



Екатеринбург, 6–9 октября 2020 г.

Перспективы развития металлургии и машиностроения  
с использованием завершенных фундаментальных  
исследований и НИОКР

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО МЕТАЛЛУРГИИ И МЕТАЛЛОВЕДЕНИЮ ОХМН РАН  
ПРАВИТЕЛЬСТВО СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ УрО РАН  
ТРУБНАЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ  
УРАЛМЕХАНОБР  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ УГМК

*65-летию ИМЕТ УрО РАН посвящается*

**ТРУДЫ**  
научно-практической конференции с международным участием  
и элементами школы молодых ученых  
**«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИИ  
И МАШИНОСТРОЕНИЯ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАВЕРШЕННЫХ  
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И НИОКР»**



**«НИОКР-2020»**

Екатеринбург  
2020

УДК 669.04:669.15:669.054.8

ББК 34.69

T78

T78 **Труды** научно-практической конференции с международным участием и элементами школы молодых ученых «Перспективы развития металлургии и машиностроения с использованием завершенных фундаментальных исследований и НИОКР». – Екатеринбург: УрО РАН, 2020. – 536 с.

ISBN 978-5-907297-48-7

Труды научно-практической конференции дают представление о сложившемся положении в металлургии и машиностроении; о завершенных фундаментальных, прикладных научных исследованиях институтов РАН, вузов и промышленных предприятий в области металлургии и машиностроения, их соответствия запросам промышленных предприятий.

Представленные сведения представляют интерес для научных сотрудников, студентов вузов, аспирантов, инженеров, технологов, специалистов, занимающихся проблемами ферросплавного производства и смежных отраслей металлургии, добывающих отраслей, машиностроения.

УДК 669.04:669.15:669.054.8

ББК 34.69

Доклады сборника печатаются в соответствии с авторскими оригиналами.

Редакционная коллегия: академик, доктор технических наук Л. И. Леонтьев,  
доктор технических наук Е. Н. Селиванов,  
кандидат технических наук Ю. А. Чесноков

Рецензент: академик, доктор физико-математических наук  
Н. В. Мушников

*Мероприятие проводится при финансовой поддержке РФФИ, проект № 20-03-20028*

ISBN 978-5-907297-48-7

© ИМЕТ УрО РАН, 2020

© Авторы, 2020

# СОДЕРЖАНИЕ

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

1. *Леонтьев Л. И., Селиванов Е. Н., Тошняков С. Н.* Состояние цветной металлургии Российской Федерации на современном этапе (*Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, pctrlab@mail.ru*) ..... 16
2. *Смирнов Л. А.<sup>1,2</sup>, Кушнарев А. В.<sup>3</sup>, Добужская А. Б.<sup>1</sup>, Киричков А. А.<sup>3</sup>, Белокурова Е. В.<sup>3</sup>* Стали транспортного назначения, микролегированные ванадием и азотом (*1 – АО «Уральский институт металлов», г. Екатеринбург, Россия, met@uim-stavan.ru; 2 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; 3 – АО «ЕВРАЗ НТМК», г. Нижний Тагил, Россия, Elena.Belokurova@evraz.com*) ..... 28
3. *Мелентьев Г. Б.* Ресурсно-технологические проблемы воссоздания и развития российских производств литья и особо ценных рассеянных редких металлов: состояние и приоритеты реализации (*ОИВТ РАН, г. Москва, Россия, melent\_gb@mail.ru*) ..... 36
4. *Жучков В. И.<sup>1</sup>, Леонтьев Л. И.<sup>2</sup>, Заякин О. В.<sup>1</sup>, Дашевский В. Я.<sup>3</sup>* Российские ферросплавы: производство, рудная база (*1 – ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, zferro@mail.ru; 2 – Президиум РАН, г. Москва, leo@presidium.ras.ru; 3 – Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, vdashhev@imet.ac.ru*) ..... 50
5. *Копылов Н. И.* Комплексная переработка упорного золотомышьякового сырья Сибири (*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия, kolyubov@narod.ru*) ..... 53
6. *Архипов Г. И.* О базе черной металлургии в Дальневосточном регионе (*Институт горного дела ДВО РАН, г. Хабаровск, Россия, arhipov@igd.khv.ru*) ..... 57
7. *Мелентьев Г. Б.<sup>1</sup>, Петракова О. В.<sup>2</sup>, Ручьев А. М.<sup>3</sup>* Приоритеты и перспективы создания попутных производств скандия в регионах европейского севера России (*1 – ОИВТ РАН, г. Москва, melent\_gb@mail.ru; 2 – ООО «ИТЦ РУСАЛ», г. Санкт-Петербург, olga.petrakova@rusal.com; 3 – ИГ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, ruchyov@karelia.ru*) ..... 60
8. *Лехов О. С.<sup>1</sup>, Михалев А. В.<sup>2</sup>, Шевелев М. М.<sup>2</sup>, Биалов Д. Х.<sup>1</sup>* Исследование напряжений и выбор материала бойков установки непрерывного литья и деформации при получении стальных листов (*1 – Российский государственный профессионально-педагогический университет, г. Екатеринбург, Россия, mxlehov38@yandex.ru; 2 – ОАО «Уральский трубный завод», г. Первоуральск, Свердловская обл., Россия*) ..... 68
9. *Зиновеев Д. В.<sup>1</sup>, Пасечник Л. А.<sup>2</sup>, Федотов М. А.<sup>1</sup>, Дюбанов В. Г.<sup>1</sup>, Алпатов А. А.<sup>1</sup>* Извлечение ценных компонентов из красных шламов с использованием гидromеталлургических методов: краткий обзор (*1 – Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, dzinoveev@imet.ac.ru; 2 – ИХТТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, pasechnik@ihim.uran.ru*) ..... 72

## Раздел 1

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

1. *Володин В. Н.<sup>1,2</sup>, Тулеушев Ю. Ж.<sup>2</sup>, Жаканбаев Е. А.<sup>2</sup>, Требухов С. А.<sup>1</sup>, Ниценко А. В.<sup>1</sup>, Бурабаева Н. М.<sup>1</sup>* Непосредственный и инициированный синтез интерметаллидов ниобия с кадмием и свинцом осаждением наноразмерных частиц (*1 – Satbayev University, Институт металлургии и обогащения, г. Алматы, Казахстан; 2 – Институт ядерной физики, г. Алматы, Казахстан*) ..... 78
2. *Володин В. Н.<sup>1,2</sup>* О неправомерности деления растворов-расплавов на регулярные и атермальные (*1 – Satbayev University, Институт металлургии и обогащения, г. Алматы, Казахстан; 2 – Институт ядерной физики, г. Алматы, Казахстан, volodinv\_n@mail.ru*) ..... 82
3. *Бахтеева Н. Д.<sup>1</sup>, Тодорова Е. В.<sup>1</sup>, Канныкин С. В.<sup>2</sup>* Взаимосвязь структуры и свойств в аморфном сплаве  $Al_{85}Ni_5Fe_7La_3$  при фотонной обработке (*1 – ИМЕТ РАН, г. Москва, Россия, otnatalia@yandex.ru; 2 – ВГУ, г. Воронеж, Россия, svkannykin@gmail.com*) ..... 86
4. *Салганский Е. А., Зайченко А. Ю., Подлесный Д. Н., Цветков М. В.* Массоперенос и концентрирование стратегически важных металлов методом фильтрационного горения бедных руд и отходов (*Институт проблем химической физики РАН, г. Черноголовка, Московская обл., Россия, sea@icp.ac.ru*) ..... 88
5. *Повар И. Г., Спыну О. О., Пинтилие Б. Ф.* Термодинамический анализ распределения растворимых и нерастворимых частиц меди (I) и меди (II) в системах, содержащих тиосульфат и аммоний (*Институт химии, г. Кишинэу, Республика Молдова, ipovar@yahoo.ca*) ..... 90
6. *Тужилин А. С., Балмаев Б. Г., Ветчинкина Т. Н.* Изучение физико-химических свойств гидроксохлорида алюминия и хлоридных растворов алюминия и железа (*Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, dkd@mail.ru*) ..... 94

7. Тогобицкая Д. Н., Петров А. Ф., Снизура И. Р., Головки Л. А., Греков С. В. Моделирование физико-химических характеристик комплексных хромсодержащих ферросплавов (Институт черной металлургии им. З. И. Некрасова НАН Украины, г. Днепр, Украина, iro4ka01091990@gmail.com) .....	96
8. Шибанова Л. Н. Термодинамическая устойчивость металлов и оксидные пленки в развитии коррозионных явлений в системе Me-O (Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, ShibanovaLn@mail.ru) .....	100
9. Дрозин А. Д., Куркина Е. Ю. Ликвация фосфора в процессе затвердевания расплава Fe-P. Математическая модель (Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия, drozinad@susu.ru, kurkinaei@susu.ru).....	103
10. Шапошник А. В., Москалев П. В., Чегерева К. Л., Сизаск Е. А., Звягин А. А. Определение сероводорода полупроводниковыми сенсорами (ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ», г. Воронеж, Россия, a.v.shaposhnik@gmail.com).....	105
11. Дудоров М. В., Дрозин А. Д., Роцин В. Е. Моделирование роста кристаллов в переохлажденном металлическом расплаве эвтектического состава (ЮУрГУ, г. Челябинск, Россия, dudorov_m@mail.ru; drozinad@gmail.com; roshchinve@susu.ru) .....	108
12. Ильиных Н. И., Романова О. В., Захаров М. Н., Гельчинский Б. Р. Термодинамическое моделирование сплава ВТ22 с различными добавками (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, ninail@bk.ru) .....	111
13. Давыдов А. Г., Ткачев Н. К. Статистико-термодинамическая модель для расчета линий ликвидус бинарных фторидно-хлоридных смесей щелочных металлов (Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, A.Davydov@ihite.uran.ru) .....	115
14. Танутров И. Н., Лямкин С. А., Свиридова М. Н. Исследование плотности и поверхностного натяжения шлаковых расплавов производства германиевых концентратов (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, intan38@live.ru).....	118
15. Вусихис А. С., Ченцов В. П., Леонтьев Л. И., Селиванов Е. Н., Тюшняков С. Н. Влияние серы на межфазное натяжение на границе расплавов Fe-Ni и окисленной никелевой руды (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, vas58@mail.ru) .....	122
16. Шибанова Л. Н. О взаимосвязи тепловых эффектов и теплоемкостей образования оксидов в системе Ti – O (Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, ShibanovaLn@mail.ru) .....	126
17. Целищев Ю. Г., Нечаев А. И., Воронина Н. С. Влияние жидкости на течение порошкообразного материала (ПФИЦ УрО РАН, г. Пермь, Россия, tselishch@yandex.ru) .....	129

## Раздел 2

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕТАЛЛУРГИИ

1. Берсенева И. С. <sup>1</sup> , Солодухин А. А. <sup>1</sup> , Брагин В. В. <sup>1</sup> , Чесноков Ю. А. <sup>2</sup> Использование брикетов из железосодержащих отходов в доменной плавке шихты с повышенной долей окатышей (1 – ООО «НПВП ТОРЭКС», г. Екатеринбург, Россия, i.bersenev@torrex-nrvp.ru; 2 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, garlics@list.ru) .....	134
2. Дмитриев А. Н., Золотых М. О., Витькина Г. Ю., Алекторов Р. В. Совершенствование первого передела черной металлургии с использованием цифровых технологий в рамках «Индустрии 4.0» (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, andrey.dmitriev@mail.ru) .....	137
3. Смоленский В. В., Новоселова А. В., Бове А. Л. Получение металлического церия высокой чистоты электролизом расплава LiCl-KCl-CeCl <sub>3</sub> (Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, valeri.smolenski@mail.ru).....	142
4. Бендеров О. В. <sup>1</sup> , Газизов И. Ш. <sup>1</sup> , Зеневич С. Г. <sup>1</sup> , Казаков В. А. <sup>1</sup> , Мещеринов В. В. <sup>1</sup> , Спиридонов М. В. <sup>1,2</sup> Высокочувствительные методы газового анализа на основе принципов лазерной спектроскопии инфракрасного диапазона (1 – Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный, Московская обл., Россия; 2 – Институт общей физики им. А. М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия, maxim.spiridonov@gmail.com) .....	145
5. Есенгадиев Д. А. <sup>1</sup> , Исагулов А. З. <sup>1</sup> , Байсанов С. О. <sup>2</sup> , Заякин О. В. <sup>3</sup> , Байсанов А. С. <sup>2</sup> Экспериментально-статическое моделирование процесса восстановления и влияния различных факторов на степень извлечения марганца (1 – Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан, kargtu@kstu.kz; 2 – Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда, Казахстан, hmi2009@mail.ru; 3 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, zferro@mail.ru) .....	150
6. Дудко В. А., Матюхин В. И., Матюхина А. В. Совершенствование массообменных процессов при сушке пористого образца в модулированном потоке газов (Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, v.a.dudko@urfu.ru) .....	153

7. Сивцов А. В. <sup>1</sup> , Ёлкин К. С. <sup>2</sup> , Карлина А. И. <sup>3</sup> Влияние состояния карбидной зоны ванны печей для выплавки кремния и высококремнистых ферросплавов на показатели процесса (1 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, aws2004@mail.ru; 2 – Восточно-Сибирский научный центр МАНЭБ, г. Красноярск, Россия, k.yolkin@mail.ru; 3 – ФГБОУ ВО ИРНИТУ, г. Иркутск, Россия, karlinat@mail.ru) .....	156
8. Зиятдинов М. Х. Перспективы использования СВС-материалов в металлургии (Томский государственный университет, г. Томск, Россия, ziatdinovm@mail.ru).....	162
9. Морозов А. О. <sup>1,2</sup> , Погодин А. М. <sup>1,2</sup> , Комолова О. А. <sup>1,2</sup> , Бикин К. Б. <sup>3</sup> , Григорович К. В. <sup>1,2</sup> , Краснов А. В. <sup>3</sup> Анализ изменения содержания неметаллических включений при производстве стали типа 1F (1 – Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, grigorov@imet.ac.ru; 2 – НИТУ «МИСиС», г. Москва, Россия, o.a.komolova@gmail.com; 3 – ПАО «Северсталь», г. Череповец, Россия) .....	165
10. Лукин А. С. <sup>1,2</sup> , Комолова О. А. <sup>1,2</sup> , Григорович К. В. <sup>1,2</sup> Анализ технологии производства коррозионностойкой стали марки 08X18H10T (1 – Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН г. Москва, Россия, o.a.komolova@gmail.com; 2 – НИТУ «МИСиС», г. Москва, Россия) .....	169
11. Погодин А. М. <sup>1,2</sup> , Комолова О. А. <sup>1,2</sup> , Григорович К. В. <sup>1,2</sup> Математическая модель процессов образования и удаления неметаллических включений в стали (1 – Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, o.a.komolova@gmail.com; 2 – НИТУ «МИСиС», г. Москва, Россия, lprog11@yandex.ru) .....	173

### Раздел 3

#### ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

1. Гаджиев М. Х., Юсупов Д. И., Тюфтяев А. С., Сон Э. Е. Плазменный подогрев стали в промежуточном ковше УНРС (ФГБУН «Объединенный институт высоких температур РАН», г. Москва, Россия, yusupovdi@ihed.ras.ru).....	180
2. Гаджиев М. Х., Ильичев М. В., Тюфтяев А. С., Сон Э. Е. Исследование физико-механических свойств высоколегированных сталей при азотировании плазменно-дуговым переплавом (ФГБУН «Объединенный институт высоких температур РАН», г. Москва, Россия, takhach@mail.ru).....	183
3. Каплан М. А., Кирсанкин А. А., Калайда Т. А., Иванников А. Ю., Смирнов М. А., Севостьянов М. А. Морфология сферического порошка коррозионностойкой стали 12X18H10T, полученного методом электродугового распыления металлической проволоки (Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, tkaplan@imet.ac.ru).....	187
4. Ким А. С. <sup>1</sup> , Акбердин А. А. <sup>1</sup> , Султангазиев Р. Б. <sup>2</sup> Новые флюсы для производства хромитовых окатышей (1 – Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда, Казахстан, boron_213@mail.ru; 2 – Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан, sulrus83@mail.ru).....	188
5. Акбердин А. А. <sup>1</sup> , Ким А. С. <sup>1</sup> , Султангазиев Р. Б. <sup>2</sup> Химические превращения в системе ВаО – В <sub>2</sub> О <sub>3</sub> – С (1 – Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева, г. Караганда, Казахстан, boron_213@mail.ru; 2 – Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда, Казахстан, sulrus83@mail.ru).....	192
6. Вязникова Е. А., Дмитриев А. Н., Витькина Г. Ю., Алекторов Р. В., Овчинникова Л. А. Некоторые особенности минералогического состава железорудных агломератов (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, vjaznikova@mail.ru) .....	195
7. Алекторов Р. В., Дмитриев А. Н., Витькина Г. Ю. Исследование прочности титаномагнетитовых окатышей при низкотемпературном восстановлении (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, prv-imet@mail.ru) .....	198
8. Гуляков В. С. Влияние гидродинамических факторов на интенсивность струйно-вакуумного рафинирования стали (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, gvs49@mail.ru).....	201
9. Жучков В. И., Кель И. Н., Сычев А. В., Петрова С. А. Изучение процесса силико- и алюминотермического восстановления бора из оксидных расплавов (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, dunnington@mail.ru).....	205
10. Сычев А. В., Жучков В. И., Заякин О. В., Овчинникова Л. А. Образование и использование отходов производства марганцевых ферросплавов (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, ntm2000@mail.ru).....	209
11. Салина В. А., Жучков В. И., Заякин О. В., Сычев А. В. Изучение влияния температуры и состава оксидной системы на восстановление хрома методом термодинамического моделирования (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, valentina_salina@mail.ru) .....	212
12. Журавлев А. А. Влияние различных параметров плавки в ДСП на пенообразование шлака (Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, mzhsh@urfu.ru) ...	216

13. Демин Б. Л.<sup>1</sup>, Смирнов Л. А.<sup>1,2</sup>, Ровнушкин В. А.<sup>1</sup>, Смирнов А. Л.<sup>1</sup> Исследование физико-механических свойств ванадиевого шлака (1 – Уральский институт металлов, г. Екатеринбург, Россия, b.demin@uim-stavan.ru; 2 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия) ..... 218
14. Шкирмантов А. П. Варианты повышения активного сопротивления ванны ферросплавной электропечи (ИД «Панорама», г. Москва, Россия, aps-panor@yandex.ru) ..... 222
15. Лубяной Д. А.<sup>1</sup>, Пудов Е. Ю.<sup>1</sup>, Кузин Е. Г.<sup>1</sup>, Горбачев В. П.<sup>1</sup>, Маркидонов А. В.<sup>2</sup>, Соина-Кутищева Ю. Н.<sup>2</sup> Результаты и направления фундаментальных исследований по разработке технологий получения термостойких фосфористых чугунов в черной металлургии и машиностроении (1 – Филиал Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева, г. Прокопьевск, Кемеровская обл., Россия, lubjanou@yandex.ru; 2 – Новокузнецкий институт (филиал) Кемеровского государственного университета, г. Новокузнецк, Кемеровская обл., Россия, markidonov\_artem@mail.ru) ..... 225

#### Раздел 4

#### ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

1. Нечаев А. В., Иванов М. Г. Влияние ингибиторов ряда триазола на коррозионную стойкость меди (Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия, a.v.nechaev@urfu.ru) ..... 230
2. Скачков В. М.<sup>1</sup>, Пасечник Л. А.<sup>1</sup>, Яценко С. П.<sup>1</sup>, Бибанаева С. А.<sup>1</sup>, Сабирзянов Н. А.<sup>1</sup>, Суриков В. Т.<sup>1</sup>, Овсянников Б. В.<sup>2</sup> Комплексное легирование переходными металлами алюминиевых сплавов (1 – ИХТТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, skachkov@ihim.uran.ru; 2 – ОАО «КУМЗ», г. Каменск-Уральский, Свердловская обл., Россия, ovsyannikovBV@kumw.ru) ..... 233
3. Бородина Д. Д., Анисонян К. Г., Заблоцкая Ю. В., Тужилин А. С., Садыхов Г. Б. Фазовое разложение при солянокислом выщелачивании шламов Пижемского месторождения (Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, kanisonyan@imet.ac.ru) ..... 235
4. Ветчинкина Т. Н., Балмаев Б. Г., Тужилин А. С. Термодинамический анализ процесса хлорирования черного глинозема, полученного переработкой нефелинового концентрата (Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, tvetchinkina@yandex.ru) ..... 237
5. Ветчинкина Т. Н., Балмаев Б. Г., Тужилин А. С. Исследование технологии получения безводного хлорида алюминия при сочетании пиро- и гидрометаллургических процессов (Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, tvetchinkina@yandex.ru) ..... 240
6. Смороков А. А.<sup>1</sup>, Дмитриев А. Н.<sup>2</sup>, Кантаев А. С.<sup>1</sup> Обзор способов получения диоксида титана (1 – ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г. Томск, Россия, wolfgang@yandex.ru; 2 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, andrey.dmitriev@mail.ru) ..... 242
7. Занавескин К. Л.<sup>1</sup>, Занавескина С. М.<sup>2</sup> Разработка энергоресурсоэффективной технологии переработки титансодержащих отходов добычи высоковязкой нефти Ярегского месторождения (1 – Институт нефтехимического синтеза им. А. В. Топчиева РАН, г. Москва, Россия, zakon82@mail.ru; 2 – РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва, Россия) ..... 246
8. Заблоцкая Ю. В., Садыхов Г. Б., Тужилин А. С., Олюнина Т. В. Изучение возможности гидрометаллургического обескремнивания кремнисто-титановых концентратов месторождений титана (Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, nboxclear@gmail.com) ..... 250
9. Булаев А. Г.<sup>1,2</sup> Гидрометаллургическая переработка мышьяксодержащих полиметаллических концентратов (1 – Институт микробиологии им. С. Н. Виноградского, ФИЦ Биотехнологии РАН, г. Москва, Россия; 2 – Биологический факультет, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва, Россия, булаев.inti@yandex.ru) ..... 254
10. Ключников А. М., Селиванов Е. Н., Гуляева Р. И., Пикалов С. М. Фазовые и химические превращения пирротинов при нагреве на воздухе (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, amk8@mail.ru) ... 257
11. Михеенков М. А.<sup>1</sup>, Шешуков О. Ю.<sup>1,2</sup>, Некрасов И. В.<sup>1,2</sup>, Егиазарьян Д. К.<sup>1,2</sup> Оценка возможности извлечения цинка из его сульфатных форм (1 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, Silast@mail.ru; 2 – Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, o.j.sheshukov@urfu.ru) ..... 260
12. Плеханов С. К.<sup>1</sup>, Шунин В. А.<sup>1</sup>, Архипов П. А.<sup>2</sup>, Халимуллина Ю. Р.<sup>2</sup>, Краюхин С. А.<sup>3</sup> Электролитическое разделение свинца и висмута (1 – АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма, Россия, S.Plehanov@elem.ru; 2 – ИВТЭ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, arh@ihite.uran.ru; 3 – НЧОУ ВО «ТУ УГМК», г. Верхняя Пышма, Россия, s.krauhin@tu-ugmk.com) ..... 263
13. Рябухин Е. А.<sup>1</sup>, Лобанов В. Г.<sup>1</sup>, Ермаков А. В.<sup>2</sup>, Кузьменко Г. Ф.<sup>2</sup>, Скоморохов В. А.<sup>3</sup> Выбор рациональной технологии переработки отходов аффинажного производства (1 – ФГАОУ ВО УрФУ им Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, e.ryabukhin@gmail.com; 2 – АО «Уральские инновационные технологии», г. Екатеринбург, Россия, office@pmt-ural.com) ..... 266

14. Пасечник Л. А., Медянкина И. С., Скачков В. М., Линников О. Д., Яценко С. П. Кристаллизация двойных сульфатов скандия и аммония из растворов переработки красных шламов глиноземного производства (Институт химии твердого тела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, [pasechnik@ihim.uran.ru](mailto:pasechnik@ihim.uran.ru))..... 269
15. Вусихис А. С., Витькина Г. Ю., Алекторов Р. В., Селиванов Е. Н. Кинетика восстановления цинка при барботаже оксидного расплава (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, [20procents@mail.ru](mailto:20procents@mail.ru)) ..... 274
16. Озеров С. С., Пахомов Р. А. Исследование процесса обеднения шлака автогенной плавки медно-никелевого сырья (ООО «Институт Гипроникель», г. Санкт-Петербург, Россия, [OzerovSS@nornik.ru](mailto:OzerovSS@nornik.ru)) ..... 278
17. Курбанов М. Ш., Абдурахманов Б. М., Нуралиев У. М., Тулаганов С. А. Новые подходы в технологии выплавки кремния и ферросилиция (Институт ионно-плазменных и лазерных технологий Академии наук Республики Узбекистан, г. Ташкент, Узбекистан, [kurbanov@iplt.uz](mailto:kurbanov@iplt.uz)) ..... 283
18. Козлов П. А.<sup>1</sup>, Паньшин А. М.<sup>2</sup>, Ивакин Д. А.<sup>1,3</sup>, Мамяченков С. В.<sup>1,4</sup> Исследования и разработка технологии получения оксида кадмия из кадмиевой губки (1 – НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», г. Верхняя Пышма, Россия, [p.kozlov@tu-ugmk.com](mailto:p.kozlov@tu-ugmk.com); 2 – ОАО «УГМК», г. Верхняя Пышма, Россия; 3 – ПАО «ЧЦЗ», г. Челябинск, Россия; 4 – ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия) ..... 287
19. Козлов П. А.<sup>1</sup>, Паньшин А. М.<sup>2</sup>, Якорнов С. А.<sup>2</sup>, Ивакин Д. А.<sup>1,3</sup> Исследования и разработка технологии получения оксида цинка из цинксодержащих пылей черной металлургии (1 – НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», г. Верхняя Пышма, Россия, [p.kozlov@tu-ugmk.com](mailto:p.kozlov@tu-ugmk.com); 2 – ОАО «УГМК», г. Верхняя Пышма, Россия; 3 – ПАО «ЧЦЗ», г. Челябинск, Россия) ..... 291
20. Ковязин А. А.<sup>1</sup>, Тимофеев К. Л.<sup>2</sup>, Краюхин С. А.<sup>1</sup>, Рогожников Д. А.<sup>3</sup> Селективное выделение меди из растворов сложного состава (1 – НЧОУ ВО «Технический Университет УГМК», г. Верхняя Пышма, Россия, [a.kovazin@tu-ugmk.ru](mailto:a.kovazin@tu-ugmk.ru); 2 – АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма, Россия; 3 – ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург) ..... 298
21. Мухамадеев Ф. Ф.<sup>1</sup>, Королёв А. А.<sup>1</sup>, Краюхин С. А.<sup>2</sup>, Тимофеев К. Л.<sup>1,2</sup>, Воинов Р. С.<sup>1</sup>, Гибадуллин Т. З.<sup>1</sup>, Мусин А. Т.<sup>1</sup>, Шунин В. А.<sup>1</sup>, Корякин М. Н.<sup>1</sup> Усовершенствование технологии извлечения сурьмы из шлаков рафинирования свинца (1 – АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма, Россия, [tff@elem.ru](mailto:tff@elem.ru); 2 – НЧОУ ВО «ТУ УГМК», г. Верхняя Пышма, Россия, [s.krauhin@tu-ugmk.com](mailto:s.krauhin@tu-ugmk.com)) ..... 300
22. Тимашов А. Е.<sup>1</sup>, Королев А. А.<sup>1</sup>, Тимофеев К. Л.<sup>1,2</sup>, Воинов Р. С.<sup>1</sup>, Шунин В. А.<sup>1</sup>, Краюхин С. А.<sup>2</sup> Разработка технологии получения олова из шлаков рафинирования свинца (1 – АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма, Россия, [v.shunin@elem.ru](mailto:v.shunin@elem.ru); 2 – НЧОУ ВО «ТУ УГМК», г. Верхняя Пышма, Россия, [s.krauhin@tu-ugmk.com](mailto:s.krauhin@tu-ugmk.com)) .... 302
23. Ёлкин К. С.<sup>1</sup>, Сивцов А. В.<sup>2</sup>, Рожихина И. Д.<sup>3</sup>, Нохрина О. И.<sup>3</sup>, Ёлкин Д. К.<sup>4</sup> Генетические особенности кварцитов и их влияние на степень газификации кремнезема (1 – ООО «РУСАЛ Инженерно-технологический центр», г. Красноярск, Россия, [k.yolkin@mail.ru](mailto:k.yolkin@mail.ru); 2 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, [aws2004@mail.ru](mailto:aws2004@mail.ru); 3 – ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия, [rogihina\\_id@mail.ru](mailto:rogihina_id@mail.ru); 4 – АО «Кремний», г. Шелехов, Россия, [Dmitriy.Elkin@rusal.com](mailto:Dmitriy.Elkin@rusal.com)) ..... 306
24. Ёлкин Д. К.<sup>1</sup>, Сивцов А. В.<sup>2</sup>, Ёлкин К. С.<sup>3</sup> Эффективность применения карбидокремниевых материалов в восстановительной плавке металлического кремния и кремнистых ферросплавов (1 – РУСАЛ, АО «Кремний», г. Шелехов, Россия, [Dmitriy.Elkin@rusal.com](mailto:Dmitriy.Elkin@rusal.com); 2 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, [aws2004@mail.ru](mailto:aws2004@mail.ru); 3 – Восточно-Сибирский научный центр МАНЭБ, г. Красноярск, Россия, [k.yolkin@mail.ru](mailto:k.yolkin@mail.ru)) ..... 310
25. Ёлкин К. С.<sup>1</sup>, Сивцов А. В.<sup>2</sup>, Ёлкин Д. К.<sup>3</sup>, Карлина А. И.<sup>4</sup> Современная практика ведения технологии металлического кремния (1 – Восточно-Сибирский научный центр МАНЭБ, г. Красноярск, Россия, [k.yolkin@mail.ru](mailto:k.yolkin@mail.ru); 2 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, [aws2004@mail.ru](mailto:aws2004@mail.ru); 3 – РУСАЛ, АО «Кремний», г. Шелехов, Россия, [Dmitriy.Elkin@rusal.com](mailto:Dmitriy.Elkin@rusal.com); 4 – ФГБОУ ВО ИРНИТУ, г. Иркутск, Россия, [karlina@mail.ru](mailto:karlina@mail.ru)) ..... 313

## Раздел 5 ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ РМ И РЗМ

1. Кологриева У. А., Волков А. И. Новый способ переработки ванадийсодержащих шламов (Центральный научно-исследовательский институт чёрной металлургии им. И. П. Бардина, г. Москва, Россия, [ufowka@mail.ru](mailto:ufowka@mail.ru)) ..... 318
2. Кологриева У. А., Волков А. И. Разработка гидromеталлургической технологии переработки комплексного ванадийсодержащего сырья (Центральный научно-исследовательский институт чёрной металлургии им. И. П. Бардина, г. Москва, Россия, [ufowka@mail.ru](mailto:ufowka@mail.ru)) ..... 320
3. Новоселова А. В.<sup>1,2</sup>, Смоленский В. В.<sup>1,2</sup>, Бове А. Л.<sup>1,2</sup>, Волкович В. А.<sup>2</sup>, Иванов А. Б.<sup>2</sup> Исследование процесса электрохимического получения металлического диспрозия в расплавленной эвтектике 3LiCl-2KCl



(1 – Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, <a href="mailto:alena_novoselova@list.ru">alena_novoselova@list.ru</a> ; 2 – Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, <a href="mailto:v.a.volkovich@urfu.ru">v.a.volkovich@urfu.ru</a> ) .....	323
4. Гуляева Р. И., Удоева Л. Ю., Сергеева С. В., Петрова С. А., Пикулин К. В. Аллюминотермическое восстановление металлов из танталита и касситерита (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, <a href="mailto:gulroza@mail.ru">gulroza@mail.ru</a> ) .....	325
5. Удоева Л. Ю., Чумарев В. М., Галкова Л. И., Тюшняков С. Н. Перспективы применения аллюминотермии в технологии переработки Та-В кеков (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, <a href="mailto:lyuid@yandex.ru">lyuid@yandex.ru</a> ) .....	329
6. Мухаммадеев Ф. Ф., Воинков Р. С., Шунин В. А., Тимофеев К. Л. Производство селенита натрия, селенита цинка и селена повышенной чистоты в АО «Уралэлектромедь» (АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия, <a href="mailto:tff@elem.ru">tff@elem.ru</a> ) .....	334
7. Ведмидь Л. Б., Федорова О. М., Димитров В. М. Синтез в условиях пониженного давления кислорода и структурные характеристики манганитов P3Э Ln <sub>2</sub> VaMn <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (Ln-Pr, Nd, Gd) (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, <a href="mailto:elarisal00@mail.ru">elarisal00@mail.ru</a> ) .....	337
8. Жучков В. И., Заякин О. В., Михайлова Л. Ю. Разработка технологии дефосфорации при выплавке ниобийсодержащих ферросплавов (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, <a href="mailto:zferro@mail.ru">zferro@mail.ru</a> ) ...	340
9. Никитина В. А., Радушев А. В., Батуева Т. Д. О возможности экстракции лантана (+3) из серноокислых сред гидразидами ГД1519 (Институт технической химии УрО РАН, г. Пермь, Пермский край, Россия, <a href="mailto:avradi@mail.ru">avradi@mail.ru</a> ) .....	343
10. Скосарева Т. В., Куленова Н. А., Оналбаева Ж. С. Извлечение скандия из отходов титанового производства (ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Восточно-Казахстанская обл., Казахстан, <a href="mailto:skosarevat@mail.ru">skosarevat@mail.ru</a> ) ....	345
11. Костицова Г. В., Сальникова Е. В., Жиров В. И. Использование тетраоктилдигликольамида (ТОГДА) при селективном экстракционном выделении скандия (Институт физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина Российской академии наук, г. Москва, Россия, <a href="mailto:galyna_k@mail.ru">galyna_k@mail.ru</a> ) .....	347
12. Крашенинин А. Г., Ординарцев Д. П. Поисковые исследования гидрометаллургической переработки конвертерных шлаков НТМК от второй стадии дуплекс-процесса ванадиевого чугуна на сталь с извлечением ванадия (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, <a href="mailto:agkrash@mail.ru">agkrash@mail.ru</a> ) .....	349

## Раздел 6 СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ, СПЛАВОВ, ПОРОШКОВ, АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

1. Волокитина И. Е. Исследование микроструктуры и механических свойств меди и латуни, формирующихся при деформировании в равноканальной ступенчатой матрице с интенсивным охлаждением (Карагандинский государственный индустриальный университет, г. Тмиртау, Казахстан, <a href="mailto:irinka.vav@mail.ru">irinka.vav@mail.ru</a> ).....	358
2. Агарова Н. Е., Яковлева Л. М., Монахов А. С., Давлетшин А. Р., Захаров Е. С. Получение тонкодисперсных медных порошков электролизом и классификацией (АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия, <a href="mailto:N.Agarova@elem.ru">N.Agarova@elem.ru</a> ) .....	361
3. Пестряков А. Н., Колобова Е. Н., Пакриева Е. Г., Герман Д. Ю., Григорьева А. Р., Горбунова А. Каталитическая жидкофазная конверсия отходов процессов переработки биомассы (Томский политехнический университет, г. Томск, Россия, <a href="mailto:pestryakov2005@yandex.ru">pestryakov2005@yandex.ru</a> ) .....	365
4. Эстемирова С. Х., Упоров С. А., Стерхов Е. В. Эволюция структурного и субструктурного состояний высокоэнтропийного сплава TiZrHfNbV В процессе продолжительного отжига при 400 °С (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, <a href="mailto:esveta100@mail.ru">esveta100@mail.ru</a> ) .....	369
5. Капсаламова Ф. Р. <sup>1</sup> , Красиков С. А. <sup>2</sup> Фазовые превращения в системе Fe-Ni-Cr-Cu-Si-B-C, протекающие при механохимическом легировании (1 – Казахстанско-Британский технический университет, г. Алматы, Казахстан. <a href="mailto:faridakapsalamatova@gmail.com">faridakapsalamatova@gmail.com</a> ; 2 – Институт металлургии Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия. <a href="mailto:sankr@mail.ru">sankr@mail.ru</a> ) .....	373
6. Зверева А. А., Мухаммадеев Ф. Ф., Шунин В. А., Воинков Р. С., Тимофеев К. Л. Получение тонкодисперсных серебряных порошков (АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма, Россия, <a href="mailto:Zvereva@elem.ru">Zvereva@elem.ru</a> ).....	377
7. Вараксин А. В. <sup>1</sup> , Ремпель А. А. <sup>1</sup> , Костылев В. А. <sup>2</sup> Влияние введения наноразмерного карбида тантала на микротвердость и трибологические свойства износостойких покрытий, сформированных методом лазерной наплавки (1 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, <a href="mailto:vorax@yandex.ru">vorax@yandex.ru</a> ; 2 – ООО «Технологии тантала», г. Екатеринбург, Россия, <a href="mailto:npp-nauka@yandex.ru">npp-nauka@yandex.ru</a> ) .....	380

8. Смирнов Л. А.<sup>1,2</sup>, Бурмасов С. П.<sup>3</sup>, Беликов С. В.<sup>4</sup>, Жилияков А. Ю.<sup>4</sup>, Орыщенко А. С.<sup>5</sup>, Калинин Г. Ю.<sup>5</sup>, Соловьев И. В.<sup>4</sup>, Житлухина М. Е.<sup>4</sup> Влияние морфологии неметаллических включений на разрушение перспективной высокопрочной коррозионностойкой стали 04X20H6Г11М2АФБ (1 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; 2 – АО «Уральский институт металлов», г. Екатеринбург, Россия; 3 – Российская инженерная академия г. Екатеринбург, Россия; 4 – УрФУ, г. Екатеринбург, Россия, srgbelikov@yandex.ru; 5 – НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей», г. Санкт-Петербург, Россия) ..... 382
9. Бабенко А. А., Смирнов Л. А., Жучков В. И., Сельменских Н. И., Уполовникова А. Г. Микроструктура и механические свойства низкоуглеродистой экономно легированной марганцем трубной стали с элементами прямого микролегирования бором и глубокой десульфурации металла (ИМЕТ УрО РАН г. Екатеринбург, Россия, babenko251@gmail.com) ..... 385

## Раздел 7

### ПРОБЛЕМЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

1. Цикарев В. Г.<sup>1</sup>, Филиппенков А. А.<sup>1,2</sup>, Алабушев А. В.<sup>2</sup>, Филиппов М. А.<sup>3</sup>, Ерцев В. А.<sup>4</sup> Получение волок-заготовок из безвольфрамового твердого сплава СВС-процессом с компактированием (1 – ООО «НПП ФАН», г. Екатеринбург, Россия, tsikarev@mail.ru; 2 – ООО «СВС-Композит», г. Екатеринбург, Россия, alabushev.aleks@mail.ru; 3 – УрФУ им. Первого президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, Filma1936@mail.ru; 4 – ОАО «Уральский институт металлов», г. Екатеринбург, Россия, uim@ural.ru) ..... 392
2. Гаджиев М. Х., Куликов Ю. М., Тюфтяев А. С., Саргсян М. А., Юсупов Д. И., Сон Э. Е. Генератор низкотемпературной плазмы постоянного тока для плазменной энергоресурсоэффективной обработки промышленных отходов (ФГБУН «Объединенный институт высоких температур РАН», г. Москва, Россия, takhach@mail.ru) ..... 395
3. Гаджиев М. Х., Саргсян М. А., Ильичев М. В., Тюфтяев А. С., Сон Э. Е. Плазменное модифицирование поверхности металлов (ФГБУН «Объединенный институт высоких температур РАН», г. Москва, Россия, t.sargsyan86@mail.ru) ..... 399
4. Лехов О. С., Гузанов Б. Н., Михалев А. В., Шевелев М. М., Биалов Д. Х. Исследование технологии получения трехслойных стальных полос на установке непрерывного литья и деформации (Российский государственный профессионально-педагогический университет, г. Екатеринбург, Россия, mxlehov38@yandex.ru) ..... 403
5. Синицин Н. И., Чикова О. А., Вьюхин В. В. О структурных переходах в расплавах Fe-Mn-C (Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, n.i.sinitsin@urfu.ru) ..... 406
6. Абдеев Р. Г.<sup>1</sup>, Швецов М. В.<sup>2</sup>, Абдеев Э. Р.<sup>1</sup>, Гулемова Л. Р.<sup>3</sup> Оценка остаточных напряжений камеры АВО сварного исполнения (1 – Башкирский государственный университет, г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия; 2 – Бузульминский механический завод ПАО «Татнефть», г. Бузульма, Республика Татарстан, Россия; 3 – РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва, Россия, lgulemova@mail.ru) ..... 408
7. Анахов С. В.<sup>1</sup>, Пыкин Ю. А.<sup>2</sup>, Матушкин А. В.<sup>3</sup>, Гузанов Б. Н.<sup>1</sup> Разработка и исследование методов энергоэффективной прецизионной резки металлов по технологии узкоструйной плазмы (1 – ФГАОУ ВО РГППУ, г. Екатеринбург, Россия, sergej.anahov@rsvpi.ru; 2 – ООО НПО «Полигон», г. Екатеринбург, Россия, yarpolygon@mail.ru; 3 – ФГАОУ ВО «УрФУ имени Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия, 227433@rambler.ru) ..... 412
8. Снегирев И. В.<sup>1,2</sup>, Логинов Ю. Н.<sup>2</sup> Механические и коррозионные свойства сплава 5083 в различных состояниях поставки (1 – ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод», г. Каменск-Уральский, Свердловская обл., Россия, igor\_snegirev@mail.ru; 2 – Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия) ..... 416
9. Полянский Л. И.<sup>1</sup>, Бабайлов Н. А.<sup>2</sup>, Логинов Ю. Н.<sup>3</sup> Варианты рациональной формы и размеров ячеек валкового брикетировочного пресса (1 – ООО «Спайдермаш», г. Екатеринбург, Россия, info@spidermash.ru; 2 – Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, n.a.babaylov@urfu.ru; 3 – Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, j.n.loginov@urfu.ru) ..... 418
10. Грехов С. К., Логинов Ю. Н. Численное моделирование сжатия ячеистой структуры, полученной с помощью аддитивной технологии (Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия, g.svyat@yandex.ru) ..... 420
11. Романова О. В., Захаров М. Н., Долматов А. В., Паньков В. А., Кузьмин Б. П., Королев О. А. Физико-механические свойства композиционных материалов на основе порошка титанового сплава ВТ-22 (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, pridlice@mail.ru) ..... 423
12. Кушнарев А. В.<sup>1</sup>, Смирнов Л. А.<sup>2,3</sup>, Киричков А. А.<sup>1</sup>, Добужская А. Б.<sup>2</sup>, Хлыст С. В.<sup>4</sup>, Кузмиченко В. М.<sup>4</sup>, Хлыст И. С.<sup>4</sup>, Белокурова А. В.<sup>4</sup>, Гонтарь Е. В.<sup>1</sup> Разработка инновационной технологии «Цифрового охлаждения» дифференцированной термообработки рельсов «ЕВРАЗ НТМК» (1 – АО «ЕВРАЗ НТМК», г. Нижний Тагил, Россия, Elena.Belokurova@evraz.com; 2 – АО «Уральский институт металлов»,

г. Екатеринбург, Россия; 3 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; 4 – ООО НПП «Томская электронная компания», г. Томск, Россия).....	426
13. Игнатов А. А., Маркин Л. Д. Исследование фазового перехода олова в малогабаритной ампуле для разработки средств метрологического обеспечения резистивной термометрии в промышленности (ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы», г. Москва, Россия, Markin@vniims.ru).....	431
14. Игнатов А. А., Маркин Л. Д. Разработка малогабаритных ампул температурных реперных точек для реализации метода калибровки промышленных термометров сопротивления в интервале температур от 0 до 250 °С (ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы», г. Москва, Россия, Markin@vniims.ru).....	437

## Раздел 8 ЭКОЛОГИЯ И РЕЦИКЛИНГ МЕТАЛЛОВ

1. Миндубаев А. З. <sup>1</sup> , Волошина А. Д. <sup>1</sup> , Бабынин Э. В. <sup>2</sup> , Минзанова С. Т. <sup>1</sup> , Миронова Л. Г. <sup>1</sup> , Бадеева Е. К. <sup>1</sup> Биологическая детоксикация элементного фосфора – компонента металлических сплавов (1 – Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, г. Казань, Россия; 2 – ГАОУ ВПО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань, Россия, mindubaev-az@yandex.ru).....	442
2. Эрнazarов М., Рашидов Х. К., Курбанов М. Ш., Нуралиев У. М., Тулаганов С. А., Ахмаджонов У. М. Переработка медных шлаков Алмалыкского ГМК (Институт ионно-плазменных и лазерных технологий им. У. А. Арифова АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан, u.nuraliyev@mail.ru).....	445
3. Хренников А. А. Ионный обмен в технологиях очистки вод и извлечения ценных компонентов (Purolite Ltd, Российское представительство, г. Екатеринбург, Россия, Alexey.kh@purolite-fsu.ru).....	448
4. Зобнин Б. Б., Кочетков В. В. Концепция проектирования мобильного комплекса очистки кислых рудничных вод и извлечения из них тяжелых металлов (Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия, zobninbb@mail.ru).....	450
5. Романова О. А., Сиротин Д. В. Переработка техногенных отходов ферросплавного производства в условиях формирования экономики замкнутого цикла (Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, eson@uran.ru; sirotind.umk@mail.ru).....	453
6. Быковский Н. А., Шулаев Н. С., Овсянникова И. В., Забиров Т. З. Переработка стоков производства изделий из титана, содержащих TiF <sub>3</sub> , HF и HCl (ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Стерлитамак, Башкортостан, Россия, nbikovsky@list.ru).....	457
7. Саитов Р. И. <sup>1</sup> , Абдеев Р. Г. <sup>1</sup> , Хафзетдинов Е. Р. <sup>1</sup> , Хабаева А. Р. <sup>1</sup> , Хасанова А. Ф. <sup>2</sup> Разработка экспериментальной установки экологически безопасной утилизации нефтешламов (1 – Башкирский государственный университет, г. Уфа, Россия, saitovri@mail.ru; 2 – Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа, Россия, khasanova.ai@yandex.ru).....	460
8. Барбин Н. М. <sup>1</sup> , Кобелев А. М. <sup>1</sup> , Терентьев Д. И. <sup>1</sup> , Алексеев С. Г. <sup>2</sup> Газогенераторная переработка реакторного графита (1 – Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия, NMBarbin@mail.ru; 2 – Уральский научно-исследовательский институт ВДПО, г. Екатеринбург, Россия).....	463
9. Зиновеев Д. В. <sup>1</sup> , Грудинский П. И. <sup>1</sup> , Закунов А. С. <sup>1</sup> , Семенов А. Ф. <sup>1</sup> , Панова М. О. <sup>1</sup> , Дюбанов В. Г. <sup>1</sup> , Петелин А. Л. <sup>2</sup> Влияние добавок солей щелочных металлов на эффективность извлечения железа в процессе твердофазного карботермического восстановления красного шлама (1 – Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, dzinoveev@imet.ac.ru; 2 – НИТУ МИСИС, г. Москва, Россия, alexander-petelin@yandex.ru).....	466
10. Копылов Н. И. <sup>1</sup> , Молдурушку М. О. <sup>2</sup> Комплексная переработка отвалов комбината «Тувакобальт» (1 – Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия, kolyubov@narod.ru; 2 – Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, г. Кызыл, Россия, ritageotom@mail.ru).....	470
11. Шешуков О. Ю. <sup>1,2</sup> , Михеенков М. А. <sup>1</sup> , Некрасов И. В. <sup>1,2</sup> , Егизарьян Д. К. <sup>1,2</sup> , Ведмидь Л. Б. <sup>1,2</sup> Влияние давления прессования на восстановление оксидов железа техногенного происхождения (1 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, Silast@mail.ru; 2 – Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, o.j.sheshukov@urfu.ru).....	472
12. Булатов К. В., Газалеева Г. И., Мамонов С. В., Закирничный В. Н. Общие понятия и классификация техногенного сырья по обогатимости (ОАО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург, Россия, gazaleeva_gi@umbr.ru).....	475
13. Ордабаева А. Т., Мейрамов М. Г., Газалиев А. М., Мулдахметов З. М. Получение сорбента прямой активацией угля Шубаркольского месторождения (ТОО «Институт органического синтеза и углехимии РК», г. Караганда, Казахстан, aigul_serik_kz@mail.ru).....	480

14. Амдур А. М. <sup>1</sup> , Федоров С. А. <sup>2</sup> Комплексное использование золотосодержащих силикатно-карбонатных хвостов обогащения (1 – Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия, engineer-ektb@rambler.ru; 2 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, saf13d@mail.ru) .....	482
15. Шапкин Н. П., Таскин А. В., Хальченко И. Г., Шкуратов А. Л., Федотов Д. Р. Получение SiO <sub>2</sub> золь-гель методом из золошлаковых отходов угольных электростанций (Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия, taskin@yandex.ru) .....	485
16. Курдюмов В. Р., Тимофеев К. Л., Мальцев Г. И. Сорбционное извлечение селена (IV) из растворов (АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия, kvr@elem.ru).....	489
17. Анахов С. В. <sup>1</sup> , Пыкин Ю. А. <sup>2</sup> , Матушкина И. Ю. <sup>3</sup> , Гузанов Б. Н. <sup>1</sup> Разработка технологии плазменного дожигания газообразных продуктов переработки опасных отходов (1 – ФГАОУ ВО РГППУ, г. Екатеринбург, Россия, sergej.anahov@rsvpu.ru; 2 – ООО НПО «Полигон», г. Екатеринбург, Россия, uarpolygon@mail.ru; 3 – ФГАОУ ВО УрФУ имени Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, 227433@rambler.ru) .....	493
18. Макарова А. С. <sup>1</sup> , Федосеев А. Н. <sup>1,2</sup> Разработка метода иммобилизации ртути из ртутьсодержащих отходов с учетом принципов зеленой химии (1 – ФГБУ ВО РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва, Россия, annmakarova@mail.ru; 2 – ООО «ПУР», г. Москва, Россия, Andrew7080@yandex.ru) .....	497
19. Копылов Н. И. Переработка мышьяксодержащих промпродуктов свинцового производства с переводом мышьяка в железомышьяковый сплав (Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия, kolyubov@narod.ru) .....	500
20. Сорокин Ю. В. <sup>1</sup> , Демин Б. Л. <sup>1</sup> , Смирнов Л. А. <sup>1,2</sup> , Калимулина Е. Г. <sup>3</sup> Совершенствование технологии переработки и использования мелких фракций отвального шлака АО «ЕВРАЗ НТМК» (1 – АО «Уральский институт металлов», г. Екатеринбург, Россия, b.demin@uim-stavan.ru; 2 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; 3 – АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат», г. Нижний Тагил, Свердловская обл., Россия).....	503
21. Жерлицын А. А., Алексеенко В. М., Кумпяк Е. В., Кондратьев С. С. Электроимпульсная технология переработки поликомпонентных отходов (ИСЭ СО РАН, г. Томск, Россия, andzh@oit.hcei.tsc.ru) .....	506
22. Vyamba Oyun <sup>1</sup> , Jamsran Munkhbat <sup>2</sup> Research on the possibility of using «Erdenet» mining tailings in the cement production (1 – Department of Fundamental Sciences School of Technology, a branch of Mongolian University of Science and Technology Erdenet, Mongolia, oyun@erdenetis.edu.mn; 2 – Department of Energy and Information Technology, School of Technology Erdenet, Mongolia, munkhbat@erdenetis.edu.mn) .....	511
23. Лебедь А. Б. <sup>1</sup> , Верходанов Р. И. <sup>1</sup> , Лебедь З. А. <sup>1</sup> , Жиленко С. В. <sup>2</sup> Очистка оборотных травильных растворов от меди методом сульфидирования (1 – НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», г. Верхняя Пышма, Россия, a.lebed@tu-ugmk.com; 2 – ПАО «Северсталь», г. Череповец, Россия) .....	514
24. Танутров И. Н., Потапов С. О., Свиридова М. Н., Лямкин С. А., Чесноков Ю. А., Маршук Л. А. Моделирование совместного выщелачивания красного шлама и замасленной прокатной окалины (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, intan38@live.ru).....	518
25. Захаров М. Н., Романова О. В., Петрова С. А., Норицын С. И., Окулов Р. А. Способ переработки и утилизации загрязненного титансодержащего шлака (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, mr.mizani@mail.ru) .....	522
26. Досекиенов М. С., Нурғали Н. З., Шаяхметов Е. Н. Утилизация отходов производства путем автоклавной карбонизации саморассыпающихся шлаков (ТОО «НИИЦ ERG», г. Актобе, Республика Казахстан, Murat.Dossekenov@erg.kz) .....	525
27. Новиков Д. О., Селиванов Е. Н., Галкова Л. И. Состав и свойства сульфидно-мышьяковистого кека (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, Dm93nvc@gmail.com).....	528
<b>АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ .....</b>	<b>532</b>