

Министерство науки и высшего образования России
Российская академия наук
Научный совет по металлургии и металловедению ОХМН РАН
Научный совет РАН по глобальным экологическим проблемам
Уральское отделение РАН
Правительство Свердловской области
Институт металлургии УрО РАН
Трубная металлургическая компания
Уральская горно-металлургическая компания
Уралмеханобр
Технический университет УГМК

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Труды VI Конгресса с международным участием



«ТЕХНОГЕН-2023»

Екатеринбург
2023

УДК 669.054.8:658.577.1

ББК 34.69

Ф94

Редакционная коллегия: академик РАН, доктор технических наук Л. И. Леонтьев,
кандидат химических наук В. И. Пономарев

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

Ф94 **Фундаментальные** исследования и прикладные разработки процессов переработки и утилизации техногенных образований : труды VI Конгресса с международным участием «ТЕХНОГЕН-2023». – Екатеринбург : УрО РАН, 2023. – 368 с. – DOI: 10.34923/technogen-ural.2023.15.21.001.

ISBN 978-5-9076803-9-5

Труды конгресса дают информацию о направлениях фундаментальных и прикладных исследований институтов РАН, вузов, промышленных предприятий и других организаций по переработке и утилизации техногенных образований, создают базу данных для новых перспективных энерго-ресурсосберегающих технологий, направленных на формирование экономики замкнутого цикла.

Результаты исследований будут полезны научным работникам и сотрудникам предприятий, занимающимся экологическими аспектами промышленного производства, а также представителям государственной власти и бизнеса.

УДК 669.054.8:658.577.1

ББК 34.69

Доклады сборника печатаются в соответствии с авторскими оригиналами.

ISBN 978-5-9076803-9-5

© ИМЕТ УрО РАН, 2023

© Авторы, 2023

Организаторы конгресса «ТЕХНОГЕН-2023»



Российская академия наук
Научный совет по металлургии и металлоредению ОХМН РАН
Научный совет РАН по глобальным экологическим проблемам



Министерство науки и высшего образования РФ



Уральское отделение РАН



Правительство Свердловской области



Институт металлургии УрО РАН



ООО «Исследовательский центр ТМК»



Уральская горно-металлургическая компания



Уралмеханобр



Технический университет УГМК

При поддержке



Неправительственный экологический фонд имени В. И. Вернадского

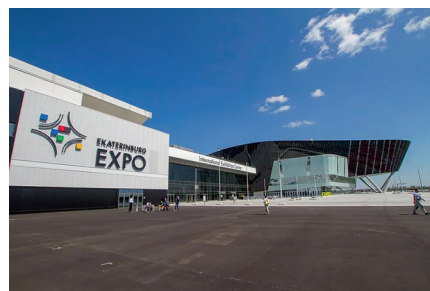
ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ
ЧЕРНАЯ МЕТАЛЛУРГИЯ

Журнал «Известия высших учебных заведений. Черная металлургия»

Локация



Институт металлургии УрО РАН –
Екатеринбург, ул. Амундсена, 101



Екатеринбург-ЭКСПО – Екатеринбург,
буль. ЭКСПО-бульвар, 2А («ИННОПРОМ»)

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНГРЕССА

Сопредседатели



Леонтьев Л. И.

Председатель Научного совета по металлургии и металловедению ОХМН РАН, академик РАН



Мамонтов Д. М.

Министр природных ресурсов и экологии Свердловской области



Паньшин А. М.

Технический директор ОАО «УГМК»



Пумпянский Д. А.

Член бюро Правления РСПП, вице-президент РСПП, председатель Комитета по научно-образовательной и инновационной политике, сопредседатель Комитета по промышленной политике и техническому регулированию



Семёнов В. В.

Генеральный директор «ЦНИИчермет им. И. П. Бардина»



Старцева О. П.

Член Совета ТПП РФ по экономике замкнутого цикла и экологии, участник НО «Зеленая экономика. Зеленые финансы»

Члены оргкомитета

Пономарев В. И.	начальник информационно-аналитического отдела ИМЕТ УрО РАН, зам. председателя организационного комитета
Бамбуров В. Г.	гл. научный сотрудник ИХТТ УрО РАН, чл.- корр. РАН
Булатов К. В.	генеральный директор ОАО «Уралмеханобр»
Газалеева Г. И.	зав. отделом рудоподготовки и специальных методов исследований ОАО «Уралмеханобр»
Дёмин Б. Л.	исп. директор НИЦ ОАО «УИМ»
Дмитриев А. Н.	гл. научный сотрудник ИМЕТ УрО РАН
Корнилков С. В.	гл. научный сотрудник ИГД УрО РАН
Костина М. В.	ученый секретарь Научного совета по металлургии и металловедению ОХМН РАН
Лапин В. А.	директор НЧОУ ВО «Технический университет УГМК»
Михайлов Г. Г.	ст. научный сотрудник ЮУрГУ (НИУ)
Шешуков О. Ю.	директор Института новых материалов и технологий УрФУ
Якорнов С. А.	зам. технического директора по металлургии ОАО «УГМК»

Программный комитет

Тетенькин Д. Д.	зам. министра природных ресурсов и экологии Российской Федерации
Заякин О. В.	гл. научный сотрудник ИМЕТ УрО РАН, чл.- корр. РАН, зам. председателя программного комитета
Вагнер А. Р.	и. о. ректора ЮУрГУ
Григорович К. В.	зам. председателя Научного совета по металлургии и металловедению ОХМН РАН, академик РАН
Зайков Ю. П.	научный руководитель ИВТЭ УрО РАН
Захаров В. Н.	директор ИПКОН РАН, академик РАН
Калмыков С. Н.	председатель Научного совета РАН по глобальным экологическим проблемам, академик РАН
Кокшаров В. А.	ректор УрФУ
Кушнарев А. В.	директор металлургического дивизиона компании «Металлоинвест»
Мешалкин В. П.	директор НОЦ «МИ-ЛРТИ», академик РАН
Мясоедов Б. Ф.	советник РХТУ, академик РАН
Николаев А. И.	зам. директора ИХТРЭМС КНЦ РАН, чл.- корр. РАН
Носков А. С.	главный редактор журнала «Экология и промышленность России», чл.- корр. РАН
Осипов В. И.	научный руководитель ИГЭ РАН, академик РАН
Пересторонин С. В.	министр промышленности и науки Свердловской области
Пышминцев И. Ю.	директор по научной работе ПАО «ТМК»
Ремпель А. А.	директор ИМЕТ УрО РАН, академик РАН
Смирнов Л. А.	гл. научный сотрудник ИМЕТ УрО РАН, академик РАН
Соколов И. В.	директор Института горного дела УрО РАН
Чантурия В. А.	научный руководитель ИПКОН РАН, академик РАН
Чарушин В. Н.	председатель ОУС по химическим наукам УрО РАН, академик РАН
Ярмошенко И. В.	директор ИПЭ УрО РАН

Иностранные члены программного комитета

Байсанов С. О.	директор Химико-металлургического института, Казахстан
Зиниград М. И.	ректор Ариэльского университета, Израиль
Кожухметов С. М.	президент ЕНТЦ «Металлы и материалы», академик, Казахстан
Онурал Юсел	зав. кафедрой Стамбульского технического университета, Турция
Чэнь Кай	Shandong Iron & Steel Group Co. Ltd., Китай
Дови Винченцо	профессор университета Генуи, Италия

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

- 1 *Леонтьев Л. И.^{1,2,3}, Маршук Л. А.², Пономарев В. И.² Вклад науки и производства в реализацию федерального проекта «Экономика замкнутого цикла» (1 – Президиум РАН, г. Москва, Россия; 2 – ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия; 3 – ЦНИИЧЕРМЕТ, г. Москва, Россия, ponomarev.imet@gmail.com) 16*
- 2 *Климентенок Г. Н.¹, Хайруллин Р. Т.², Климентенок Г. Г.¹ Комплексная переработка техногенного сырья сложного состава с получением высоколиквидных продуктов (на примере промышленных отходов уральских предприятий) (1 – ООО «Североуральская марганцевая компания», г. Москва, Россия, infoszk@mail.ru; 2 – НИТУ МИСиС, г. Москва, Россия, rimta09@mail.ru) 26*
- 3 *Буряк А. К. Хромато-масс-спектрометрия для оценки и контроля технологий переработки и ликвидации промышленных отходов (ФГБУН «Институт физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина Российской академии наук» (ИФХЭ РАН), г. Москва, Россия, akburiyak@mail.ru) 34*
- 4 *Козлов П. А.¹, Паньшин А. М.², Якорнов С. А.², Ивакин Д. А.³ Разработка и внедрение технологии переработки пылей черной металлургии – переход к экономике замкнутого цикла по реализации безотходных технологических процессов (1 – Технический университет УГМК, г. Верхняя Пышма, Россия, p.kozlov@tu-ugmk.com; 2 – ОАО «УГМК», г. Верхняя Пышма, Россия; 3 – АО «ЧЦЗ», г. Челябинск, Россия) 36*
- 5 *Демин Б. Л., Смирнов Л. А. Состояние и перспективы развития шлакоперерабатывающего производства (АО «Уральский институт металлов», г. Екатеринбург, Россия, b.demin@uim-stavan.ru) 40*
- 6 *Старцева О. П. Утилизация промышленных отходов – важнейшая составляющая экономики замкнутого цикла («Уральская экологическая экспертиза», г. Екатеринбург, Россия, info@ecourals.ru) 45*

Раздел 1. ВИДЫ, ОБЪЕМЫ, СОСТАВЫ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ (ВСКРЫШНЫХ ПОРОД, ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ, ШЛАКОВ, ПЫЛЕЙ И ШЛАМОВ ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ) ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

- 1 *Рыбникова Л. С., Рыбников П. А., Наволокина В. Ю. Донные отложения пруда-осветлителя медноколчеданного рудника (Свердловская область) (Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, luserib@mail.ru) 55*
- 2 *Рыбникова Л. С., Рыбников П. А., Галин А. Н. Техногенная трансформация минерального состава отвала Левихинского рудника (Средний Урал) (Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, luserib@mail.ru) 58*
- 3 *Савельев С. М., Нечвоглод О. В., Лобанов В. Г., Бормотов И. А. Особенности вещественного и фазового состава лежалого клинкера ОАО «Электроцинк» (ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия, neshvoglodov@mail.ru) 61*
- 4 *Холикулов Д. Б.¹, Ниязметов Б. Е.², Болтаев О. Н.¹ Исследования характеристик окисленных медных руд месторождения Кальмакир (1 – Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета, г. Алмалык, Узбекистан, doniyor_xb@mail.ru; 2 – АО «Алмалыкский горно-металлургический комбинат», г. Алмалык, Узбекистан, b.niyazmetov@agmk.uz) 64*
- 5 *Грудинский П. И.¹, Дюбанов В. Г.¹, Козлов П. А.² Особенности состава клинкера вельцевания пыли электросталеплавильного производства (1 – ИМЕТ РАН, г. Москва, Россия, pgrudinskiy@imet.ac.ru; 2 – НЧОУ ВО «ТУ УГМК», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия, p.kozlov@tu-ugmk.com) 67*

Раздел 2. ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТВЕРДЫХ, ЖИДКИХ И ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

- 1 *Пасечник Л. А.¹, Колесникова М. П.², Рухлядева М. С.² Пигменты из красных шламов глиноземного производства (1 – Институт химии твердого тела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, pasechnik@ihim.uran.ru; 2 – ООО «Палитра», г. Краснотурьинск, Свердловская обл., Россия, palitra-firm@rambler.ru) 71*
- 2 *Заблоцкая Ю. В., Садыхов Г. Б., Анисонян К. Г., Тужилин А. С., Олюнина Т. В. Физико-химические свойства силикатных продуктов при комплексной безотходной переработке кремнисто-титановых песчаников (ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН», г. Москва, Россия, nboxclear@gmail.com) 73*

3	Лавкова А. В., Хейн Т. А., Харламова Т. А., Колесников А. В. Физико-химические особенности отвальных хвостов, содержащих олово (РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва, Россия, lina.lavkova@mail.ru, spiritley@yandex.ru, artkoles@list.ru)	76
4	Гуляева Р. И., Пикулин К. В., Сергеева С. В., Эстемирова С. Х. Влияние механоактивации на обжиг пирротинового концентрата (Институт металлургии Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия, gulroza@mail.ru).....	79
5	Головкин Д. И. ¹ , Луговицкая Т. Н. ¹ , Бабинцев А. А. ¹ , Завалюев А. С. ² , Рогожников Д. А. ¹ Азотнокислотное выщелачивание золотосульфидного углистого концентрата месторождения Маломыр (1 – ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия, dmitry.golovkin@urfu.ru, t.n.lugovitskaia@urfu.ru, a.a.babintsev@urfu.ru, darogozhnikov@urfu.ru; 2 – ОП ПАГК АО «Покровский рудник», г. Благовещенск, Амурская область, Россия, zavaluev-a@pokrmine.ru).....	82
6	Дмитриев А. Н. ¹ , Витькина Г. Ю. ¹ , Вязникова Е. А. ¹ , Бутова Ю. Е. ^{1,2} , Алекторов Р. В. ¹ , Катаев В. В. ¹ , Ведмидь Л. Б. ¹ , Черепанова Л. А. ¹ Особенности микроструктуры высокоосновных агломератов (1 – ФГБУН «Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук», г. Екатеринбург, Россия; 2 – ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия).....	84
7	Логачев Г. Н. ¹ , Сибатуллин С. К. ¹ , Харченко Е. О. ¹ , Посохин М. А. ¹ , Щелоков Н. С. ¹ , Селезнев Д. И. ² Исследование подвижности доменных шлаков с различным содержанием MgO (1 – ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет», г. Магнитогорск, Челябинская обл., Россия; 2 – ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» г. Магнитогорск, Челябинская обл., Россия, lokkigrom@mail.ru)	87
8	Удоева Л. Ю., Вусихис А. С., Леонтьев Л. И., Ченцов В. П. Термодинамическое моделирование процесса карботермического восстановления ильменитового и перовскитового концентратов (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, lyuid@yandex.ru)	89
9	Кель И. Н., Заякин О. В., Жучков В. И., Ренев Д. С., Данилов С. В., Вязникова Е. А. Карботермический процесс двухстадийной технологии замкнутого цикла получения ниобийсодержащих ферросплавов (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, dunnington@mail.ru).....	93
10	Мохирева Н. Л. ¹ , Логинова И. В. ² , Миролюбов В. Р. ² , Шопперт А. А. ² , Рогожников Д. А. ² Исследование фазового и химического состава полиметаллического шлама, полученного из серпентинита Баженовского и Киембаевского месторождения (1 – ООО «Бергауф Строительные Технологии», г. Екатеринбург, Россия, khohlun@mail.ru; 2 – УрФУ им. Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, contact@urfu.ru).....	95
11	Мохирева Н. Л. ¹ , Логинова И. В. ² , Миролюбов В. Р. ² , Шопперт А. А. ² , Рогожников Д. А. ² Изучение влияния параметров технологии комплексной переработки серпентинита на состав полиметаллического шлама (1 – ООО «Бергауф Строительные Технологии», г. Екатеринбург, Россия, khohlun@mail.ru; 2 – УрФУ им. Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, contact@urfu.ru).....	97
12	Михеенков М. А. ¹ , Шешуков О. Ю. ^{1,2} , Сивцов А. В. ¹ , Егузарьян Д. К. ^{1,2} Особенности формирования фазового состава сталеплавильных шлаков и оценка возможности использования их при изготовлении экобетона (1 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, Silast@mail.ru; 2 – ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия)	100

Раздел 3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ С МАКСИМАЛЬНЫМ ИЗВЛЕЧЕНИЕМ КОМПОНЕНТОВ И ОРГАНИЗАЦИЕЙ БЕЗОТХОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1	Скачков В. М., Пасечник Л. А., Медянкина И. С., Богданова Е. А., Сабирзянов Н. А. Разработка безотходной технологии переработки апатитов (ИХТТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, skachkov@ihim.uran.ru)	104
2	Козлов П. А. ¹ , Панышин А. М. ² , Якорнов С. А. ² , Ивакин Д. А. ³ Исследования процесса прокалики вельц-окси в трубчатых вращающихся печах (1 – Технический университет УГМК, г. Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия, p.kozlov@tu-ugmk.com; 2 – ОАО «УГМК», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия; 3 – АО «ЧЦЗ», г. Челябинск, Россия)	106
3	Амдур А. М. ¹ , Федоров С. А. ^{1,2} , Власов И. А. ¹ Повышение извлечения микродисперсного золота и других ценных компонентов из техногенных материалов (1 – Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия, engineer-ektb@rambler.ru; 2 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, saf13d@mail.ru)	110
4	Агамирова А. С., Гончаров К. В. Переработка шлаков, полученных при восстановлении титаномагнетитового концентрата (Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия alexandra_0492@mail.ru)	113
5	Манашев И. Р. ¹ , Зиятдинов М. Х. ² , Леонтьев Л. И. ³ , Гаврилова Т. О. ⁴ Разработка технологии утилизации мелкодисперсных ферросплавов путем азотирования в режиме горения (1 – ООО «Научно-техническая производственная фирма «Эталон», г. Магнитогорск, Россия, mir@ntrpf-etalon.ru; 2 – Томский государственный	

	университет, г. Томск, Россия, ziatdinovM@mail.ru; 3 – Президиум РАН, г. Москва, Россия, leo@presidium.ras.ru; 4 – МГТУ им. Г. И. Носова, г. Магнитогорск, Россия).....	114
6	Гребнева А. А. ¹ , Субботина И. Л. ¹ , Воинков Р. С. ¹ , Краяхин С. А. ² Извлечение меди из медно-мышьякового кека (1 – АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия, A.Grebneva@elem.ru; 2 – НЧОУ ВО «ТВ УГМК», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия, s.krauhin@tu-ugmk.com).....	118
7	Роцин В. Е., Адилгов Г. А., Поволоцкий А. Д. Итоги лабораторной стадии разработки технологии полной переработки отвальных медеплавильных шлаков с получением востребованных металлических и керамических изделий (Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия, roshchinve@susu.ru, adilovg@susu.ru).....	120
8	Полыгалов С. Э., Колмачихина О. Б., Лобанов В. Г., Савельев С. М., Маклашова Е. Д. Оценка возможности извлечения меди из лежалого клинкера цинкового производства (ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, o.b.kolmachikhina@urfu.ru).....	123
9	Голибзода З. М., Колмачихина Э. Б., Колмачихина О. Б., Янкина Я. А. Гидрометаллургическая переработка отслуживших дисплеев с извлечением индия и олова (ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия, e.b.khazieva@urfu.ru).....	125
10	Медянкина И. С., Пасечник Л. А. Переработка техногенных отходов с получением материалов на основе аморфного SiO ₂ (Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия, lysira90@mail.ru).....	126
11	Крашенинин А. Г. Способ переработки пентоксида ванадия технического качества до чистого (ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, agkrash@mail.ru).....	128
12	Мельников Н. К. ² , Цикарев В. Г. ¹ , Филиппенков А. А. ¹ , Ледер М. О. ² , Чуланов В. Л. ² , Головин А. В. ² Новые подходы и идеи для эффективной утилизации и переработки титансодержащих отходов ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» (1 – ООО «Научно-производственное предприятие ФАН», mail@nppfan.ru; 2 – ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», moleder@vsmo.ru).....	132
13	Загиров Н. Н. ¹ , Иванов Е. В. ¹ , Логинов Ю. Н. ² Переработка медных отходов в различном исходном состоянии (1 – Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, Россия, kafomd_1@mail.ru; 2 – Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия, j.n.loginov@urfu.ru).....	134
14	Лобанов Д. А. ¹ , Шешуков О. Ю. ^{1,2} , Егиазарьян Д. К. ¹ , Тацпенко Т. А. ¹ Применение коагуляционного обжига к титаномагнетитовым концентратам как способ переработки отходов (1 – ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, sumterdannu@yandex.ru; 2 – УрФУ им. Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, o.j.sheshukov@urfu.ru).....	137
15	Свечникова Н. Ю., Петренко А. П., Юдина С. В., Юдин Д. В. Утилизация нефтесодержащих отходов металлургического производства методом термической деструкции (ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, Россия, natasha-svechnikova@yandex.ru).....	139
16	Маковская О. Ю., Чемезов О. В., Трушкова А. А., Лукинских А. В. Использование ультразвука для вскрытия хвостов мокрой магнитной сепарации титано-магнетитовых руд (Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, o.i.makovskaia@urfu.ru).....	141
17	Курнешова Т. А., Сергеевкова М. П., Шафиев Д. Н. Исследование кинетических закономерностей процесса химической деструкции пластика на основе поликарбоната этиленгликолем при катализе кислотой Льюиса (Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, г. Москва, Россия, tatyana.kurneshova.98@mail.ru).....	144
18	Зиновеев Д. В. ¹ , Грудинский П. И. ¹ , Юртаева А. А. ¹ , Пасечник Л. А. ² , Дюбанов В. Г. ¹ Комплексная технология переработки красных шламов с получением железного, титанового и скандиевого концентратов, глинозема и белой сажи (1 – ИМЕТ РАН, г. Москва, Россия, ZinoveevIMET@yandex.ru; 2 – ИХТТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, pasechnik@ihim.uran.ru).....	146
19	Павлишин В. С., Хажиахметова Р. Ф., Углинских М. Ю., Власова С. Г. Синтез и исследование шлаковых стекол (УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, pavlishin_0112@mail.ru).....	148
20	Воробкало Н. Р., Байсанов А. С., Махамбетов Е. Н., Мусин А. М. Исследование термической стойкости брикетов на основе микрокремнезема (ХМИ им. Ж. Абишева, г. Караганда, Казахстан, nina.timirbaeva23@gmail.com, alibekbaisanov@mail.ru, m.ye.n@mail.ru, tam.9@mail.ru).....	150
21	Лобанов В. Г., Пritchин А. А., Блудова Д. И., Михайловских А. Д. Способ извлечения цинка при щелочной переработке техногенного сырья (ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия, lobanov-vl@yandex.ru, pritchin@uvm-steel.ru, blood.finans@gmail.com, mihailovskihanton@yandex.ru).....	152
22	Подусовская Н. В., Комолова О. А., Григорович К. В. Исследование возможности селективного восстановления свинец- и цинксодержащих фаз из пыли ДСП (Институт металлургии и материаловедения имени А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, produsovskaya@imet.ac.ru).....	155

- 23 Ярусова С. Б.¹, Данилова С. Н.², Гермогенова Н. В.², Ивин В. В.³, Гордиенко П. С.¹, Охлопкова А. А.¹ Сравнительный анализ природного и техногенного волластонита при использовании в качестве минерального наполнителя СВМПЭ (1 – ИХ ДВО РАН, г. Владивосток, Приморский край, Россия, yarusova_10@mail.ru; 2 – СВФУ, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия, dsn.sakhaiana@mail.ru; 3 – ДВГИ ДВО РАН, г. Владивосток, Россия, ivin_vv@mail.ru) 158
- 24 Краюхин С. А., Киселев М. Ю. К вопросу комплексной переработки пиритных хвостов обогащения медно-цинковых руд (НЧОУ ВО «Технический университет УГМК», г. Верхняя Пышма, Свердловская обл., Россия, s.krauhin@tu-ugmk.com) 161
- 25 Олейникова Т. О., Каримова Л. М., Тусунбекова Т. М., Терентьева И. В., Сагатбек С. О возможности доизвлечения ценных компонентов из лежалых медных хвостов (ТОО «КазГидроМедь», г. Караганда, Республика Казахстан) 163
- 26 Агафонов Д. Г., Копьёв Д. Ю., Садыхов Г. Б. К вопросу о комплексной переработке высокожелезистых редкометалльно-редкоземельных руд Чукотского месторождения (ИМЕТ РАН, г. Москва, Россия, agafonov-1802@mail.ru) 166
- 27 Тюшняков С. Н., Гуляева Р. И., Удоева Л. Ю., Сельменских Н. И. Аллюминотермия как способ извлечения металлов из Та-W отходов (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, tyushnyakov.sn@gmail.com) ... 167
- 28 Григорьев Е. В., Капелюшин Ю. Е. Брикетирование пыли электродугового сталеплавильного производства по технологии жесткой экструзии с бентонитом в качестве связующего (Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), г. Челябинск, Россия, postos097@mail.ru) 169
- 29 Стулов П. Е.¹, Волков А. И.¹, Чаркин А. Ф.¹, Фофанов А. А.², Кузнецов А. Ю.² Получение ферроникеля из отработанного катализатора процесса деметаллизации нефти (1 – Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И. П. Бардина, г. Москва, Россия, ufowka@mail.ru; 2 – Фирма «Балауса», Кызылординская обл., Казахстан, alef_van@mail.ru, balausa@list.ru) 172
- 30 Волков А. И.¹, Стулов П. Е.¹, Чаркин А. Ф.¹, Краснянская И. А.¹, Панфилов В. П.², Нурғали Н. З.², Масғұтов И. И.³ Исследование технологических свойств отсева высокоуглеродистого феррохрома и пыли системы аспирации в качестве сырья для получения низкоуглеродистого феррохрома (1 – Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И. П. Бардина, г. Москва, Россия, rhenium@list.ru; 2 – Научно-исследовательский инженеринговый центр Eurasian Resources Group (ERG), г. Астана, Казахстан, nurzhan.nurgali@erg.kz; 3 – Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Россия, yaiskandar21@mail.ru) 174
- 31 Самолин В. С., Адилев Г. А., Поволоцкий А. Д., Роцин В. Е. Исследования возможности пирометаллургической переработки конвертерных шлаков никелевого производства (Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, Россия, vlad17499@mail.ru) 176
- 32 Бигеев В. А., Харченко А. С., Сибатагуллин С. К., Сысоев В. И., Магасумов Г. З., Решетова И. В., Киричко А. Д. Исследование обесцинкования шламов ККЦ ПАО «ММК» проведением процесса восстановления углеродом коксовой мелочи (ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный университет им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, Челябинская обл., Россия, as.mgtu@mail.ru) 179
- 33 Перепелицын В. А.¹, Земляной К. Г.¹, Капустин Ф. Л.¹, Семенищев В. С.¹, Давыдов С. Я.², Федоров С. А.^{2,3}, Турчин М. Ю.⁴, Воропаев К. В.⁵, Аверьянов Д. А.⁵ Новое техногенное магнезиальное сырье и направления его использования (1 – ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия, rva-vostio@bk.ru; 2 – ФГБОУ ВО «УГГУ», г. Екатеринбург, Россия, davidovtrans@mail.ru; 3 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, sa13d@mail.ru; 4 – ПАО «Комбинат Магнезит», г. Сатка, Челябинская обл., Россия; 5 – ООО «Партнер», г. Сатка, Челябинская обл., Россия) 182
- 34 Молдуруишу М. О.¹, Копылов Н. И.² Получение керамических материалов на основе глины и кека деарсенизации отходов комбината «Тувакобальт» (1 – Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, г. Кызыл, Россия, ritageotot@mail.ru; 2 – Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск, Россия, kolyubov@narod.ru) 184
- 35 Бибанаева С. А., Сабирзянов Н. А., Скачков В. М., Суриков В. Т., Лебедева Э. М. Повышение комплексности переработки золотоносных руд (ИХТТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, bibanaeva@mail.ru) 186
- 36 Гончаров К. В. Извлечение ванадия из солянокислых растворов методом пирогидролиза (Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, goncharov-imet@mail.ru) 187
- 37 Степанов Е. А.¹, Климов А. В.², Смирнов Б. Н.¹ Утилизация отработанных ванадиевых катализаторов (1 – ООО «Инженерный центр Гипромет», г. Екатеринбург, Россия, Smirnovbn@gipromet-center.ru; 2 – ФГАОУ ВО УрФУ, Институт новых материалов и технологий, г. Екатеринбург, Россия, a.v.klimov@urfu.ru) 189
- 38 Дементьев Д. К., Нагаева Е. И., Колмачихина О. Б., Хабибулина Р. Э. Извлечение цветных металлов из техногенных отходов никелевого производства (ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия, daniildementiev@yandex.ru) 191
- 39 Филимонов С. Ю., Кудашов А. Г., Бутакова Т. В. Проблемы переработки аспирационной углеграфитовой пыли при производстве электродов (ООО «Эл 6 Новосибирск», р. п. Линево, Новосибирская обл., Россия, SFilimonov@el6.ru) 194

- 40 *Хабидулина Р. Э., Лобанов В. Г., Колмачихина О. Б.* Вариант извлечения благородных металлов из рафинировочных шлаков (*УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, raisa.khabibulina@urfu.ru*) 197
- 41 *Митрофанов П. А.¹, Брагин В. В.², Вохмякова И. С.², Овсянников А. О.¹, Солодухин А. А.²* Переработка пылей газоочисток электросталеплавильных производств процессом вельцевания (*1 – ООО «ЦИНКУМ», г. Москва, Россия, ovsyannikov@urban-mining.eco; 2 – ООО «НПВП ТОРЭКС», г. Екатеринбург, Россия, v.bragin@torex-nprv.ru, i.vohmyakova@torex-nprv.ru*) 199
- 42 *Сивцов А. В.¹, Михеенков М. А.¹, Егиазарьян Д. К.^{1,2}, Шецуков О. Ю.^{1,2}, Цымбалист М. М.¹, Орлов П. П.²* Влияние добавок техногенных отходов на процесс шлакообразования в дуговых сталеплавильных печах (*1 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, aws2004@mail.ru; 2 – ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия*) 202
- 43 *Жучков В. И.¹, Салина В. А.^{1,2}, Заякин О. В.¹* Использование отходов производства марганцевых ферросплавов (*1 – ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия; 2 – УГГУ, г. Екатеринбург, Свердловская обл., Россия, valentina_salina@mail.ru*) 206

Раздел 4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ХРАНЕНИЯ, ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

- 1 *Золотова Е. С., Котельникова А. Л., Рябинин В. Ф.* Оценка миграции элементов из отхода флотации медеплавильных шлаков в почву и растения (*1 – Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, afaalinakate@gmail.com, kotelnikova@prm.uran.ru*) 210
- 2 *Новиков Д. О., Галкова Л. И., Мальцев Г. И.* Термическая обработка сульфидно-мышьяковистого кека с добавлением железа (*Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, Dm93nvk@gmail.com*) 212
- 3 *Полежаев К. А., Матюхин В. И., Матюхина А. В.* Производство фекально-органического минерального комплексного субстрата (*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, matyhin53@mail.ru*) 214

Раздел 5. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОЧИСТКЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ГАЗОВ, СТОЧНЫХ ВОД, ПЕРЕРАБОТКЕ ЗОЛЫ ОТ СЖИГАНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩЕГО ТОПЛИВА, РАДИОАКТИВНЫХ, ОРГАНИЧЕСКИХ И ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

- 1 *Миндубаев А. З.¹, Бабынин Э. В.², Минзанова С. Т.³* Экстремотолерантный штамм черного аспергилла – эффективный биодеструктор (*1 – Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия, mindubaev-az@yandex.ru; 2 – Институт органической и физической химии им. А. Е. Арбузова КазНЦ РАН, г. Казань, Россия; 3 – Татарский НИИХП ФИЦ КазНЦ РАН, г. Казань, Россия*) 218
- 2 *Барбин Н. М.^{1,2}, Титов С. А.¹, Терентьев Д. И.¹, Кобелев А. М.¹* Термодинамическое моделирование высокотемпературной переработки радиоактивного графита в атмосфере воздуха. Поведение радионуклидов никеля (*1 – Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия; 2 – ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, NMBarbin@mail.ru*) 219
- 3 *Зобнин Б. Б.¹, Кочетков В. В.¹, Шокуров Д. С.², Королев О. А.³* Стратегия и тактика внедрения технологии переработки техногенного гидроминерального сырья (*1 – УГГУ, г. Екатеринбург, Россия, zobninbb@mail.ru; 2 – ООО «iDenser», г. Екатеринбург, Россия, idenser@gmail.com; 3 – ИМЕТ УрОРАН, г. Екатеринбург, Россия, 9030821087@mail.ru*) 222
- 4 *Пивоварова Н. А., Абакумова Е. Н., Капизова А. Т., Галимзянова Д. К.* Исследование возможности применения магнитной обработки в процессах очистки нефтесодержащих сточных вод (*Астраханский государственный технический университет, г. Астрахань, Россия, n.pivovarova@astu.org, katerina20012305@mail.ru, kapizovaal.02@mail.ru, galimzyanova191@mail.ru*) 224
- 5 *Белик И. С.¹, Прокопов К. А.¹, Никулина Н. Л.²* Потенциальные эффекты политики декарбонизации ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (*1 – Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия, irinabelik2010@mail.ru, prokorovk333@gmail.com; 2 – Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, nikulinanl@mail.ru*) 227
- 6 *Власов В. В., Выборнова Т. С., Власова Г. В.* Нетрадиционный метод регенерации отработанных нефтепродуктов (*ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», г. Астрахань, Россия, mail.vlasov@bk.ru*) 230
- 7 *Быковский Н. А., Пучкова Л. Н., Шулаев Н. С., Фанакова Н. Н.* Ресурсосберегающая технология переработки сточных вод кожевенных предприятий с получением гидроксида хрома (*ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Стерлитамак, Башкортостан, Россия, nbikovsky@list.ru*) 232

- 8 Курдюмов В. Р., Субботина И. Л., Воинков Р. С. Рециклинг отработанных регенерационных растворов в технологии подготовки умягченной воды (АО «Уралэлектромедь», г. Верхняя Пышма, Россия, vasily.kurdyumov@gmail.com) 234
- 9 Тужилин А. С., Балмаев Б. Г., Ветчинкина Т. Н., Заблоцкая Ю. В. Переработка каолиновых глин Суворовского месторождения с получением коагулянтов (ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова Российской академии наук» (ИМЕТ РАН), г. Москва, Россия, dkdmt@mail.ru)..... 237
- 10 Кушу А. Ю., Макарова А. С. Исследование химического индуцирования фитоэкстракции тяжелых металлов из почв растением Brassica juncea (ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», г. Москва, Россия, ana.kushu@yandex.ru) 240
- 11 Шулаев Н. С.¹, Мешалкин В. П.², Пряничникова В. В.¹, Кадыров Р. Р.¹ Разработка методов расчета электрохимической очистки территорий от техногенных загрязнений (1 – ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Стерлитамак, Республика Башкортостан, Россия, nshulayev@rambler.ru; 2 – Международный институт логистики ресурсосбережения и технологической инноватики, Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, г. Москва, Россия, vrtmeshalkin@gmail.com) 242
- 12 Наливайко К. А., Скрипченко С. Ю., Титова С. М., Семенцев В. С. Особенности радиоактивных отходов конверсионного уранового производства (ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия, k.a.nalivaiko@urfu.ru) 245
- 13 Новоселова А. В.^{1,2}, Смоленский В. В.^{1,2}, Бове А. Л.^{1,2} Электрохимическое исследование экстракции урана на инертном W и активном Ga электродах в хлоридных расплавах (1 – ФГБУН «Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН», г. Екатеринбург, Россия, alena_novoselova@list.ru; 2 – ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия) 247
- 14 Арефьева Е. А., Кобелев А. М., Барбин Н. М., Титов С. А. Термодинамический анализ поведения радионуклида урана при нагревании радиоактивного графита в оксидно-солевом расплаве и парах воды (Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Россия, arefyeva2001@mail.ru) 250
- 15 Куликова Т. В.¹, Майорова А. В.¹, Горбунова Т. И.², Шуняев К. Ю.¹ Комплексные методы переработки хлорсодержащих техногенных отходов в металлургической промышленности (1 – Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, kuliko@gmail.com; 2 – Институт органического синтеза УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, gorbunova@ios.uran.ru) 253
- 16 Ведмидь Л. Б., Федорова О. М. Перовскиты системы Sm-Sr-Mn-Fe-O как материалы для конверсии CO₂ в топливо (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, elarisa100@mail.ru) 255
- 17 Потапов С. О., Танутров И. Н., Свиридова М. Н. Интенсификация технологии при комплексном подходе к переработке золы-уноса (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, semen_potapov@bk.ru) 258
- 18 Потапов С. О., Танутров И. Н., Свиридова М. Н. Исследование основных свойств золы-уноса Рефтинской ГРЭС (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия semen_potapov@bk.ru) 262
- 19 Папынов Е. К.¹, Ярусова С. Б.², Шичалин О. О.¹, Белов А. А.¹, Иванов Н. П.¹, Буравлев И. Ю.¹, Балыбина В. А.¹, Зарубина Н. В.³, Данилова С. Н.⁴, Гордиенко П. С.² Оценка возможности использования отходов борного производства в качестве источника получения твердотельных матриц для иммобилизации стронция (1 – ДВФУ, г. Владивосток, Приморский край, Россия, raryunov@mail.ru; 2 – ИХ ДВО РАН, г. Владивосток, Приморский край, Россия, yarusova_10@mail.ru; 3 – ДВГИ ДВО РАН, г. Владивосток, Приморский край, Россия, zagubina@fegi.ru; 4 – СВФУ, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), Россия, dsn.sakhayana@mail.ru) 266
- 20 Кашиков Д. Ю., Гончаров К. В., Олюнина Т. В., Садыхов Г. Б., Смирнова В. Б. О возможности переработки зол ТЭС от сжигания мазута (ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова Российской академии наук», г. Москва, Россия, deniskashekov@mail.ru) 267
- 21 Иванов Н. П., Драньков А. Н., Писарев С. М., Мармаза П. А., Каспрук Г. Д. Извлечение U(VI) из жидких сред магнитными композитными сорбентами на основе слоистых двойных гидроксидов цинка-алюминия и оксидов железа (ФГАОУ ВО ДВФУ, г. Владивосток, Приморский край, Россия, ivanov.np@dvfu.ru) 270
- 22 Волков А. И., Кологривева У. А., Стулов П. Е. Ванадиевый шлак из золы от сжигания мазута (Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И. П. Бардина, г. Москва, Россия, rhenium@list.ru) 273
- 23 Маркин Н. С., Иванников С. И., Шамрай Е. И., Земскова Л. А. Оценка эффективности гравитационного обогащения хвостов монацитового производства (Институт химии ДВО РАН, г. Владивосток, Приморский край, Россия, markkin.ns@gmail.com) 275
- 24 Напольских Ю. А., Шопперт А. А., Логинова И. В. Извлечение РЗЭ из обескремненной летучей золы аммиачно-серноокислотным выщелачиванием (Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия, julia.napolskikh@urfu.ru) 278
- 25 Гунич С. В.¹, Луганский А. И.² Анализ свойств жидких продуктов термической деструкции сортированных твердых коммунальных отходов (1 – ООО «Технопарк», г. Тамбов, Россия, technoplusproject@yandex.ru; 2 – ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», г. Москва, Россия, luganskii.a.i@tiuctr.ru) 280

- 26 *Рубин Е. М., Колесников А. В.* Влияние добавок ПАВ на электрофлотационное извлечение редкоземельных элементов из промывных стоков (*Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, г. Москва, Россия, egor.rubin@list.ru*) 285

Раздел 6. ЭКОНОМИКА ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА

- 1 *Мочалова Л. А., Еремеева О. С.* Основные направления развития экономики замкнутого цикла в недропользовании (*ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», г. Екатеринбург, Россия, lyudmila.mochalova@m.ursmu.ru, 206081@m.ursmu.ru*) 289
- 2 *Марочкин О. А., Марочкин В. О.* Необходимость введения коммерческих договоров с экологической ответственностью для вовлечения переработчиков в экономику замкнутого цикла (*ООО «ВНТiO», г. Магнитогорск, Россия, m_a_r_chel74@mail.ru*) 291

Раздел 7. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ В МЕТАЛЛУРГИИ

- 1 *Стародумов А. В., Ишниязов Н. Н., Брагин В. В., Поколенко С. И., Поколенко А. Ю., Берсенева И. С.* Исследовательская тележка как развитие методологии промышленных исследований при окислении природных и техногенных материалов (*ООО «НПВП ТОРЭКС», г. Екатеринбург, Россия, i.berseneva@torex-npvp.ru*)... 295
- 2 *Курбанова Э. Д., Белякова Р. М., Полухин В. А.* Проектирование перспективных металлургических технологий: наноразмерные материалы с высокой энтропией (*Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, kurbelya@mail.ru, p.valery47@yandex.ru*)..... 298
- 3 *Сулеймен Б., Салихов С. П., Роцин В. Е.* Внедоменная пирометаллургическая переработка фосфористых оолитовых руд (*Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, Россия, bakutsuleimen@mail.ru*)..... 299
- 4 *Ветчинкина Т. Н., Балмаев Б. Г., Тужилин А. С.* Определение термодинамических характеристик хлорирования оксида алюминия (*ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова Российской академии наук» (ИМЕТ РАН), г. Москва, Россия, tvetchinkina@yandex.ru*) 302
- 5 *Харченко А. С., Юдина С. В., Свечникова Н. Ю., Сибатагуллина М. И., Юдин Д. В., Потапов И. М.* Исследование работы доменной печи при различных режимах загрузки кокса фракции 10–25 мм лотковым загрузочным устройством (*ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, Россия, as.mgtu@mail.ru*)..... 305
- 6 *Третьяк М. А., Каримов К. А., Шарипова У. Р., Рогожников Д. А.* Автоклавная переработка коллективных медных концентратов (1 – УрФУ, г. Екатеринбург, Россия, m.a.tretyak@urfu.ru, kirill_karimov07@mail.ru, ursharipova@urfu.ru, darogozhnikov@urfu.ru) 307
- 7 *Лубяной Д. Д.¹, Маркидонов А. В.³, Кузнецов И. С.¹, Лубяной Д. А.²* Выплавка чугуна для сменного оборудования и изложниц в индукционных печах малой емкости (1 – *Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия*; 2 – *филиал Кузбасского государственного технического университета им. Т. Ф. Горбачева, г. Прокопьевск, Россия, lubjanou@yandex.ru*; 3 – *Кузбасский гуманитарно-педагогический институт Кемеровского государственного университета, г. Новокузнецк, Россия*)..... 310
- 8 *Ем А. Ю., Румянцева С. Б., Комолова О. А., Григорович К. В.* Формирование неметаллических включений при производстве коррозионностойкой стали марки 08X18H10T (*ИМЕТ РАН, г. Москва, Россия, tonu.yem1994@gmail.com*) 312
- 9 *Морозов А. О.^{1,2}, Шуянов А. С.¹, Румянцева С. Б.², Комолова О. А.^{1,2}, Григорович К. В.^{1,2}* Анализ технологии производства трубной стали (1 – *НИТУ «МИСiС», г. Москва, Россия*; 2 – *ИМЕТ РАН, г. Москва, Россия, morozov-morozov.an@yandex.ru*) 314
- 10 *Харченко А. С., Потапова М. В., Закуцкая Л. А., Изликова У. Ж., Кургузов К. В., Потапов И. М.* К вопросу о получении марганецсодержащих сплавов из бедных марганцевых руд Южно-Уральского региона (*ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, Челябинская обл., Россия, marina_rotarova8@mail.ru*) 317
- 11 *Полянский Л. И.¹, Бабайлов Н. А.², Логинов Ю. Н.³* Перепрессовочные трещины в брикетах из железорудного концентрата с коксом. Брикетирование со связующим (1 – *ООО «Спайдермаш», г. Екатеринбург, Россия, info@spidermash.ru*; 2 – *ФГБУН «Институт машиноведения имени Э. С. Горкунова УрО РАН», г. Екатеринбург, Россия, n.a.babaylov@urfu.ru*; 3 – *ФГАУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия, j.n.loginov@urfu.ru*) 320
- 12 *Жемков А. А., Ем А. Ю., Морозов А. О., Комолова О. А., Григорович К. В.* Образование неметаллических включений при производстве трубной стали (*Институт металлургии и материаловедения имени А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, zhetkov96@mail.ru*)..... 322

13	Бушуйева Н. И. ^{1,2} , Логинов Ю. Н. ¹ , Шимов Г. В. ¹ Кинематика образования пресс-утяжины при прессовании слитка из алюминиевого сплава (1 – Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия; 2 – ПАО «Трубная металлургическая компания», г. Екатеринбург, Россия, n.i.bushuyeva@urfu.ru).....	325
14	Погодин А. М., Ем А. Ю., Морозов А. О., Жемков А. А., Комолова О. А., Григорович К. В. Разработка математического описания и программного приложения, прогнозирующего образование неметаллических включений при ковшовой обработке трубных марок сталей (ИМЕТ РАН, г. Москва, Россия, lprog11@yandex.ru).....	328
15	Смирнов К. И., Гамов П. А., Роцин В. Е. Безотходная пирометаллургическая переработка ильменитовых концентратов (ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)», г. Челябинск, Россия, smirnovk@susu.ru).....	330
16	Капсаламова Ф. Р. ¹ , Красиков С. А. ² , Жилина Е. М. ² , Тургараева Д. У. ¹ , Канжигит Г. А. ¹ Термодинамическая модель влияния температуры и содержания бора на получение самофлюсующегося наплавочного порошка на основе железа (1 – РГП «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан», г. Алматы, Казахстан, faridakapsalamova@gmail.com; 2 – Институт металлургии Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия, sankr@mail.ru).....	333
17	Дзюба А. В. ¹ , Харченко А. С. ¹ , Сибгатуллин С. К. ¹ , Савинов А. С. ¹ , Посохин М. А. ¹ , Безинюк В. А. ² Изучение на плоской прозрачной модели распределения шихтовых материалов в колошниковом пространстве доменной печи с конусным загрузочным устройством (1 – ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, Челябинская обл., Россия, dzhuba.98@bk.ru; 2 – ПАО «ММК», г. Магнитогорск, Челябинская обл., Россия).....	334
18	Комолова О. А. Разработка математической модели интенсификации процесса окисления углерода за счет CO ₂ при обработке металла на РН-вакууматоре (Институт металлургии и материаловедения имени А. А. Байкова РАН, г. Москва, Россия, o.a.komolova@gmail.com).....	337
19	Сибгатуллин С. К. ¹ , Харченко А. С. ¹ , Изликова У. Ж. ¹ , Харченко Е. О. ¹ , Павлов А. В. ² , Семенюк М. А. ² Исследование раздувочных периодов доменной печи, оснащенной КЗУ, после ремонта III разряда (1 – ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г. И. Носова», г. Магнитогорск, Челябинская обл., Россия, as.mgtu@mail.ru; 2 – ПАО «ММК», г. Магнитогорск, Челябинская обл., Россия).....	340
20	Самофеев А. М. ^{1,2} , Абдрахманова А. С. ^{1,2} , Лобанов В. Г. ^{1,2} , Поморцев В. Н. ² , Маковская О. Ю. ¹ Кондиционирование оборотных цианистых растворов при выщелачивании золота (1 – ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия, alexander.samofeev@gmail.com; 2 – ООО «Березовский рудник», г. Березовский, Свердловская обл., Россия).....	342
21	Заякин О. В., Михайлова Л. Ю., Кель И. Н., Сычев А. В., Вязникова Е. А. Силикотермический метод получения комплексных ниобиевых сплавов из черновых концентратов (Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия, ferrostal@bk.ru).....	344
22	Гуляков В. С., Михайлова Л. Ю., Заякин О. В. Инактивация фосфора и тяжелых цветных металлов за счет обработки жидкой стали РЗМ (Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия, gvs49@mail.ru).....	347
23	Вусихис А. С., Гуляева Р. И., Сергеева С. В., Леонтьев Л. И. Влияние борного ангидрида на температуру плавления и термические свойства высокомагнезильного доменного шлака системы CaO–SiO ₂ –MgO–Al ₂ O ₃ (Институт металлургии Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия, vas58@mail.ru).....	351
24	Вусихис А. С., Агафонов С. Н., Тюшняков С. Н., Сергеева С. В., Леонтьев Л. И. Влияние борного ангидрида на вязкость и температуру плавления высокомагнезильных сталеплавильных шлаков (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, vas58@mail.ru).....	353
25	Меньщиков В. А., Евстифеев А. Д. Исследование стойкости огнеупорных изделий в условиях вынужденной конвекции расплавленных сред (АО «Уралмеханобр», г. Екатеринбург, Россия, menshchikov_va@umbr.ru).....	356
26	Анахов С. В. ¹ , Пыкин Ю. А. ² , Матушкин А. В. ³ Об эффективности применения новой технологии плазменной резки для утилизации металлоотходов (1 – ФГАОУ ВО РГППУ, г. Екатеринбург, Россия, sergej.anahov@rsvpu.ru; 2 – ООО НПО «Полигон», г. Екатеринбург, Россия, yappolygon@mail.ru; 3 – ФГАОУ ВО УрФУ имени Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, 227433@rambler.ru).....	357
27	Маришук Л. А., Вусихис А. С., Леонтьев Л. И. Исследование физико-химических характеристик оксидных систем CaO–SiO ₂ –Al ₂ O ₃ –MgO методом термодинамического моделирования (Институт металлургии УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, ferro@ural.ru).....	361
	АВИРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	364

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абакумова Е. Н. – 224
Абдрахманова А. С. – 342
Аверьянов Д. А. – 182
Агамирова А. С. – 113
Агафонов Д. Г. – 166
Агафонов С. Н. – 353
Адилов Г. А. – 120, 176
Алекторов Р. В. – 84
Амдур А. М. – 110
Анахов С. В. – 357
Анисонян К. Г. – 73
Арефьева Е. А. – 250
- Бабайлов Н. А. – 320
Бабинцев А. А. – 82
Бабынин Э. В. – 218
Байсанов А. С. – 150
Балмаев Б. Г. – 237, 302
Балыбина В. А. – 266
Барбин Н. М. – 219, 250
Бегинюк В. А. – 334
Белик И. С. – 227
Белов А. А. – 266
Белякова Р. М. – 298
Берсенев И. С. – 295
Бибанаева С. А. – 186
Бигеев В. А. – 179
Блудова Д. И. – 152
Бове А. Л. – 246
Богданова Е. А. – 104
Болтаев О. Н. – 64
Бормотов И. А. – 61
Брагин В. В. – 199, 295
Буравлев И. Ю. – 266
Бурова Ю. Е. – 84
Буряк А. К. – 34
Бутакова Т. В. – 194
Бушуева Н. И. – 325
Быковский Н. А. – 232
- Ведмидь Л. Б. – 84, 256
Ветчинкина Т. Н. – 237, 302
Витькина Г. Ю. – 84
Власов В. В. – 230
Власов И. А. – 110
Власова Г. В. – 230
Власова С. Г. – 148
Воинков Р. С. – 118, 234
Волков А. И. – 172, 174, 273
Воробкало Н. Р. – 150
- Воропаев К. В. – 182
Вохмякова И. С. – 199
Вусихис А. С. – 89, 351, 353, 361
Выборнова Т. С. – 230
Вязникова Е. А. – 84, 93, 347
- Гаврилова Т. О. – 114
Галимзянова Д. К. – 224
Галин А. Н. – 58
Галкова Л. И. – 212
Гамов П. А. – 330
Гермогенова Н. В. – 158
Голибзода З. М. – 125
Головин А. В. – 132
Головкин Д. И. – 82
Гончаров К. В. – 113, 187, 267
Горбунова Т. И. – 253
Гордиенко П. С. – 158, 266
Гребнева А. А. – 118
Григорович К. В. – 155, 312, 314, 322, 328
Григорьев Е. В. – 169
Грудинский П. И. – 67, 146
Гуляева Р. И. – 79, 167, 351
Гуляков В. С. – 349
Гунич С. В. – 280
- Давыдов С. Я. – 182
Данилов С. В. – 93
Данилова С. Н. – 158, 266
Дементьев Д. К. – 191
Демин Б. Л. – 40
Дзюба А. В. – 334
Дмитриев А. Н. – 84
Драньков А. Н. – 270
Дюбанов В. Г. – 67, 146
- Евстифеев А. Д. – 356
Егизарьян Д. К. – 100, 137, 202
Ем А. Ю. – 312, 328
Еремеева О. С. – 289
- Жемков А. А. – 322, 328
Жилина Е. М. – 333
Жучков В. И. – 93, 206
- Заблоцкая Ю. В. – 73, 237
Завалюев А. С. – 82
Загиров Н. Н. – 134
Закуцкая Л. А. – 317
Зарубина Н. В. – 266

- Заякин О. В. – 93, 206, 347, 349
 Земляной К. Г. – 182
 Земскова Л. А. – 275
 Зиатдинов М. Х. – 114
 Зиновеев Д. В. – 146
 Зобнин Б. Б. – 222
 Золотова Е. С. – 210
- Ивакин Д. А. – 36, 106
 Иванников С. И. – 275
 Иванов Е. В. – 134
 Иванов Н. П. – 266, 270
 Ивин В. В. – 158
 Игликова У. Ж. – 317, 340
 Ишниязов Н. Н. – 295
- Кадыров Р. Р. – 242
 Канжигит Г. А. – 333
 Капелюшин Ю. Е. – 169
 Капизова А. Т. – 224
 Капсаламова Ф. Р. – 333
 Капустин Ф. Л. – 182
 Каримов К. А. – 307
 Каримова Л. М. – 163
 Каспрук Г. Д. – 270
 Катаев В. В. – 84
 Кашеков Д. Ю. – 267
 Кель И. Н. – 93, 347
 Киричко А. Д. – 179
 Киселев М. Ю. – 161
 Климентенок Г. Г. – 26
 Климентенок Г. Н. – 26
 Климов А. В. – 189
 Кобелев А. М. – 219, 250
 Козлов П. А. – 36, 67, 106
 Колесников А. В. – 76, 285
 Колесникова М. П. – 71
 Колмачихина О. Б. – 123, 125, 191, 197
 Колмачихина Э. Б. – 125
 Кологриева У. А. – 273
 Комолова О. А. – 155, 312, 314, 322, 328, 337
 Копылов Н. И. – 184
 Копьёв Д. Ю. – 166
 Королев О. А. – 222
 Котельникова А. Л. – 210
 Кочетков В. В. – 222
 Красиков С. А. – 333
 Краснянская И. А. – 174
 Крашенинин А. Г. – 128
 Краюхин С. А. – 118, 161
 Кудашов А. Г. – 194
 Кузнецов А. Ю. – 172
 Кузнецов И. С. – 310
 Куликова Т. В. – 253
 Курбанова Э. Д. – 298
- Кургузов К. В. – 317
 Курдюмов В. Р. – 234
 Курнешова Т. А. – 144
 Кушу А. Ю. – 240
- Лавкова А. В. – 76
 Лебедева Э. М. – 186
 Ледер М. О. – 132
 Леонтьев Л. И. – 16, 89, 114, 351, 353, 361
 Лобанов В. Г. – 61, 123, 152, 197, 342
 Лобанов Д. А. – 137
 Логачев Г. Н. – 87
 Логинов Ю. Н. – 134, 320, 325
 Логинова И. В. – 95, 97, 278
 Лубяной Д. А. – 310
 Лубяной Д. Д. – 310
 Луганский А. И. – 280
 Луговицкая Т. Н. – 82
 Лукинских А. В. – 141
- Магасумов Г. З. – 179
 Майорова А. В. – 253
 Макарова А. С. – 240
 Маклашова Е. Д. – 123
 Маковская О. Ю. – 141, 342
 Мальцев Г. И. – 212
 Манашев И. Р. – 114
 Марамаза П. А. – 270
 Маркидонов А. В. – 310
 Маркин Н. С. – 275
 Марочкин В. О. – 291
 Марочкин О. А. – 291
 Маршук Л. А. – 16, 361
 Масгутов И. И. – 174
 Матушкин А. В. – 357
 Матюхин В. И. – 214
 Матюхина А. В. – 214
 Махамбетов Е. Н. – 150
 Медянкина И. С. – 104, 126
 Мельников Н. К. – 132
 Меньщиков В. А. – 356
 Мешалкин В. П. – 242
 Миндубаев А. З. – 218
 Минзанова С. Т. – 218
 Миролубов В. Р. – 95, 97
 Митрофанов П. А. – 199
 Михайлова Л. Ю. – 347, 349
 Михайловских А. Д. – 152
 Михеенков М. А. – 100, 202
 Молдурушку М. О. – 184
 Морозов А. О. – 31, 322, 328
 Мохирева Н. Л. – 95, 97
 Мочалова Л. А. – 289
 Мусин А. М. – 150

- Наволокина В. Ю. – 55
 Нагаева Е. И. – 191
 Наливайко К. А. – 245
 Напольских Ю. А. – 278
 Нечвоглед О. В. – 61
 Никулина Н. Л. – 227
 Ниязметов Б. Е. – 64
 Новиков Д. О. – 212
 Новоселова А. В. – 246
 Нургали Н. З. – 174
- Овсянников А. О. – 199
 Олейникова Т. О. – 163
 Олюнина Т. В. – 73, 267
 Орлов П. П. – 202
 Охлопкова А. А. – 158
- Павлишин В. С. – 148
 Павлов А. В. – 340
 Панфилов В. П. – 174
 Паньшин А. М. – 36, 106
 Папынов Е. К. – 266
 Пасечник Л. А. – 71, 104, 126, 146
 Перепелицын В. А. – 182
 Петренко А. П. – 139
 Пивоварова Н. А. – 224
 Пикулин К. В. – 79
 Писарев С. М. – 270
 Поволоцкий А. Д. – 120, 176
 Погодин А. М. – 328
 Подусовская Н. В. – 155
 Поколенко А. Ю. – 295
 Поколенко С. И. – 295
 Полежаев К. А. – 214
 Полухин В. А. – 298
 Польшгалов С. Э. – 123
 Полянский Л. И. – 320
 Поморцев В. Н. – 342
 Пономарев В. И. – 16
 Посохин М. А. – 87, 334
 Потапов И. М. – 305, 317
 Потапов С. О. – 258, 262
 Потапова М. В. – 317
 Притчин А. А. – 152
 Прокопов К. А. – 227
 Пряничникова В. В. – 242
 Пучкова Л. Н. – 232
 Пыкин Ю. А. – 357
- Ренев Д. С. – 93
 Решетова И. В. – 179
 Рогожников Д. А. – 82, 95, 97, 307
 Рощин В. Е. – 120, 176, 299, 320
 Рубин Е. М. – 285
 Румянцева С. Б. – 312, 314
- Рухлядева М. С. – 71
 Рыбников П. А. – 55, 58
 Рыбникова Л. С. – 55, 58
 Рябинин В. Ф. – 210
- Сабирзянов Н. А. – 104, 186
 Савельев С. М. – 61, 123
 Савинов А. С. – 334
 Сагатбек С. – 163
 Садыхов Г. Б. – 73, 166, 267
 Салина В. А. – 206
 Салихов С. П. – 299
 Самолин В. С. – 176
 Самофеев А. М. – 342
 Свечникова Н. Ю. – 139, 305
 Свиридова М. Н. – 258, 262
 Селезнев Д. И. – 87
 Сельменских Н. И. – 167
 Семенищев В. С. – 182, 245
 Семенюк М. А. – 340
 Сергеева С. В. – 79, 351, 353
 Сергеенкова М. П. – 144
 Сибагатуллин С. К. – 87, 179, 334, 340
 Сибагатуллина М. И. – 305
 Сивцов А. В. – 100
 Сивцов А. В. – 202
 Скачков В. М. – 104, 186
 Скрипченко С. Ю. – 245
 Смирнов Б. Н. – 189
 Смирнов К. И. – 330
 Смирнов Л. А. – 40
 Смирнова В. Б. – 267
 Смоленский В. В. – 246
 Солодухин А. А. – 199
 Стародумов А. В. – 295
 Старцева О. П. – 45
 Степанов Е. А. – 189
 Стулов П. Е. – 172, 174, 273
 Субботина И. Л. – 118, 234
 Сулеймен Б. – 299
 Суриков В. Т. – 186
 Сысоев В. И. – 179
 Сычев А. В. – 347
- Танутров И. Н. – 258, 262
 Тациенко Т. А. – 137
 Терентьев Д. И. – 219
 Терентьева И. В. – 163
 Титов С. А. – 219, 250
 Титова С. М. – 245
 Третьяк М. А. – 307
 Трушкова А. А. – 141
 Тужилин А. С. – 73, 237, 302
 Тургараева Д. У. – 333
 Турчин М. Ю. – 182

- Тусупбекова Т. М. – 163
Тюшняков С. Н. – 167, 353
- Углинских М. Ю. – 148
Удоева Л. Ю. – 89, 167
- Фанакова Н. Н. – 232
Федоров С. А. – 110, 182
Федорова О. М. – 256
Филимонов С. Ю. – 194
Филиппенков А. А. – 132
Фофанов А. А. – 172
- Хабибулина Р. Э. – 191, 197
Хажиахметова Р. Ф. – 148
Хайруллин Р. Т. – 26
Харламова Т. А. – 76
Харченко А. С. – 179, 305, 317, 334, 340
Харченко Е. О. – 87, 340
Хейн Т. А. – 76
Холикулов Д. Б. – 64
- Цикарев В. Г. – 132
Цымбалист М. М. – 202
- Чаркин А. Ф. – 174
Чемезов О. В. – 141
- Ченцов В. П. – 89
Черепанова Л. А. – 84
Чуланов В. Л. – 132
- Шамрай Е. И. – 275
Шарипова У. Р. – 307
Шафиев Д. Н. – 144
Шешуков О. Ю. – 100, 137, 202
Шимов Г. В. – 325
Шичалин О. О. – 266
Шокуров Д. С. – 222
Шопперт А. А. – 95, 97, 278
Шулаев Н. С. – 232, 242
Шуняев К. Ю. – 253
Шуянов А. С. – 314
- Щелоков Н. С. – 87
- Эстемирова С. Х. – 79
- Юдин Д. В. – 139, 305
Юдина С. В. – 139, 305
Юртаева А. А. – 146
- Якорнов С. А. – 36, 106
Янкина Я. А. – 125
Ярусова С. Б. – 158, 266

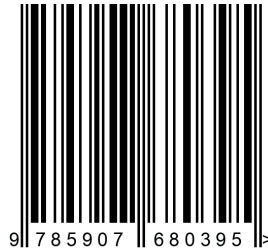
Научное издание

**ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ
ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАБОТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОБРАЗОВАНИЙ**

Труды VI Конгресса с международным участием «ТЕХНОГЕН-2023»

Екатеринбург, 11–14 июля 2023 г.

Рекомендовано к изданию Ученым советом Института металлургии УрО РАН
(Протокол № 6 от 15 мая 2023 г.)



Ответственный за выпуск: научный сотрудник ИМЕТ УрО РАН *Л. А. Маршук*
Корректор: *Е. В. Чагина*
Оригинал-макет: *А. Ю. Тюменцева*

Подписано в печать 30.06.2023. Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 42,77. Тираж 300 экз. Заказ 17227

Институт металлургии УрО РАН.
620016, Екатеринбург, ул. Амундсена, 101, тел. +7 (343) 267-91-24. E-mail: imet.uran@gmail.com

ООО Универсальная типография «Альфа Принт». Тел. +7 (800) 300-16-00. www.alfaprint24.ru