

Наименование института: **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук  
(ИМЕТ УрО РАН)**

**Отчет по основной референтной группе 17 Технологии материалов, металлургия**

Дата формирования отчета: **19.05.2017**

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **Инфраструктура научной организации**

#### **1. Профиль деятельности согласно перечню, утвержденному протоколом заседания Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения от 19 января 2016 г. № ДЛ-2/14пр**

«Разработка технологий». Организация преимущественно ориентирована на выполнение прикладных исследований и разработок, получение результатов, имеющих практическое применение. Характеризуется высоким уровнем создания охраноспособных результатов, при этом доходы от оказания научно-технических услуг и уровень публикационной активности незначителен. (2)

#### **2. Информация о структурных подразделениях научной организации**

##### **1. Лаборатория статики и кинетики процессов**

Научная специализация: Систематическое изучение структуры и физико-химических свойств многокомпонентных оксидных соединений (ферриты, титанаты, ванадаты, хромиты, высокотемпературные сверхпроводники, системы редкоземельный металл-марганец-кислород) с целью создания новых перспективных функциональных материалов, обладающих специфическими, в том числе магнетокалорическими и каталитическими свойствами.

##### **2. Лаборатория физхимии металлургических расплавов**

Научная специализация: Интеграция теоретических и экспериментальных методов по исследованию влияния мехноактивации на процессы плавления – кристаллизации металлов, создания композиционных материалов с высокими служебными свойствами. Изучение межфазных свойств высокотемпературных расплавов на границах твердая фаза-расплав, твердая фаза-газ, расплав-газ, исследование проницаемости водорода через металлы и сплавы (коэффициент диффузии, проницаемость и растворимость водорода определяются одновременно в одном эксперименте). Высокотемпературные рентгенодифракционные исследования процесса плавления-кристаллизации в металлических системах. Разработка технологий получения комплексных лигатур для модифицирования и дисперсионного упрочнения алюминиевых сплавов, создания литых композиционных материалов с медной



057742

и алюминиевой матрицами, дисперсно упрочненных тугоплавкими металлами (W, Nb, Cr, Ti, V) и их карбидами. Разработка металлических мембран для очистки водорода, не содержащих палладий.

### 3. Лаборатория пирометаллургии черных металлов

Научная специализация: Разработка схем комплексной переработки полиметаллического железорудного сырья Урала и техногенных отходов (титаномагнетиты Качканарского, Копанского и Медведевского месторождений, красные шламы). Создание, совершенствование и использование математических моделей для анализа и оптимизации разрабатываемых и действующих в промышленности пирометаллургических схем переработки железорудного сырья. Разработка новых технологических приемов в процессах раскисления, рафинирования и легирования стали.

### 4. Лаборатория электротермии восстановительных процессов

Научная специализация: Развитие методов электронной спектроскопии отражения при температурах до 1700К для изучения фторидных и оксидных расплавов, содержащих ионы переходных металлов, установление валентного и координационного состояния лантаноидов во фторидных расплавах. Создание программного обеспечения принципиально новой системы автоматизированного контроля и управления процессами выплавки ферросплавов, кремния и карбидов кальция. Разработка технологий металлотермического получения редкометальных сплавов из рудного и вторичного сырья, в том числе германия из продуктов сжигания германийсодержащих углей.

### 5. Лаборатория порошковых, композиционных и нано-материалов

Научная специализация: Развитие теории и методов компьютерного, в том числе многомасштабного, моделирования процессов получения нано- и микродисперсных металлических и композиционных порошков, теплофизических и динамических процессов плазменного напыления покрытий. Развитие метода количественного компьютерного неизотермического физико-химического анализа процессов кристаллизации многокомпонентных расплавов на основе железа. Разработка инновационных технологий получения микро- и наноразмерных металлических порошков, создание композиционных материалов на их основе, развитие методов напыления порошков на детали машин и механизмов с использованием дозвуковой и сверхзвуковой плазмы и технологии получения антикоррозионных и противоизносных покрытий. Развитие программного обеспечения для компьютерного моделирования процессов кристаллизации сплавов.

### 6. Лаборатория пирометаллургии цветных металлов

Научная специализация: Изучение структуры и свойств нестехиометрических сульфидов и оксосульфидов, химизма и кинетики окислительно-восстановительных реакций в сложных многокомпонентных системах цветной металлургии, исследование магнитной восприимчивости сульфидов железа, допированных никелем, кобальтом, медью и др. элементами. Создание научных основ и технологий комплексного использования полиметаллического рудного и техногенного сырья, содержащего цветные и редкие металлы.



Разработка нетрадиционных технологий селекции элементов из сырья цветных и редких тугоплавких металлов. Разработка и внедрение технологий применения бора для микролегирования стали.

7. Группа Советника РАН, академика Ватолина Н.А.

Научная специализация: Развитие квантово-статистических методов и моделей расчета концентрационной зависимости термодинамических свойств сплавов в кристаллическом, жидком и аморфном состояниях, изучение физико-химических свойств и строения металлических расплавов с использованием моделей жидкого состояния. Металлургическая оценка марганцевых, хромовых и никельсодержащих руд уральских и российских месторождений, создание новых комплексных ферросплавов для микролегирования и модифицирования стали и чугуна (выбор рационального состава ферросплавов, определение их физико-химических характеристик, разработка технологии производства).

8. Лаборатория аналитической химии

Научная специализация: Теоретические исследования поведения полихлорированных бифенилов в термических и химических процессах для создания технологий их экологически безопасной утилизации. Разработка статистических моделей растворов в жидком состоянии, расчет термодинамических характеристик плавления и смешения, фазовых диаграмм. Проведение неэмпирических расчётов равновесных состояний в многокомпонентных системах с использованием оригинальной модели идеального раствора продуктов взаимодействия. Совершенствование существующих и аттестация новых методик анализа многокомпонентного металлургического сырья и продукции (руд, шлаков, концентратов, сплавов на основе железа и цветных металлов) с использованием термодинамического моделирования для выбора внутренних стандартов, оценки влияния матрицы на аналитический сигнал и оптимизация пробоподготовки. Разработка научных основ получения и применения новых бессвинцовых материалов для припоев, в том числе диффузионно твердеющих. Изучение объемноаморфирующихся сплавов.

### **3. Научно-исследовательская инфраструктура**

Институт обладает широким спектром научного оборудования, на базе которого создан Центр коллективного пользования (далее ЦКП) "Рациональное природопользование и передовые технологии материалов" (сокращенное название "Урал-М"). ЦКП образован 20 июня 2008 года при финансовой поддержке Федерального агентства по науке и инновациям в целях выполнения Федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники», государственный контракт № 02.552.11.7030. ЦКП «Урал-М» представляет собой научно-организационную структуру при ИМЕТ УрО РАН, оснащенную современным научным и аналитическим оборудованием, имеющую высококвалифицированные кадры и обеспечивающую на имеющемся оборудовании проведение научных исследований и оказание



услуг (исследований, испытаний, измерений), в том числе в интересах внешних пользователей (физических лиц и сторонних организаций).

Перечень научного оборудования, закрепленного за ЦКП «Рациональное природопользование и передовые технологии материалов»

Наименование единицы Марка Фирма-изготовитель Страна Год выпуска Стоимость, (млн.руб.) оборудования

Рентгеноструктурные исследования

1. Дифрактометр рентгеновский XRD 7000 Шимадзу Япония 2008 3,3
2. Дифрактометр рентгеновский XRD 7000 Шимадзу Япония 2011 6,5
3. Дифрактометр рентгеновский с высоко- и низкотемпературными камерами и системой п/к оптики XRD 7000 Шимадзу Япония 2008 9,5
4. Дифрактометр рентгеновский с высоко- и низкотемпературными камерами и зеркалом Гебеля D8 Advance Bruker AXS Германия 2007 30,2

Магнитные свойства

5. Автоматизированная VSM система с приставкой для измерения эффекта Холла CFS-9T-CVTI Cryogenic Ltd. Велико-британия 2013 17,5

Термогравиметрия и калориметрия

6. Вакуумная циркуляционная установка -- ИМЕТ УрО РАН Россия 2002 0
7. Прибор синхронного термического анализа STA 449 F3 Jupiter Netzsch Германия 2008 3,5
8. Высокотемпературный прибор синхронного термического анализа STA 449 F3 Jupiter Netzsch Германия 2014 7,1
9. Прибор синхронного термического анализа, совмещенный с масс-спектрометром MS 403 AelosII STA 449 C Jupiter Netzsch Германия 2006 6,0
10. Система синхронного термического анализа STA 402 PC Luxx Netzsch Германия 2009 1,8

11. Прибор для определения теплопроводности и температуропроводности LFA 457 MicroFlash Netzsch Германия 2008 6,2

12. Дроп-калориметр МНТС SETARAM Instrumentation Франция 2009 11,8

13. Дилатометр DIL 402 CD Netzsch Германия 2010 3,0

Микроскопия

14. Электронный сканирующий микроскоп с энергодисперсион-ным спектрометром Inca X-Act Carl Zeiss EVO 40 Carl Zeiss Велико-британия 2009 11,2

15. Инвертированный металлографический микроскоп Olympus GX-51 Olympus Life and Material Science Europa GmbH Япония 2006 1,1

16. Анализатор частиц субмикронного диапазона и определения дзета-потенциала DelsaNanoC Beckman Coulter Ltd. США 2008 2,9

17. Анализатор частиц по размерам и форме CAMSIZER - XT Retsch Technology GmbH Германия 2011 4



18. Анализатор распределения частиц по размерам для субмикронных систем Malvern Malvern Instruments Ltd. Велико-британия 2011 1,9

Механические свойства

19. Универсальная машина для испытаний BT1-FR050THW.A1K Zwick GmbH & o.KG Германия 2009 3,2

20. Микротвердомер Micromet-5103 Buehler Германия 2010 2,3

Спектроскопия конденсированного состояния

21. Электронный спектрометр с приставкой для сканирующей туннельной микроскопии GPI-300 Multiprob Omicron Omicron Германия 2012 20,2

22. Спектрально измерительный комплекс для регистрации отражательно-абсорбционных электронных спектров растворов расплавов КРОАЭС СП «Солар ТИИ» Белоруссия 2008 3,4 -

23. Комплекс для исследования водородопроницаемости - ИМЕТ УрО РАН Россия 2012 2,3

Аналитическая химия

24. Атомно-абсорбционный спектрофотометр с приставкой для электротермической атомизации Solaar M6 Thermo Electron Corporation США 2006 3,5

25. Газоанализатор азота, кислорода, водорода ONH-2000 Eltra GMBH Германия 2002 1,4

26. Рентгенофлуоресцентный волнодисперсионный спектрометр последовательного действия S4 Explorer Bruker AXS Германия 2003 7,0

27. Анализатор серы, углерода CS-230 Leco США 2008 1,7

28. Анализатор жидкости ФЛЮОРАТ-02-ПАНОРАМА Люмэкс Россия 2003 0,2

29. Спектрофлуориметр с системой измерения времени жизни флуоресценции FLUOROMAX-4 HORIBA JOBIN YVON США 2008 4,0

30. Атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой Optima 2100 DV Perkin Elmer Inc США 2007 2,8

Металлургия

31. Вращающаяся печь KSR-80-500/11 Nabertherm Германия 2011 1,48

32. Химический реактор автоклав для гидрометаллургических исследований Parr 45-40 Parr Instruments США 2011 2,81

33. Печь дугового плавления 5SA Vacuum Industries США 2011 1,15

34. Электрическая трубчатая печь Carbolite Linder Tester Carbolite Великобритания 2012 7,5

В ИМЕТ УрО РАН, на базе изготовленного фирмой ООО «СОЛ инструментс» (г. Минск) спектрометра, создан оригинальный спектрально-аналитический комплекс с высокотемпературной печью-оптической ячейкой собственного производства, позволяющий регистрировать электронные спектры поглощения и отражения расплавов в диапазоне 42500–6000 см<sup>-1</sup> при температурах до 1650К.



На вышеописанной установке методом электронной спектроскопии отражения в ближней УФ области получены электронные спектры расплавов системы  $\text{BeF}_2\text{-CeF}_2$  и  $\text{V}_2\text{O}_3\text{-Ce}_2\text{O}_3$ . Из спектральных данных определены координационные числа ионов церия (III) в этих системах. Найдено, что нефелоксетический сдвиг межконфигурационных переходов электронов в ионах церия зависит от степени ковалентности связей и валентности лигандов в комплексных группировках  $\text{CeF}_6$  и  $\text{CeO}_6$ . Показано, что характер спектрограммы расплавов  $\text{V}_2\text{O}_3\text{-Ce}_2\text{O}_3$  зависит от предварительной подготовки (механоактивации) компонентов смеси, что приводит к структурной неоднородности оксидных комплексных группировок ионов церия (III) в боратных расплавах. Также были исследованы электронные спектры поглощения и отражения ионов трифторида празеодима в расплавленных фторидах щелочных металлов. Установлено, что интенсивность гиперчувствительного перехода зависит от ковалентности связей в комплексных группировках  $(\text{PrF}_6)_3^-$  и от их симметрии. Интенсивность не гиперчувствительных переходов определяется только симметрией комплексных группировок  $(\text{PrF}_6)_3^-$ .

DOI: 10.1134/S1087659614030109, DOI: 10.1134/S0036023615120128

В институте создана оригинальная высоковакуумная (до  $10^{-8}$  Па) установка с диффузионной ячейкой для изучения удельной водородопроницаемости металлических мембран до  $1200^\circ\text{C}$ . Методами измерения удельной водородопроницаемости на этой установке, металлографии, рентгенофазового анализа и микротвердости исследованы сплавы  $\text{V}_{53}\text{Ti}_{26}\text{Ni}_{21}$  и  $\text{Ta}_{77}\text{Nb}_{23}$ . Показано, что сплав  $\text{Ta}_{77}\text{Nb}_{23}$  демонстрирует приемлемые для практического использования параметры водородопроницаемости и механические характеристики, пригодные для изготовления тонких мембран для получения чистого водорода. DOI: 10.1016/j.jallcom.2015.01.242.

**4. Общая площадь опытных полей, закрепленных за учреждением. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»**

Информация не предоставлена

**5. Количество длительных стационарных опытов, проведенных организацией за период с 2013 по 2015 год. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»**

Информация не предоставлена

**6. Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований**

Информация не предоставлена

**7. Значение деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона**



Совместно с рядом институтов Уральского отделения РАН в рамках Комплексной программы фундаментальных научных исследований УрО РАН в 2015-2017 гг. институтом выполняется междисциплинарный проект № 15-11-2345-27 «Освоение недр Земли: разработка комплексных методов оценки и технологической подготовки к глубокой переработке титаносодержащих руд для развития минерально-сырьевой базы горно-металлургического комплекса Урала», а в 2012-2014 гг. выполнялись проекты по Программе междисциплинарных фундаментальных исследований УрО РАН № 12-М-23457-2041 «Освоение недр земли: перспективы расширения и комплексного освоения рудной минерально-сырьевой базы горно-металлургического комплекса Урала» и № 12-М-37-2033 «Формирование нового технологического облика металлургического комплекса региона».

В этих проектах Институтом металлургии УрО РАН проведена оценка имеющихся и разрабатываемых технологий переработки как минерального (в основном железорудного титаномагнетитового), так и вторичного техногенного сырья (хвосты обогащения комплексных руд, шлаки, шламы и другие отходы металлургических и иных производств). Реализация технических решений, предложенных в этих проектах, позволит решить проблему дефицита железорудного сырья на Урале за счет вовлечения в эксплуатацию, взамен выработанных, новых поликомпонентных месторождений со своим, специфическим химсоставом, осуществить масштабную переработку гигантских накоплений техногенных отходов прошлых лет отходов текущего производства. Комплекс предложенных мероприятий направлен на сохранение и увеличение количества рабочих мест на горно-металлургических предприятиях Уральского региона и на особо актуальные для Урала вопросы снижения экологической нагрузки на здоровье населения.

### **8. Стратегическое развитие научной организации**

Между ИМЕТ УрО РАН и Уральским государственным техническим университетом (ныне Уральский федеральный университет – УрФУ) заключен Договор о совместной целевой (научно-образовательной) деятельности в рамках, созданного совместным приказом от 25.04.2006 №186/03-5/0 Научно-образовательного центра (НОЦ) в области высокотемпературной физической химии, материаловедения и металлургии. Высококвалифицированные специалисты ИМЕТ УрО РАН читают лекции в УрФУ, руководят преддипломной практикой, являются председателями ГАКов. Студенты УрФУ проходят в ИМЕТ УрО РАН все виды практик (ежегодно до 40 человек), выполняют курсовые научные работы, а также готовят дипломные работы и магистерские диссертации. За 2013-2015гг. были подготовлены и защищены 23 выпускных работы.

## **Интеграция в мировое научное сообщество**

### **9. Участие в крупных международных консорциумах (например - CERN, ОИЯИ, FAIR, DESY, МКС и другие) в период с 2013 по 2015 год**



Информация не предоставлена

**10. Включение полевых опытов организации в российские и международные исследовательские сети. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства»**

Информация не предоставлена

**11. Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов за период с 2013 по 2015 год**

Договор на создание научно-технической продукции № 4/2013 с Химико-металлургическим институтом им. Ж. Абишева (Республика Казахстан). «Изучение возможности применения борсодержащих материалов при выплавке ферросплавов и стали». 10.01.2013-30.10.2013, 2 262 289 рублей.

В условиях Серовского завода ферросплавов (завод принадлежит иностранному партнеру) в 2013 г. были проведены промышленные опытные плавки по получению борсодержащих ферросплавов по технологии, предложенной ИМЕТ УрО РАН. Технология состояла в подаче порошкообразного борсодержащего сырья в ковш при выпуске в него расплава ферросилиция-65 из рудновосстановительных печей. При вводе материала выбросов расплава из ковша не наблюдалось. Химический анализ полученного ферросиликобора (ФСБ) показал наличие в нем 65% кремния и 0,8-1,0% бора. Усвоение бора в сплав составило до 50%. Испытание показало целесообразность получения ФСБ указанным способом. Имеется Акт промышленных испытаний.

Договор на создание научно-технической продукции № 30/2013 с АО «АрселорМиттал Темиртау» (Республика Казахстан). «Разработка и освоение эффективной технологии десульфурации и микролегирования сталей бором с формированием на УКП шлаков системы  $\text{CaO} - \text{MgO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{B}_2\text{O}_3$ ». 06.05.2013-28.02.2014, 1 500 000 рублей.

Договор на создание научно-технической продукции № Y2076/2014 с АО «АрселорМиттал Темиртау» (Республика Казахстан). «Разработка и внедрение технологии выплавки экономнолегированных борсодержащих сталей с формированием на УКП шлаков системы  $\text{CaO} - \text{MgO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{B}_2\text{O}_3$ ». 22.09.2014-31.08.2015, 1 500 000 рублей

По результатам выполненных НИР по заказу АО «АрселорМиттал Темиртау» на производстве заказчика в 2015 г. был разработан комплекс технологических приемов формирования на установке ковш-печь многокомпонентной шлаковой системы, включающий рекомендованные расходы и режим присадки в ковш извести, колеманита, карбида кальция и алюминия, обеспечивший производство экономно легированных марганцем борсодержащих сталей. Внедрение разработанных технологических приемов обеспечило на 60-70% плавок содержание бора 0,001-0,005%, сохранение высоких рафинирующих и десульфурующих свойств формируемых основных борсодержащих шлаков, высокие прочностные и пластические характеристики металлопроката низкомарганцовистых





борсодержащих сталей, снижение себестоимости стали за счёт сокращения расхода марганцевых ферросплавов на 0,3-0,6 кг/т и улучшение экологической обстановки за счёт исключения использования плавикового шпата. Экономический эффект составил 0,613 \$ на тонну мтали. Имеется Акты внедрения.

## НАУЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ

### Наиболее значимые результаты фундаментальных исследований

#### 12. Научные направления исследований, проводимых организацией, и их наиболее значимые результаты, полученные в период с 2013 по 2015 год

Направление 44 «Фундаментальные основы химии»

1. В процессе систематического изучения структуры и свойств материалов систем РЗМ-марганец-кислород рассмотрены манганиты  $\text{NdMn}_2\text{O}_5$  и  $\text{NdMnO}_3$ , проявляющие зарядовое и орбитальное упорядочение, электронное разделение фаз, обладающие специфическими физическими свойствами: магнеторезистивными и каталитическими. Построена фазовая диаграмма системы Nd-Mn-O в координатах “давление кислорода – обратная температура - состав“. Определен температурный интервал Ян-Теллеровского превращения и установлено его влияние на изменение энтальпии реакции диссоциации соединения  $\text{NdMnO}_3$ . Полученные экспериментальные результаты обосновывают применимость этого класса соединений в качестве функциональных материалов электронной промышленности.

2. В ходе комплексного исследования структурных и физико-химических свойств натриевооборотных расплавов, содержащих оксиды редкоземельных элементов (РЗЭ) лантанидной группы, установлены оптимальные технологические параметры процесса электрохимического микролегирования при выращивании монокристаллов. Методом электронной спектроскопии отражения показано, что для получения химической и структурной однородности натриевооборотных расплавов, обеспечивающей высокую степень восстановления легирующих элементов, необходимо проведение предварительной механоактивации оксидов РЗЭ.

3. Разработано диалоговое программное обеспечение для моделирования затвердевания многокомпонентных стальных расплавов на основе теории квазиравновесной двухфазной зоны и химического равновесия между компонентами расплава и продуктами химических реакций, использующее поверхность ликвидуса всей системы. При этом полностью выполняется закон сохранения масс, учитываются диффузия компонентов в твердой фазе и другие теплофизические эффекты, что позволяет моделировать затвердевание как в неограниченном объеме, так и при кристаллизации в изложнице с рассмотрением процессов образования усадочной раковины, пористости и перераспределения компонентов в объеме для формулирования рекомендаций по улучшению качества литого металла, снижению брака слитков и повышению срока службы изложниц.



## Публикации:

1. Истомин, С.А. Фазовый состав и термодинамические свойства оксидно-фторидных систем. / С.А. Истомин, В.М. Денисов, Л.Т. Денисова, Э.А. Пастухов, Н.В. Белоусова // монография. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. -184 с., 300 экз. – ISBN 978-5-7691-2362-7.
2. Корчемкина, Н.В. Структура и свойства расплавов меди с алюминием, оловом и свинцом / Н.В. Корчемкина, Э.А. Пастухов, Е.Н. Селиванов, В.П. Ченцов // . – Екатеринбург: ООО "УИПЦ", 2014, 182 с. 300 экз. – ISBN 978-5-4430-0014-9.
3. Ryltsev, R. E. Multistage structural evolution in simple monatomic supercritical fluids: Superstable tetrahedral local order / Ryltsev, R. E.; Chtchelkatchev, N. M. // PHYSICAL REVIEW E. – 2013. – V. 88. – IS. 5. – P. 052101 1-9. IF WOS 2.313. DOI 10.1103/PhysRevE.88.052101
4. Evdokimova, O.V. The Rhenium Determination in Copper and Molybdenum Ores and Concentrates by ICP Atomic Emission Spectrometry / O. Evdokimova, P. Zaitceva, N. Pechishcheva, A. Pupyshchev, K. Shunyaev // Current Analytical Chemistry. – 2014. - V.10 - №4.- P.449-456. IF WOS 1,194. IF Scopus 1,213. DOI 10.2174/157341101004140701102351.
5. Yankin, A.M. Influence of oxygen non-stoichiometry on physical properties of NdSr<sub>2</sub>Mn<sub>2</sub>O<sub>7±δ</sub> / A.M. Yankin, A.V. Fetisov, O.M. Fedorova, S.A. Uporov, V.Ya. Mitrofanov // Journal of Rare Earths. – Amsterdam: Elsevier Science BV, 2015, V. 33, N 3, pp. 282. IF WOS 1,126. IF Scopus 1,437. DOI 10.1016/S1002-0721(14)60416-6.

Направление 45 «Научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов»

1. Оптимизированы способы получения дисперсно-дисперсионно-упрочненных композиционных материалов Cu-Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>-Cr, Cu-NbC-Nb и Cu-Nb<sub>x</sub>Cy-Nb-C с применением и/или совмещением механоактиваций в твердом и жидком состояниях, металлизации карбидных частиц или их синтеза непосредственно в расплаве и последующего старения сплавов. Высокие значения твердости (до 1450МПа) и электропроводности (до 85% IACS) полученных литых сплавов с общим содержанием Cr(Nb) до 1% соответствуют требованиям, предъявляемым к электроконтактам низковольтной аппаратуры. Способы получения сплавов выгодно отличаются от существующих методов порошковой металлургии возможностью управления фазовым составом, кратковременностью и простотой операций технологической цепочки.

2. Методом многомасштабного компьютерного моделирования проведен анализ важнейших закономерностей процесса формирования металлических кластеров (нано- и микрочастиц) в установках работающих по методу газофазного синтеза. Получено статистическое описание нуклеации, основанное на вычисленных параметрах взаимодействия кластеров, вероятностях образования долгоживущих кластеров в столкновениях и интенсивности тепловыделения при взаимодействиях с атомами инертного газа и металла, что дает реалистичную картину кластерообразования. Установлено, что основным путем ну-



клеации на начальном этапе является формирование долгоживущих возбужденных малых (до 10 атомов) кластеров и их последующая релаксация при столкновениях. Результаты моделирования направлены на прогнозирование структуры и формы ультрадисперсных металлических частиц, получаемых в технологии газофазного синтеза.

3. В результате термодинамического моделирования и экспериментальных исследований взаимодействия ванадия, алюминия и алюминидов ванадия с азотом в широком интервале температур, обоснована возможность получения нитридов ванадия и алюминия в азотированном сплаве ванадий-алюминий при атмосферном давлении. В отличие от используемого способа СВС, требующего специальной аппаратуры и высокого (до 100 ат.) давления, предложен плазменный метод и конструкция аппарата для получения глубокоазотированных (12 – 14% азота) алюмованадиевых сплавов, используемых при производстве лигатур для титановых сплавов конструкционного назначения.

Публикации:

1. Дорогина, Г.А. Физико-химический анализ технологии получения порошковых магнитомягких материалов на основе железа / Г.А. Дорогина, В.Ф. Балакирев, Э.С. Горкунов // монография. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 183 с. 300 экз. – ISBN 978-5-7691-2335-1.

2. Uporov, S. A. Magnetic properties of mechanically activated SmMnO<sub>3</sub> powders / Uporov, S. A.; Mitrofanov, V. Ya.; Fedorova, O. M.; Fishman, A. Ya. // JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE. – 2013. – V. 48. – IS. 21. – P. 7673–7678. IF WOS 2,136. IF Scopus 2,297. DOI 10.1007/s10853-013-7585-1.

3. Fetisov, A.V. XPS study of the chemical stability of DyBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>6+δ</sub> superconductor / A. V. Fetisov, G. A. Kozhina, S. Kh. Estemirova, V. B. Fetisov, R. I. Gulyaeva // Physica C: Superconductivity and its Applications. – 2015, V. 508, pp. 62-68. IF WOS 1,11. IF Scopus 1,076. DOI 10.1016/j.physc.2014.11.003.

4. Kulikova, T.V. Thermodynamic properties of Cu–Zr melts: The role of chemical interaction / T.V. Kulikova, A.V. Majorova, K.Yu. Shunyaev, R.E. Ryltsev // Physica B: Condensed Matter. – 2015. - V. 466–467. - P. 90–95. IF WOS 1,319. IF Scopus 1,352. DOI 10.1016/j.physb.2015.04.001.

5. Ignat'ev, I.E. Preparation of Alloys of the Al-Nb System Using Melt Low-Frequency Treatment / I.E. Ignat'ev, L.E. Bodrova, E.A. Pastukhov // Metallurgist. – 2015. – V. 59. – P. 248-250. IF WOS 0,243. IF Scopus 1,121. DOI 10.1007/s11015-015-0092-7.

Направление 46 «Физико-химические основы рационального природопользования и охраны окружающей среды на базе принципов «зеленой химии» и высокоэффективных каталитических систем; создание новых ресурсо- и энергосберегающих металлургических и химико-технологических процессов, включая углубленную переработку углеводородного и минерального сырья различных классов и техногенных отходов, а также новые технологии переработки облученного ядерного топлива и обращения с радиоактивными отходами»



1. В цехе производства германиевого концентрата ООО «Германий и приложения» (п.Новошахтинский Приморского края) внедрены разработки ИМЕТ УрО РАН по технологии брикетирования и электроплавки брикетов из продуктов сжигания угля Павловского месторождения, заложенные в технологический регламент проекта отделения электроплавки. Первый этап технологии заключается в совместной шихтовке сырья, алебаstra, гашеной извести и угля в расчетных соотношениях, измельчении и увлажнении смеси с получением брикетов с требуемыми прочностными характеристиками. Следующим этапом является электроплавка брикетов по разработанному в результате исследований режиму. Реализация разработки обеспечивает уровень извлечения германия в концентрат не менее 90%, что подтверждено двумя актами внедрения от ООО «Германий и приложения».

2. На трубчатой вращающейся печи модели RSR 80-500/11 фирмы Nabertherm (Германия), имитирующей промышленную печь, переработана партия ванадийсодержащего марганцовистого шлака. В результате получен огарок, содержащий ванадий в виде пированадата марганца ( $Mn_2V_2O_7$ ). Ванадий из огарка селективно выщелочили на 90-95% раствором соды с концентрацией  $Na_2CO_3$  120-150 г/дм<sup>3</sup> при  $T = 90-95^\circ C$  в течении 3-х часов. После обжига ванадиевого осадка и утилизации выделяющихся газов  $NH_3$  с получением  $NH_4OH$ , получен пентоксид ванадия ( $V_2O_5$ ), соответствующий требованиям титановой промышленности для легирования алюминиевых и титановых сплавов. Из кеков, содержащих карбонат марганца ( $MnCO_3$ ), сернокислотным выщелачиванием получен гидроксид марганца, а при последующем обжиге получен оксид марганца ( $Mn_3O_4$ ). Из  $V_2O_5$  получена лигатура и выплавлен легированный ванадием титановый слиток.  $Mn_3O_4$  использован для выплавки марганецсодержащего флюса марки АН-М13, предназначенного для сварки меди и бронз.

3. Методами термодинамического моделирования оценены рафинирующие свойства магниезальных шлаков по отношению к стали, экспериментально изучены вязкость и фазовые составы оксидных расплавов системы  $CaO-SiO_2-Fe_2O_3-MnO-MgO$ . На основе полученных данных разработаны оптимальные составы шлаков, оценены возможности и условия их формирования при выплавке стали в дуговых сталеплавильных печах. Освоение предложенного шлакового режима на ОАО «Северский трубный завод» обеспечило рекордную, более 1600 плавов, стойкость футеровки печи с сохранением высоких технологических и технико-экономических показателей процесса. Технология может быть тиражирована в электросталеплавильных цехах российских и зарубежных предприятий.

Публикации:

1. Смирнов, Л.А. Переработка техногенных отходов / Смирнов Л.А., Сорокин Ю.В., Смятиновская Н.М., Данилов Н.И., Еремин А.Ю. // монография. – Екатеринбург, ОАО УИПЦ. 2012. С.607. 150 экз. – ISBN 978-5-4430-0041-1.



2. Селиванов, Е.Н. Обработка стоков и утилизация шламов металлургических предприятий / Е. Н. Селиванов, В. И. Аксенов, С. Э. Кляйн, И. И. Ничкова // Екатеринбург: ООО "УИПЦ". – 2014, 80 с. 150 экз. – ISBN 978-5-4430-0071-8.

3. Sheshukov, O. Yu. The Slag Regime of Equipment Used for the Secondary Treatment of Steel and the Durability of Its Refractories / O. Yu. Sheshukov, I. V. Nekrasov, M. A. Mikheenkov, D. K. Egiazar'yan, L. A. Ovchinnikova, A. A. Metelkin, I. D. Kashcheev, V. S. Tsepelev // Refractories and industrial ceramics. – 2015.- Volume 56, Issue 4, pp 327-332. IF WOS 0,125. IF Scopus 1,124. DOI 10.1007/s11148-015-9842-0.

4. Khalezov, B.D. Methods of Processing Ores from the Udokan Deposit / B.D. Khalezov // Metallurgist. – 2015. – V. 58. – №11-12. – P. 1118-1122. IF WOS 0,243. IF Scopus 1,121. DOI 10.1007/s11015-015-0049-x.

5. Zhdanov, A.V. Problems with Waste Generation and Recycling in the Ferroalloys Industry / Zhdanov, A. V.; Zhuchkov, V. I.; Dashevskii, V. Ya.; Leont'ev, L. I. // Metallurgist. – 2015. – V. 58. – IS. 11-12. – P. 1064–1070. IF WOS 0,243. IF Scopus 1,121. DOI 10.1007/s11015-015-0041-5.

**13. Защищенные диссертационные работы, подготовленные период с 2013 по 2015 год на основе полевой опытной работы учреждения. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».**

Информация не предоставлена

**14. Перечень наиболее значимых публикаций и монографий, подготовленных сотрудниками научной организации за период с 2013 по 2015 год**

Статьи

1. Ryltsev, R. E. Superfragile Glassy Dynamics of a One-Component System with Isotropic Potential: Competition of Diffusion and Frustration / Ryltsev, R. E.; Chtchelkatchev, N. M.; Ryzhov, V. N. // PHYSICAL REVIEW LETTERS. – 2013. – V. 110, 025701 (1-5) ( IF WOS 7,943 - IF Scopus 7,997 - DOI10.1103/PhysRevLett.110.025701)

2. Khramov, A. P. Anodic behaviour of the Cu<sub>82</sub>Al<sub>18</sub>Ni<sub>5</sub>Fe<sub>5</sub> alloy in low-temperature aluminium electrolysis / Khramov, A. P.; Kovrov, V. A.; Zaikov, Yu. P.; Chumarev, V. M. // CORROSION SCIENCE. – 2013. – V. 70. – P. 194–202 (3,615 - 4,623 - 10.1016/j.corsci.2013.01.029)

3. Uporov, S. A. Magnetic properties of mechanically activated SmMnO<sub>3</sub> powders / Uporov, S. A.; Mitrofanov, V. Ya.; Fedorova, O. M.; Fishman, A. Ya. // JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE. – 2013. – V. 48. – IS. 21. – P. 7673–7678 (2,163 - 2,297 - 10.1007/s10853-013-7585-1)

4. Redkin, A. Electrical conductivity of molten mixtures of potassium and sodium fluorides with calcium fluoride / Redkin, A.; Zaikov, Yu.; Tingaev, P.; Istomin, S.; Ryabov, V. // IONICS. – 2013. – V. 19. – IS. 12. – P. 1949–1954 (1,674 - 1,643 - 10.1007/s11581-013-1001-3)



5. Dubinin, N.E. Thermodynamic perturbation theory in studies of metal melts / Dubinin N.E., Vatolin N.A., Filippov V.V. // Russian Chemical Reviews. – 2014. – V. 83. – Iss. 11. – P. 987-1002 (2,583 - 2,13 - 10.1070/RCR4410)

6. Kozhakhmetov, S. Alloys based on Group 5 metals for hydrogen purification membranes / S. Kozhakhmetov, N. Sidorov, V. Piven, I. Sipatov, I. Gabis, B. Arinov // Journal of Alloys and Compounds. – 2014. – V. 645. – Iss. 1. – P. S36-S40 (2,726 - 2,829 - 10.1016/j.jallcom.2015.01.242)

7. Polukhin, V.A. Stability and thermal evolution of transition metal and silicon clusters / V.A. Polukhin // Russian Chemical Reviews. – 2015. – V. 84. – №5. – P. 498 – 539 (2,318 - 2,315 - 10.1070/RCR4411)

8. Dashevskii, V.Ya. Deoxidation Equilibrium of Niobium in the Iron-Nickel Melts / V.Ya. Dashevskii, A.A. Aleksandrov, A.A. Kanevskii, L.I. Leont'ev // Metallurgical and Materials Transactions B-Process Metallurgy And Materials Processing Science. – 2015. – Vol. 46 – Iss. 1 – P. 220-225 (1,461 - 0- 10.1007/s11663-014-0214-9)

9. Ignat'ev, I.E. Preparation of Alloys of the Al-Nb System Using Melt Low-Frequency Treatment / I.E. Ignat'ev, L.E. Bodrova, E.A. Pastukhov // Metallurgist. – 2015. – V. 59. – P. 248-250 (0,243 - 1,121- 10.1007/s11015-015-0092-7)

10. Sivtsov, A.V. The Valve Effect of an Electric ARC and Problems in Controlling Electric-ARC Furnaces / A.V. Sivtsov, O.Yu. Sheshukov, M. M. Tsymbalist, I.V. Nekrasov, D.K. Egiazar'yan // Metallurgist. – 2015. – V. 59. – IS. 5-6. – P. 380–385 (0,243 - 1,121 - 10.1007/s11015-015-0113-6)

#### Монографии

1. Халезов, Б.Д. Кучное выщелачивание медных и медно-цинковых руд / Б.Д. Халезов // монография. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013.- 310 с., 200 экз. - ISBN 978-5-7691-2365-8

2. Смирнов, Л.А. Переработка техногенных отходов / Смирнов Л.А., Сорокин Ю.В., Смятиновская Н.М., Данилов Н.И., Еремин А.Ю. // монография. – Екатеринбург, ОАО УИПЦ. 2012. – 607с., 150 экз. - ISBN 978-5-4430-0041-1

3. Истомин, С.А. Фазовый состав и термодинамические свойства оксидно-фторидных систем. / С.А. Истомин, В.М. Денисов, Л.Т. Денисова, Э.А. Пастухов, Н.В. Белоусова // монография. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. -184 с., 300 экз. – ISBN 978-5-7691-2362-7

4. Дорогина, Г.А. Физико-химический анализ технологии получения порошковых магнитомягких материалов на основе железа / Г.А. Дорогина, В.Ф. Балакирев, Э.С. Горкунов // монография. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 183 с., 300 экз. - ISBN 978-5-7691-2335-1

5. Романова, О.А. Формирование нового технологического облика металлургического комплекса региона / О. А. Романова, Е. Н. Селиванов, Г. Б. Коровин // монография - Ека-



теринбург: Институт экономики УрО РАН. – 2014, 234 с., 300 экз. - ISBN 978-5-94646-480-2

6. Селиванов, Е.Н. Обработка стоков и утилизация шламов металлургических предприятий / Е. Н. Селиванов, В. И. Аксенов, С. Э. Кляйн, И. И. Ничкова // монография - Екатеринбург: ООО "УИПЦ". – 2014, 80 с., 150 экз. - ISBN 978-5-4430-0071-8

7. Юрьев, В.П. Определение теплофизических свойств материалов металлургического производства / В. П. Юрьев, В. А. Гольцев, В. И. Матюхин, О. В. Матюхин, О. Ю. Шешуков // монография – Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2014. – 180 с., 250 экз. - ISBN 978-5-4430-0073-2

8. Корчемкина, Н.В. Структура и свойства расплавов меди с алюминием, оловом и свинцом / Н.В. Корчемкина, Э.А. Пастухов, Е.Н. Селиванов, В.П. Ченцов // монография – Екатеринбург: ООО "УИПЦ", 2014, 182 с., 300 экз. - ISBN 978-5-4430-0074-9

9. Балакирев, В.Ф. Электроимпульсная обработка металлических расплавов / В.Ф. Балакирев, В.В. Крымский, Э.Х.Ри, Хосен Риб Н.А. Шабурова / Под ред. Академика РАН Смирнова Л.А. // монография – Челябинск: Челябинский дом печати, 2014. 144 с., 300 экз. - ISBN 978-5-87184-640-7

10. Физическая химия и технология в металлургии//Сборник трудов, посвященный 60-летию Института металлургии УрО РАН. - Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 2015, 424 с. 300 экз. ISBN 978-5-7688-1087-0

**15. Гранты на проведение фундаментальных исследований, реализованные при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Российского гуманитарного научного фонда, Российского научного фонда и другие**

1. РФФ - №14-13-00676 Взаимосвязь физико-химических свойств, локальной структуры и стеклообразующей способности объемноаморфных сплавов Cu-Zr-(Al), 2014-2016гг, 24 000 т.руб.

2. РФФ - №15-13-00029 Механохимический синтез многофункциональных порошковых беспористых композиционных покрытий Fe-Cu-Al с повышенными прочностными и антифрикционными свойствами, 2015-2017гг, 18 000 тыс.руб.

3. РФФИ - №13-03-12180 Разработка методов получения прекурсоров функциональных материалов из композитов на основе нано- и субмикронных порошков карбидов тугоплавких металлов, 01.01.2013-31.12.2015, 2 750 тыс.руб.

4. РФФИ - №13-03-12160 ИЗУЧЕНИЕ МАКРОКИНЕТИКИ ОКИСЛЕНИЯ ЭВТЕКТИЧЕСКОГО СПЛАВА Nb-Si, ЛЕГИРОВАННОГО РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ И БОРОМ. 01.01.2013-31.12.2015, 8 700 тыс.руб.

5. РФФИ - №13-08-12167 Разработка научных основ металлургии высокочистых нанопропроченных конструкционных сталей, включая модифицирование и микролегирование РЗЭ, бором и щелочноземельными элементами. 01.01.2013-31.12.2015, 8 200 тыс.руб.



6. РФФИ - №13-08-12111 Разработка фундаментальных основ технологии получения композитных защитных покрытий металлических материалов методом до- и сверхзвукового плазменного напыления. 01.01.2013-31.12.2015, 8 400 тыс.руб.

7. РФФИ - №13-03-00597 Метастабильные фазовые состояния, фазовые превращения в механоактивированных оксидах системы "редкая земля - марганец - кислород" . 01.01.2013-31.12.2015, 1 399 тыс.руб.

8. РФФИ - №14-03-01126 Исследование фазовых равновесий и структурных превращений в жидком состоянии в системе Pb-Bi-In-Sn. 01.01.2014-31.12.2016, 1 470 тыс.руб.

9. РФФИ - №15-03-08176 Исследование термодинамических свойств бинарных расплавов щелочных металлов методами теории жидкостей и теории псевдопотенциала. 01.01.2015-31.12.2017, 1 420 тыс.руб.

10. РФФИ - №15-03-03599 Изучение влияния редкоземельных металлов (Nd, Y, Sc) на формирование структурно-фазового состояния интерметаллидных сплавов Mo-Si доэвтектического состава 01.01.2015-31.12.2017 1 490 тыс.руб.

**16. Гранты, реализованные на основе полевой опытной работы организации при поддержке российских и международных научных фондов. Заполняется организациями, выбравшими референтную группу № 29 «Технологии растениеводства».**

Информация не предоставлена

## **ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ НАУЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **Наиболее значимые результаты поисковых и прикладных исследований**

**17. Поисковые и прикладные проекты, реализованные в рамках федеральных целевых программ, а также при поддержке фондов развития в период с 2013 по 2015 год**

Проекты ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007 - 2013 годы»:

1. Проект по государственному контракту № 11.519.11.3024 «Исследование физико-химических, структурных и магнитных свойств сплавов скандия с алюминием, медью и свинцом», 2011-2013гг., 8 млн.руб.

2. Проект по государственному контракту № 12.527.11.0011 «Разработка безотходной, комплексной и экологически безопасной технологии переработки красного шлама и создание инновационной опытно-промышленной установки», 2012-2013гг., 35 млн.руб.

3. Проект по государственному контракту № 14.515.11.0036 «Разработка научно-технических основ утилизации и переработки отходов металлургического производства для





применения их при получении железорудного сырья для доменного производства чугуна», 2013г., 6 млн.руб.

Проекты ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы»:

1. Проект по государственному контракту №14.604.21.0097 «Разработка технологических основ получения композиционных флюсо-образующих добавок на основе отходов производства вторичного алюминия, оказывающих комплексное воздействие на фазовый состав высококальциевых рафинировочных шлаков сталеплавильного производства, обеспечивающее их стабилизацию и придание свойств минеральных вяжущих веществ», 2014-2016гг., 31,5 млн.руб.

## **Внедренческий потенциал научной организации**

### **18. Наличие технологической инфраструктуры для прикладных исследований**

На площадях Опытного производства Института металлургии УрО РАН в основном располагаются предприятия Инновационно-технологического центра «Академический» (см. пункт 22), где лаборатории Института, совместно с малыми инновационными предприятиями, проверяют и доводят до производственных масштабов, разрабатываемые технологии и их аппаратурное оформление. Кроме того в Опытном производстве ИМЕТ УрО РАН имеет экспериментальный участок по получению металлических порошков и дроби, в состав которого входят индукционная печь, форсуночный узел, камера распыления и классификатор частиц по размерам. В 2014 году на участке выполнены исследования по разработке технологических режимов сушки, классификации и отпуска низколегированной стальной дроби для ООО НПФ «Альфа-Мет» (договор № 03/2014).

### **19. Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены за период с 2013 по 2015 год**

Договор 38/2011 с ООО НПП «СККОНТ». Информационная (режим «Советчик мастера») подсистема на основе трехмерной математической модели расчета распределения температур по вертикальным и горизонтальным сечениям по поясам в огнеупорной футеровке горна для условий доменной печи объемом 2500 куб. метров.

По результатам выполненной работы совместно с заказчиком в 2013-2014гг. в КНР на доменных печах №1 и №3 металлургического комбината в г. Цзинань и на доменной печи №4 металлургического комбината в г. Лючжоу внедрены системы автоматического контроля состояния огнеупорной футеровки горна доменной печи, предназначенные для предотвращения аварийных ситуаций во время эксплуатации. Имеются Акты внедрения.

Договор 4/2013 с Химико-металлургическим институтом им. Ж. Абишева (Республика Казахстан). Изучение возможности применения борсодержащих материалов при выплавке ферросплавов и стали.



В условиях Серовского завода ферросплавов в 2013 г. были проведены промышленные опытные плавки по получению борсодержащих ферросплавов по технологии, предложенной ИМЕТ УрО РАН. Технология состояла в подаче порошкообразного борсодержащего сырья в ковш при выпуске в него расплава ферросилиция-65 из рудновосстановительных печей. При вводе материала выбросов расплава из ковша не наблюдалось. Химический анализ полученного ферросиликобора (ФСБ) показал наличие в нем 65% кремния и 0,8-1,0% бора. Усвоение бора в сплав составило до 50%. Испытание показало целесообразность получения ФСБ указанным способом. Имеется Акт промышленных испытаний.

Договор 3/2012 с ОАО «Рос НИТИ». Отработка технологии микролегирования трубных марок стали бором с использованием комплексного борсодержащего ферросплава (FeSiB).

В условиях Северского трубного завода в 2013 г. были проведены опытно-промышленные испытания технологии микролегирования стали бором с использованием комплексного сплава ферросиликобора (ФСБ), полученного по технологии ИМЕТ УрО РАН, содержащего 60-65% кремния и 0,5-1,0% бора. ФСБ задавался в количествах, обеспечивающих содержание бора в стали 0,002-0,005%. Были проведены 18 опытных плавов на двух марках стали 26ХГМРА и 32ХГМРА. По результатам опытных плавов установлено, что раскисление и микролегирование стали бором с использованием ФСБ обеспечивает при стабильном содержании кремния в первой пробе (в среднем 0,23%) усвоение бора от 59 до 98% - в среднем 80%. Испытания были направлены на снижение себестоимости производства при стабильном сохранении заданных технических требований и качества непрерывно литых заготовок и трубной продукции. Имеется Акт опытно-промышленных испытаний.

Договор 5/2012 с ОАО «Северский трубный завод». Совершенствование технологии выплавки стали в ДСП с ранним формированием устойчивой шлаковой пены.

По результатам выполнения договорной НИР в условиях Северского трубного завода в 2013 г. внедрен режим формирования магнезиальных шлаков рационального состава и применение комплекса технических и технологических решений, обеспечивших рекордную стойкость футировки ДСП, превышающую 1600 плавов с сохранением высоких рафинирующих свойств магнезиальных шлаков. При среднем содержании фосфора в конечном металле 0,005%, максимальные его концентрации не превышают 0,011%, удельный расход электроэнергии уменьшился на 11 кВт\*час на тонну стали. Отмечено сокращение расхода извести и огнеупорных материалов. Имеется Акт внедрения.

Договор 54/2007 с ООО «Германий и приложения». Технологический регламент для разработки проекта отделения электроплавки цеха производства германиевого концентрата ООО «Германий и приложения».

По результатам выполнения договора в 2014 г. в цехе производства германиевого концентрата заказчика внедрена разработка ИМЕТ УрО РАН, обеспечивающая получение шихты необходимого состава и качества (состоящей из германийсодержащего сырья, алебаstra, гашеной извести и угля, основностью 0,8-0,9, содержание серы до 4% и угле-



рода до 8%, влажность 14-16%) для получения брикетов с необходимыми для электроплавки свойствами. Также внедрены режимы плавки брикетированной шихты в руднотермической электропечи со следующими техническими параметрами: производительность печи 12-13 т/сутки; глубина ванны перед выпуском - 1000 мм, после выпуска – 300 мм; уровень шихты на поверхности ванны в период набора 100-150 мм; температура под сводом 750-850 °С, перед рукавными фильтрами 180-220 °С; разряжение под сводом 1,5-2,5 мм вод. ст.; встряхивание рукавных фильтров при сопротивлении 90 мм вод.ст. В результате реализации разработки обеспечивается извлечение германия в концентрат не менее 90%. Имеются Акты промышленных испытаний.

Договор 28/2013 с ООО «СЕАЛ и К». Исследование и внедрение в технологический процесс выплавки стали брикетированных флюсов МША-Фрадо, изготовленных с использованием алюминиевых шлаков

В 2013 г. в рамках договора проведены испытания шлакообразующего алюмосодержащего флюса ФРАДО с целью замены плавикового шпата и снижения затрат на производство стали при выплавке сталей СтЗпс и СтЗГсп в электросталеплавильном цехе ОАО «НСММЗ», г. Ревда и при производстве литейных сталей 110Г13Л, 25Л,30Л и 35Л на ООО «Механоремонтный комплекс», г. Магнитогорск. На опытных плавках зафиксировано снижение расходных материалов: кремнийсодержащих сплавов, извести, алюминиевого концентрата и плавикового шпата. Применение флюса ФРАДО стабилизирует степень десульфурации, позволяет поддерживать в шлаке высокое содержание оксида магния, что положительно сказывается на стойкости футировки. Показано снижение затрат при производстве различных марок сталей от 10 до 85 руб. на тонну стали. Аналогичная работа по применению глиноземсодержащего флюса в агрегате «ковш-печь» при производстве стали с положительным результатом была проведена в 2015 г. на ПАО «Мотовилихинские заводы». Имеются Акты промышленных испытаний.

Договор 2/2014 с ОАО «Серовским заводом ферросплавов». Подбор борсодержащих материалов для стабилизации распадающихся шлаков от производства низкоуглеродистого феррохрома в условиях ОАО «СЗФ».

В процессе выполнения договора в цехе №2 заказчика проведены опытно-промышленные эксперименты по обработке шлаков от производства феррохрома в ковше прокаленным брикетированным или плавленным колеманитом. Полученные данные показывают, что все примененные борсодержащие материалы при содержании В2О3 в шлаке более 0,2% обеспечивают стабилизацию распадающихся шлаков. На предприятии внедрена технология стабилизации распадающихся шлаков, которая позволила ОАО «СЗФ» получить сертификат соответствия на товарную продукцию – Щебень и песок из шлаков ферросплавных. Имеется Акт внедрения.

Договор Y2076/2014 с АО «АрселорМиттал Темиртау». Разработка и внедрение технологии выплавки экономнолегированных борсодержащих сталей с формированием на УКП шлаков системы CaO – MgO - SiO<sub>2</sub> - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - В2О<sub>3</sub>.



По результатам выполненной НИР на производстве заказчика в 2015 г. был разработан комплекс технологических приемов формирования на установке ковш-печь многокомпонентной шлаковой системы, включающий рекомендованные расходы и режим присадки в ковш извести, колеманита, карбида кальция и алюминия, обеспечивший производство экономно легированных марганцем борсодержащих сталей. Внедрение разработанных технологических приемов обеспечило на 60-70% плавок содержания бора 0,001-0,005%, сохранение высоких рафинирующих свойств формируемых основных борсодержащих шлаков, высокие прочностные и пластические характеристики металлопроката низкомарганцовистых борсодержащих сталей, снижение себестоимости стали за счёт сокращения расхода марганцевых ферросплавов на 0,3-0,6 кг/т и улучшение экологической обстановки за счёт исключения использования плавикового шпата. Экономический эффект составил 0,613 \$ на тонну. Имеется Акт внедрения.

## **ЭКСПЕРТНАЯ И ДОГОВОРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ**

### **Экспертная деятельность научных организаций**

#### **20. Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами**

«Методика измерений 88-16352-219-2012 Медные, медно-молибденовые, молибденовые руды и концентраты. Методика измерений массовой доли рения методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой» разработана ИМЕТ УрО РАН, аттестована Центром метрологии и сертификации «Сертимет» УрО РАН и внесена в реестр Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений РОССТАНДАРТ А за № Ф Р . 1 . 3 1 . 2 0 1 3 . 1 6 3 7 8 . ([http://www.fundmetrology.ru/06\\_metod/2view\\_file.aspx?id=16378](http://www.fundmetrology.ru/06_metod/2view_file.aspx?id=16378))

#### **Выполнение научно-исследовательских работ и услуг в интересах других организаций**

#### **21. Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам за период с 2013 по 2015 год**

1. Исследование процессов и разработка способов плакирования и агломерации наноразмерных и ультрадисперсных металлических порошков и карбидов тугоплавких металлов и изготовление опытных партий агломерированных порошков.



Договор № 5/2013 с ООО НТО «ИРЭ-ПОЛЮС» 10000 тыс. руб.

2. Исследование физико-химических процессов выплавки немагнитных высокопрочных коррозионностойких азотистых сталей.

Договор № 19/2013 с ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», 3000 тыс. руб.

3. Изготовление и исследование модельных образцов порошкового материала из титанового порошка, изготовленного из сплава ВТ-22 методом распыления плазмой.

Договор № 21/2013 с ООО «Акварин», 600 тыс. руб.

4. Разработка оксиднометаллического композита, предназначенного для применения в качестве материала анода при электролитическом получении алюминия.

Договор № 24/2013 с ИВТЭ УрО РАН, 2000 тыс. руб.

5. Разработка технологического регламента на производство чугуна доменным способом.

Договор № 25/2013 с ОАО «Уралмеханобр», 2000 тыс. руб.

6. Подбор борсодержащих материалов для внепечного производства ферросиликобора в условиях ОАО «СЗФ».

Договор № 1/2014 с ОАО «Серовский завод ферросплавов», 500 тыс. руб.

7. Изыскание способов металлургической переработки медно-кобальтовых и медно-цинково-кобальтовых руд Дергамышского месторождения с извлечением меди, цинка и кобальта.

Договор № 19/2014 с ООО «Башкирская медь», 1500 тыс. руб.

8. Исследование причин низкой деформируемости высокопрочной азотистой стали.

Договор № 29/2014 с ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», 3000 тыс. руб.

9. Проведение исследований по определению металлургических свойств железорудного сырья (агломерата и окатышей) ОАО «ЕВРАЗ КГОК».

Договор № 1/2015 с ОАО «ЕВРАЗ КГОК», 950 тыс. руб.

10. Разработка мероприятий по повышению эффективности производства чугуна в условиях ОАО «Уральская сталь» за счет оптимизации состава железорудной части шихты.

Договор № 2/2015 с ООО НПВП «ТОРЕКС», 1200 тыс. руб.

**Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении  
организации в соответствующем научном направлении  
(представляются по желанию организации в свободной форме)**

**22. Другие показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации  
в соответствующем научном направлении, а также информация, которую ор-  
ганизация хочет сообщить о себе дополнительно**

В ИМЕТ УрО РАН имеются три признанных научных школы, которые зародились более 25 лет назад, под руководством академика Н.А.Ватолина, академика Л.И.Леонтьева и члена-корр. РАН В.Ф.Балакирева. Две школы имели постоянную государственную



поддержку Совета по грантам Президента РФ для ведущих научных школ. В составе научных школ работают 60 исследователей, треть из них моложе 39 лет.

Сотрудниками ИМЕТ УрО РАН в составе коллектива авторов из других организаций получены две премии Правительства РФ в области науки и техники: «За создание и освоение ресурсосберегающей технологии производства высокоэффективных экономнолегированных высокопрочных сталей повышенной хладостойкости и надежности для карьерного транспорта и механизированных» (2015г.) и «За разработку и промышленную реализацию комплексной ресурсоэнергосберегающей технологии и аппаратуры для утилизации техногенных отходов черной и цветной металлургии с извлечением цинка, свинца, олова, меди и железа в товарные продукты» (2014г.).

В 2013-2015гг. сотрудниками получены: Премия Губернатора Свердловской области в области информационных технологий, четыре Премии Губернатора Свердловской области для молодых ученых, две Премии им. чл.-корр. В.Е. Грум-Гржимайло Уральского отделения РАН.

Институт постоянно организует проведение научных мероприятий и за отчетный период проводил следующие мероприятия:

XIV Российская конференция «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», 2015г.,

(общее колич. участников/зарубежных/не сотр. ИМЕТ–215/6/146);

Научно-практическая конференция с международным участием и элементами школы для молодых ученых «Перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР», 2015г. (225/20/160);

13 Российско-Израильская интернет-конференция "Оптимизация состава, структуры и свойств металлических, оксидных, композиционных, нано- и аморфных материалов", Workshop-2014 (70/30/17);

Конгресс с международным участием и элементами школы для молодых ученых по переработке и утилизации техногенных образований, «Техноген-2014» (144/6/83);

Научно-практическая конференция с международным участием и элементами школы для молодых ученых «Перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР», 2013г. (274/13/223).

По инициативе и при участии Института в 1998 году создано Некоммерческое партнерство Инновационно - технологический центр «Академический» (учредители: Правительство Свердловской области, УрО РАН, Государственный фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере), научный руководитель – академик Л.И.Леонтьев. ИТЦ «Академический» и входящие в него малые предприятия располагаются в комплексе зданий по ул. Амундсена, 105 либо на правах собственников, либо на правах арендаторов помещений Опытного производства Института металлургии, у которого эти помещения находятся в оперативном управлении. Из общего количества площадей, сдаваемых Институтом в аренду, примерно 3500-4000 м<sup>2</sup> в каждом году приходится



на площади, сдаваемые ИТЦ «Академический» и фирмам входящим в него, занимающимся научно-внедренческой деятельностью. В 2013-2015 гг. объем реализации предприятий, входящих в ИТЦ «Академический» составил свыше 3,5 млрд. рублей.

В 2013 г. Институт металлургии УрО РАН вошел соучредителем в ООО «Технологии тантала» за счет внесения в уставной капитал двух патентов. ООО «Технологии тантала» занимается разработкой и выпуском опытных образцов нано- и ультрадисперсных порошков металлов и карбидов тугоплавких металлов, а также агломерированных композиций из этих порошков для различных областей применения. За отчетный период малым предприятием произведено научно-технической продукции для государственных и коммерческих предприятий России на сумму около 8 млн. рублей.

ФИО руководителя \_\_\_\_\_

*Чесноков*

Подпись \_\_\_\_\_

Дата *19.05.2014*

