсоиды β' -L1₂ (типа Al₃Zr, Al₃Sc, Al₃(Sc, Zr)) не только обеспечивают измельчение зеренной структуры, но и при термической обработке исключают появление приграничных зон свободных от выделений. Наличие однородного распределения данных неизоморфных α -матрице наночастиц приводит к смене механизма пластической деформации и определяет как повышение прочности, так и сохранение пластичности

(лаб. цветных сплавов, физики высоких давлений, Институт электрофизики УрО РАН).

Конкуренция процессов упорядочения – распада и формирование микроструктуры в сплавах α – Ti-Al-X. (лаб. цветных сплавов, УрФУ).

Кинетика фазовых превращений в системе α – Ti-Al-X (X=Si, Zr) исследована посредством экспериментально и теоретически. Методом Монте-Карло моделирования с первопринципной параметризацией межатомных взаимодействий показано, что стадия однородного упорядочения предшествует формированию упорядоченных частиц Ti_3Al . Полученные результаты хорошо согласуются с экспериментальными данными, позволяют объяснить формирующейся при отжиге особенности микроструктуры, и позволяют предложить методы управления структурным состоянием сплавов Ti-Al-X (X=Si, Zr).

Оптимизация технологических режимов при промышленном производстве магнитов на основе сплава самарий-кобальт с повышенными магнитными параметрами на ООО «ПОЗ-Прогресс». (лаб. ферромагнитных сплавов)

Усовершенствована технология производства высокотемпературных и высокоэнергоемких магнитов системы Sm-Co-Fe-Cu-Zr, которые находят широкое применение в магнитных системах специальной техники и продукции Росатома. Разработана современная методика проведения химического анализа сплавов. Разработаны композиции высокотемпературного сплава и высокоэнергоемкого сплава; изготовлены магниты с рабочей температурой до 250 °С. Предложена модификация сплава 443 для внедрения его в производство. Для повышения $(BH)_{max}$ высокотемпературных композиций рекомендовано изменение состава сплава с уменьшением содержания Sm на (0.2 - 0.3) вес. % и увеличением концентрации Fe на (0.3 - 0.6) вес. %.

Результаты работы внедряется на ООО «ПОЗ-Прогресс» г. В. Пышма.

Программа для прогнозирования фазового состава низколегированных титансодержащих сталей (“LIQV_WIN2”). (лаб. диффузии)

Разработана программа (“LIQV_WIN2”) для прогнозирования фазового состава низколегированных титансодержащих сталей после затвердевания. Алгоритм программы основан на последовательном расчёте псевдоравновесных состояний сплава от температуры начала до завершения кристаллизации. Предполагается равновесное перераспределение C и N между частями системы на каждом температурном шаге и неизменный состав металлической подрешётки выделившегося на предыдущих шагах феррита. На каждом температурном шаге также учитывается возможность выделения из жидкой фазы TiN, TiS и MnS.

Корзунова Е.И., Горбачев И.И., Попов В.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022612634 / LIQV_WIN2. - 28.02.2022.

Разработка и изготовление прибора ФерроКОМПАС (серии ИМПАС-1) для измерения μ - относительной магнитной проницаемости в диапазоне $1,003 \leq \mu \leq 1,200$ на изделиях из аустенитных хромо-никелевых сталей, а также изготовление комплекта из двух стандартных образцов предприятия (СОП) с относительной магнитной проницаемостью $1,003 \leq \mu \leq 1,200$. (лаб. магн.структурного анализа)

Разработан и изготовлен прибор «ФерроКОМПАС» для измерения относительной магнитной проницаемости от 1,003 до 1,200 на поверхности деталей из аустенитных хромоникелевых сталей. Первичный преобразователь позволяет проводить контроль на локальном участке изделия диаметром 15-20 мм. Прибор выполнен в малогабаритном корпусе. Питание прибора – от встроенных аккумуляторов. В комплекте к прибору поставляется комплект стандартных образцов (2 шт.) для проверки работоспособности «ФерроКОМПАСа».

Разработка готовится к внедрению на Акционерном обществе «Уральское производственное предприятие «Вектор» (АО «УПП «Вектор»).