

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский государственный индустриальный университет

Посвящается 400-летию города Новокузнецка

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО**
«Металлургия – 2017»

15 – 16 ноября 2017 г.

Труды
XX Международной научно-практической конференции
Часть 1

Новокузнецк
2017

ем исходных порошков с последующим рассеиванием материала после просушивания благоприятно влияет на увеличение удельного заряда готового АГП.

2) Использование для дегидрирования ПКП танталовых контейнеров с крышкой позволяет получать АГП с оптимизированными электрическими, физическими и химическими характеристиками.

Библиографический список

1. Григорович В.К., Шефтель Е.Н. Дисперсионное упрочнение тугоплавких металлов, М.:Металлургия, 1981 – 340 с
2. Гегузин Я.Е. Физика спекания, М.: Наука, 1982г.
3. Розенберг Л.А., Штельмах С.В. Состояние кислорода в танталовых порошках. Металлы №4 – С.163.
4. Галактионова Н.А. Водород в металлах, М.: Металлургия, 1967г.
5. Березко В.В., Сергеев Б.М. Авторское свидетельство на изобретение №136 123 (132406) от 22 августа 1978г.
6. Диомидовский Д. А. Контроль и автоматизация процессов в цветной металлургии в 2-х частях. Часть 2. Автоматизация металлургических процессов. М.:Металлургия, 1967.- 403 с

УДК 621. 762

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРБИДА ЦИРКОНИЯ

Алексеева Т.И.¹, Галевский Г.В.¹, Руднева В.В.¹, Черепанов А.Н.²,
Стафецкий Л.³, Галевский С.Г.⁴

¹*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, kafcmet@sibsiu.ru*

²*ИТПМ СО РАН, г. Новосибирск, Россия, ANCHER@itam.nsc.ru*

³*«Neomat Co», г. Саласпилс, Латвия, neomat@neomat.lv*

⁴*Санкт-Петербургский Горный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия, feanor1985@mail.ru*

Аннотация: Проведены анализ и систематизация сведений о способах производства карбида циркония. Показано, что базовым способом является карботермический синтез, реализуемый в различных вариантах (печной синтез из традиционных и высокодисперсных шихт, плавление-кристаллизация, плазменный нагрев, в электротермическом кипящем слое). Рассмотрены СВС-процесс, механосинтез, плазмосинтез, способ осаждения из паро-газовой фазы.

Ключевые слова: Карбид циркония, производство, карботермический синтез, плазмосинтез, механосинтез, анализ, систематизация, перспективы, рынок.

ANALYSIS OF THE PRESENT STATE OF PRODUCTION CARBIDE OF ZIRCONIUM

Alekseeva T.I.¹, Galievsky G.V.¹, Rudneva V.V.¹, A.N. Cherepanov²,
L. Stafetskis³, Galievsky S.G.⁴

¹*Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia, kafcmet@sibsiu.ru*

²*ITAM SB RAS,
Novosibirsk, Russia, ANCHER@itam.nsc.ru*

³*«Neomat Co», Salaspils, Latvia, neoma@neomat.lv*

⁴*Saint Petersburg State Mining Institute,
St. Petersburg, Russia, feanor1985@mail.ru*

Abstract: The analysis and systematization of information on the methods of production of zirconium carbide are analyzed. It is shown that the basic method is carbothermal synthesis, which is realized in various variants (furnace synthesis from traditional and highly disperse charges, melting-crystallization, plasma

heating, in electrothermal fluidized bed). SHS-process, mechano-synthesis, plasmosynthesis, a method of deposition from the vapor-gas phase are considered.

Key words: *Zirconium carbide, production, carbothermic synthesis, plasmosynthesis, mechano-synthesis, analysis, systematization, prospects, market.*

Технологические решения в производстве карбида циркония

Целью данной работы является анализ сведений о способах производства карбида циркония. Для анализа было отобрано более 20 научных статей и монографий, опубликованных в период с 1968 по настоящее время, осуществлен патентный поиск.

Проведенный анализ научно-технической литературы свидетельствует о том, что базовым способом получения карбида циркония является печной карботермический синтез, реализуемый в следующих технологических вариантах [1-3]:

- 1) из диоксида и сажи при температуре 2173 К, в вакууме в течении 1,5 часа (промышленный уровень);
- 2) из высокодисперсной шихты (ZrO_2+C), полученной золь-гель способом при температуре 1373 К в вакууме (давлении 0,5 кПа) (лабораторный уровень);
- 3) из диоксида циркония и углеродсодержащего вещества при нагревании компактированной шихты на водоохлаждаемой медной подложке плазменной струей аргона до температуры 2770 К;
- 4) из цирконового песка (ZrO_2+SiO_2) и угля или углеродистых отходов при расплавлении в дуговой электропечи и последующей кристаллизации (промышленный уровень);
- 5) из диоксида циркония и углеродсодержащего вещества (нефтяной кокс, малозольный угольный карбонизат рексила) в электротермическом кипящем слое при температуре 1673-2073 К.

В первом варианте карбидизированные шихтовые гранулы подвергаются размолу и классификации с получением карбидных порошков размерного диапазона 3 – 63 мкм. Второй вариант обеспечивает получение карбида циркония в виде микропорошка с размером частиц 2-3 мкм, третий - в виде нанопорошка крупностью менее 100 нм.

Применение плазменного нагрева для реализации этого способа промышленного распространения не получило. Плавление в дуговой электропечи с последующей кристаллизацией расплава в настоящее время является единственным способом получения карбида циркония при использовании его в составе материалов для абразивной обработки, напыления и наплавки, защитных покрытий. Промышленные перспективы применения для получения карбида циркония реактора с электротермическим кипящим слоем, характеризующимся наличием высокорекреационной среды – микроплазма, образующаяся при электрических разрядах между псевдосжижаемыми углеродсодержащими частицами, не ясны. Первый вариант карботермического синтеза карбида циркония, насчитывающий фактически 60-летнюю технологическую историю, составляет основу современной промышленной технологии получения его микропорошков [1]. При этом восстановительный синтез требует достаточно высоких температур и технологического вакуума, а также механического диспергирования продуктов карбидизации, приводящего для сверхтвердых карбидов к их существенному загрязнению за счет намола мелющих тел и поверхностного окисления. Указание особенности способа создают значительные технологические трудности и, по-видимому, тормозят более широкое применение карбида циркония в современном материаловедении.

Способ получения карбида циркония самораспространяющимся высокотемпературным синтезом (СВС – процесс), включающий смешение порошка циркония крупностью до 50 мкм и углеродистого вещества крупностью до 1 мкм, загрузку подготовленной шихты в реактор, синтез в газовой атмосфере, охлаждение, механическое диспергирование и классификацию порошков карбида циркония, не нашел широкого применения и востребован весьма ограниченно для получения главным образом препаративных объемов в исследовательских целях [2]. В то же время этот способ может оказаться весьма востребованным для СВС-компактирования конструктивных элементов специального назначения, содержащих в своем составе карбид циркония.

Механосинтез карбида циркония, реализуемый обычно в высокоэнергетических мельницах с использованием шихты цирконий-углерод, ориентированный преимущественно на получение препаративных количеств нанопорошка карбида размерного диапазона 5-200 нм для исследования особенностей его физико-химических свойств в наносостоянии и обоснованного поиска новых областей применения, в течение последних 20 лет не претерпел существенных технологических и аппаратурных изменений и модернизаций и по своим показателям по-прежнему может быть отнесен к лабораторным [4].

Плазмосинтез карбида циркония – первая в его технологической истории попытка создания непрерывного процесса. Технологические основы плазмосинтеза, заложенные на рубеже 70-80 годов прошлого столетия, предполагают совместную переработку $ZrCl_4$ и пропан-бутановой технической

смеси в плазменном потоке аргона и водорода, закалку продуктов плазмообработкой и их улавливание, внереакторная термическая обработка в инертной среде [5]. Сам способ, оборудование и аппаратно-технологическая схема для его реализации были освоены сначала для производства заказных партий в условиях СКТБ неорганических материалов АН Латвии, а затем позднее и в настоящее время для малотоннажного производства в условиях фирмы «НЕОМАТ Со» (Латвия). Достигнутые показатели позволяют рассматривать плазмосинтез как наиболее перспективный из известных способов получения карбида циркония в наносостоянии.

Способ получения карбида циркония осаждением из парогазовой фазы $ZrCl_4 + CH_4 + H_2$ при температуре порядка 1573К ориентирован главным образом на формирование карбидных пленочных покрытий на изделиях-подложках и самостоятельного значения в валовом производстве карбида циркония не имеет [2, 3].

Отечественный и мировой рынок карбида циркония и его сегментация

На рисунке 1 представлена информация о производителях карбида циркония, реализуемых ими технологических вариантах его получения и основных областях применения. Представленная ведущими зарубежными производителями нанопорошков металлов и их соединений научно-техническая информация содержит следующие технологические сведения о плазменных процессах получения карбида циркония.

Среди наиболее перспективных направлений ведущие места занимают способы получения нанопорошка карбида циркония в плазменном потоке аргона и водорода (плазмосинтез), и осаждение из парогазовой фазы. В настоящее время действующими лидерами среди производителей карбидов на мировом рынке являются научно-производственные фирмы – «Nanostructured & Amorphous Materials, Inc.» (США), «Hefei Kaier Nanotechnology & Development Ltd. Co» (Китай), «НЕОМАТ Со» (Латвия), «PlasmaChem GmbH» (Германия), которые производят 97%-ный ZrC размерностью 10 – 60 нм партиями от 5 – 100г до нескольких килограммов. На сегодняшний день данными производителями установлен диапазон цен от 400 до 2000 долл. США/кг [6].



Рисунок 1 – Информация о производителях карбида циркония, реализуемых ими технологических вариантах его получения и основных областях применения

Рынок ближнего зарубежья представлен несколькими предприятиями и лабораториями Украины: ТОВ «ООО НПП Разработка и Внедрение новых материалов» (Киев), ООО «Укринтеллектсервис» (Киев), ЧП «Прогресс» (Донецк), которые производят порошок ZrC, соответствующий ТУ 6-09-03-03-408-754. Настоящие ТУ распространяются на карбид циркония квалификации "чистый", применяемый в составе жаропрочных сплавов и в составе катодов с высокой работой выхода электронов.

Отечественный рынок в большинстве своем представлен небольшими предприятиями и лабораториями, получающими карбид циркония карботермическим способом, плазмосинтезом, механосинтезом, СВС, осаждением из парогазовой фазы [7].

Компания ИПК ЮМЭКС (г. Уфа) реализует высокоогнеупорный ZrC в виде порошка серого цвета по договорной цене. Уральский завод промышленной химии (УЗПХ) производит и поставяет карбид циркония классификации «Ч». АО «УЗПХ» - это современное химическое предприятие полного цикла, продукция которого востребована не только на рынках России и стран Таможенного союза, а также в высокотехнологичных странах дальнего зарубежья: Японии, Австралии, Канады, США. Реализация продукции на внутренний рынок осуществляется через официальный Торговый дом – ООО «РИВЬЕРА», г. Москва. ООО «Альтерхим» (г. Дзержинска) производит и поставяет карбид циркония квалификации "Ч", соответствующий ТУ 6-09-03-408-75, партиями от 1 кг по оптовым и розничным ценам. ООО «Редметурал» (г. Екатеринбург) занимается поставкой качественной продукции из редкоземельных металлов на всей территории Российской Федерации и стран СНГ. Основная продукция металлы (молибден Мо, ниобий Nb, тантал Та и магния), карбиды (TaC, NbC, VC, TiC, ZrC, Cr₃C₂, Mo₂C) и др. Карбид циркония поставяется в виде фракционированных порошков 3-5, 40-60, 40-100 мкм по договорной цене.

Библиографический список

1. Косолапова Т.Я. Карбиды / Т.Я. Косолапова. – М.: Металлургия, 1968. – 300 с.
2. Тугоплавкие металлы IV-VI групп и их соединения. Структура, свойства, методы получения: учеб. пособие / В.С. Панов. – М.: МИСиС, 2006.–63 с
3. Самсонов Г. В. Тугоплавкие покрытия / Г.В. Самсонов, А.П. Эпик. – 2-е изд., пер. и доп. – М.: Металлургия, 1973. – 400 с.
4. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов / Е.Г. Аввакумов. – Новосибирск: Наука, 1991. – 264 с.
5. Миллер Т.Н. Применение низкотемпературной плазмы в технологии неорганических веществ / Т.Н. Миллер. – М.: Наука, 1984 – 620 с.
6. NEOMAT NANO POWDERS [Электронный ресурс] / Produits. – Электронные данные. – Саласпилс: Neomat Co., [2016]. – Режим доступа: <http://www.neomat.lv>, свободный. – Загл. с экрана – яз. англ.
7. Официальный сайт Flagma: [Электронный ресурс]. URL: <https://flagma.ru/karbid-cirkoniya-so233713-1.html> (Дата обращения: 05.11.2016).

УДК 621.763:621.791.927.5

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СПЛАВА БАББИТА Б83, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПРУТКОВ

Калашников И.Е.¹, Болотова Л.К.¹, Кобелева Л.И.¹, Быков П.А.¹,
Колмаков А.Г.¹, Михеев Р.С.²

¹ ИМЕТ им.А.А. Байкова РАН,
г. Москва, Россия, kalash2605@mail.ru
² МГТУ им. Н.Э. Баумана,
г. Москва, Россия

Аннотация: Исследована возможность уменьшения интенсивности изнашивания покрытий из сплава Б83 путем введения в состав наплавочных прутков ультрадисперсных частиц карбида бора. Антифрикционные покрытия из композиционных прутков на основе баббита Б83, армированных частицами карбида бора были нанесены методом дуговой наплавки на стальную подложку. Иссле-

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	4
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАВКИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОСТАВНЫХ СОПЕЛ В КИСЛОРОДНЫХ ФУРМАХ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ КОНВЕРТЕРОВ.....	4
Солоненко В.В., Протопопов Е.В., Фейлер С.В., Темлянцев М.В. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, ИНЖИНИРИНГ	8
Чжан Кэ НОВОКУЗНЕЦКИЙ АЛЮМИНИЕВЫЙ ЗАВОД НАКАНУНЕ 75-ЛЕТИЯ	11
Жирнаков В.С., Большаков Д.Г., Пинаев А.А., Казанцев М.Е. «КУЗНЕЦКИЕ ФЕРРОСПЛАВЫ» - 75 ЛЕТ ОТВЕЧАЯ НА ВЫЗОВЫ - В НОГУ СО ВРЕМЕНЕМ.....	18
Коренная К.А. ИННОВАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВУЗА КАК РЕСУРС РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ И СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЫ РЕГИОНА (ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ В СИБГИУ)	21
Протопопов Е.В., Феоктистов А.В., Галевский Г.В., Гордеева О.В., Васильева М.Б. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	27
Спирин Н.А., Павлов А.В., Полинов А.А., Онорин О.П., Лавров В.В. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МИРОВОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ АЛЮМИНИЯ.....	34
Галевский Г.В., Руднева В.В., Александров В.С. РАСЧЕТ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СПЛАВАХ СИСТЕМЫ Al-Zr-Fe-Si.....	39
Достаева А.М., Смагулов Д.У., Немчинова Н.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОЛИЗА И КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ.....	44
Крюковский В.А., Сиразутдинов Г.А., Минцис М.Я., Поляков П.В. РАСЧЁТ ПРОЦЕССА ОБЖИГА РУДОУГОЛЬНЫХ ОКАТЫШЕЙ НА КОНВЕЙЕРНОЙ МАШИНЕ	49
Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г., Спирин Н.А., Лавров В.В. ТЕРМОДИНАМИКА РАСТВОРОВ КИСЛОРОДА В РАСПЛАВАХ СИСТЕМЫ Fe-Co, СОДЕРЖАЩИХ УГЛЕРОД	55
Дашевский В.Я., Александров А.А., Леонтьев Л.И. ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ОЛОВА, РАСТВОРЕННОГО В ЖИДКОМ НИКЕЛЕ, ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ЭКЗОГЕННЫМИ ТУГОПЛАВКИМИ НАНОФАЗАМИ ZrO ₂	60
Анучкин С.Н. ПРИМЕНЕНИЕ БОРА В ПРОЦЕССАХ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ	65
Кель И.Н., Жучков В.И. МОДЕРНИЗАЦИЯ КАТОДНОГО УЗЛА АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ С АНОДОМ СОДЕРБЕРГА ПРИ ВНЕДРЕНИИ АПГ	70
Минцис М.Я., Галевский Г.В. ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТЕХНОГЕННОГО МИКРОКРЕМНЕЗЕМА С ПРИМЕНЕНИЕМ БУГОУГОЛЬНОГО ПОЛУКОКСА.....	73
Аникин А.Е., Галевский Г.В., Руднева В.В., Галевский С.Г. ВЛИЯНИЕ АЛЮМИНИЯ НА РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОРОДА В РАСПЛАВАХ Ni-Co и Ni-Co-Cr.....	80
Александров А.А., Дашевский В.Я. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА	85
Крушенко Г.Г., Назаров В.П., Платонов О.А., Решетникова С.Н. ВЫПЛАВКА ЧЕРНОВОЙ СУРЬМЫ В УСЛОВИЯХ МАЛОТОННАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	90
Галевский Г.В., Руднева В.В., Галевский С.Г. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАСЧЁТА ПРОЦЕССА ОБЖИГА МЕТАЛЛИЗОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ.....	93
Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г., Спирин Н.А., Лавров В.В. О РАСЧЕТЕ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТОПРОВОДОВ ИНДУКЦИОННЫХ ТИГЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ.....	98
Левшин Г.Е.	

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ РАСПЛАВОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШЛАКА.....	104
Журавлев А.А. ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛИБДЕНОВЫХ РУД	107
Полях О.А., Журавлев А.Д. ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛАВКИ НА СТЕПЕНЬ УДАЛЕНИЯ ФОСФОРА.....	111
Настюшкина А.В., Шевченко Е.А., Шевченко А.А. К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ СТАЛИ КОНВЕРТЕРНЫМ ВАНАДИЕВЫМ ШЛАКОМ	114
Рыбенко И.А., Голодова М.А., Нохрина О.И., Рожихина И.Д. ПОИСК ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ИККИЖЕЛОН» (РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН).....	118
Рахманов О.Б., Аксенов А.В., Немчинова Н.В., Солихов М.М., Черношвец Е.А. ВЕДЕНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ПЛАВКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА.....	123
Ёлкин К.С., Ёлкин Д.К., Карлина А.И. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ ОБНОВЛЕНИЯ ЦЕННОСТЕЙ МОЛОДЕЖИ	127
Власов А.А., Бажин В.Ю., Копцев А.Е. ПРЯМОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ЖЕЛЕЗА: СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ТЕНДЕНЦИИ.....	130
Нохрина О.И., Рожихина И.Д., Ходосов И.Е.	
СЕКЦИЯ 2: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ: ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ, ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА.....	135
ИССЛЕДОВАНИЕ УГАРА РЕССОРНО-ПРУЖИННОЙ СТАЛИ МАРКИ 40С2 ПРИ НАГРЕВЕ ПОД ПРОКАТКУ И ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ, ХИМИЧЕСКОГО И ФАЗОВОГО СОСТАВА ЕЕ ОКАЛИНЫ	135
Темлянец М.В., Коноз К.С., Кузнецова О.В., Деев В.Б., Живаго Э.Я. ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ СОСТОЯНИЙ 100-М ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО ЗАКАЛЕННЫХ РЕЛЬСОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ	140
Юрьев А.А., Громов В.Е., Морозов К.В., Иванов Ю.Ф., Коновалов С.В., Семин А.П. РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АВТОЛИСТА ПОВЫШЕННОГО КАЧЕСТВА В УСЛОВИЯХ СТАНА ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ 2500.....	144
Кондрашов С.А., Голубчик Э.М., Мартынова Т.Ю. МИКРОСТРУКТУРА И ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ ХАРДОКС 450, МОДИФИЦИРОВАННОЙ НАПЛАВКОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ Fe-C-Cr-Nb-W И ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКОЙ	151
Громов В.Е., Кормышев В.Е., Глезер А.М., Коновалов С.В., Иванов Ю.Ф., Семин А.П. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УПРОЧНЕННОГО СЛОЯ ПОСЛЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ	155
Нго Као Кыонг, С.А. Зайдес	155
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ ДЕФОРМИРОВАННОЙ ПРОВОЛОКИ.....	159
Сычков А.Б., Столяров А.Ю., Камалова Г.Я. Ефимова Ю.Ю., Егорова Л.Ю., Гулин А.Е. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ЛИТЕЙНЫХ СПЛАВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИМ ТЕХНОЛОГИЯМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	165
Деев В.Б., Приходько О.Г., Пономарева К.В., Куценко А.И., Сметанюк С.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО ПРЕССОВАНИЯ СПОСОБОМ “КОНФОРМ”	169
Фастыковский А.Р., Селиванова Е.В., Федоров А.А. ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ПОРИСТЫХ СТРУКТУР	172
Куницина Н.Г., Ташметова М.О. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕГАТИВНЫХ АВТОКОЛЕБАНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ ТОНКИХ ШИРОКИХ СТАЛЬНЫХ ПОЛОС	176
Кожевникова И.А., Кожевников А.В. АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРОКАТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	180
Фастыковский А.Р.	

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС И АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ДЕФЕКТНОСТИ ОТЛИВОК.....	184
Князев С.В., Скопич Д.В., Фатьянова Е.А., Усольцев А.А., Чепрасов А.И. ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В РАБОТЕ ПРОКАТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	190
Фастыковский А.Р. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ МАРКИ 30ХГСА НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ ОБОРУДОВАНИИ	194
Иванов А.А., Осколкова Т.Н. ПЛАЗМЕННАЯ ЗАКАЛКА ЗАЭВТЕКТОИДНЫХ СТАЛЕЙ.....	199
Сафонов Е.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ.....	205
Князев С.В., Усольцев А.А., Куценко А.И., Куценко А.А., Пономарева К.В., Соколов Б.М., Ознобихина Н.В. АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ВОЛОЧЕНИЕ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТОЙ ПРОВОЛОКИ	208
Полякова М.А., Гулин А.Е. ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА РЕЛЬСОВОЙ ПРОДУКЦИИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ УНИВЕРСАЛЬНОГО РЕЛЬСОБАЛОЧНОГО СТАНА	213
Уманский А.А., Головатенко А.В., Дорофеев В.В. АВТОМАТИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ МЕЖКЛЕТЬЕВОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА В ЛПЦ-1 АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ».....	219
Ковальчук Т.В., Макаров Я.В., Лицин К.В. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАЛИВКИ НА СТРУКТУРУ ОТЛИВОК ИЗ ЖАРОПРОЧНЫХ СПЛАВОВ.....	222
Аринова С.К., Исагулов А.З., Квон Св.С., Куликов В.Ю., Щербакова Е.П., Достаева А.М.	
СЕКЦИЯ 3: ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ, ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ.....	228
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АГЛОМЕРИРОВАННЫХ ПОРОШКОВ ТАНТАЛА (АГП) С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ.....	228
Кайназарова А.Э., Кокаева Г.А., Ревуцкий А.В. АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВА КАРБИДА ЦИРКОНИЯ	232
Алексеева Т.И., Галевский Г.В., Руднева В.В., Черепанов А.Н., Стафецкий Л., Галевский С.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СПЛАВА БАББИТА Б83, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПРУТКОВ.....	235
Калашников И.Е., Болотова Л.К., Кобелева Л.И., Быков П.А., Колмаков А.Г., Михеев Р.С. СТРУКТУРА И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ, СФОРМИРОВАННЫХ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ ГЕТЕРОФАЗНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ	239
Рашковец М.В., Никулина А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПОСОБА ПОДГОТОВКИ ШИХТЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРОШКОВ КАРБИДА ТИТАНА	245
Крутский Ю.Л., Ложкина Е.А. О МЕХАНИЗМЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДИБОРИДА ТИТАНА В УСЛОВИЯХ ПЛАЗМЕННОГО ПОТОКА.....	248
Галевский Г.В., Руднева В.В., Ефимова К.А. СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ	254
Шевченко Р.А., Козырев Н.А., Усольцев А.А., Крюков Р.Е., Патрушев А.О. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КАРБИДА КРЕМНИЯ В ГАЛЬВАНИКЕ, КЕРАМИКЕ, МОДИФИЦИРОВАНИИ ПОВЕРХНОСТИ.....	257
Руднева В.В., Галевский Г.В., Галевский С.Г., Черновский Г.Н. МНОГОФАКТОРНЫЙ РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КОНТАКТНОЙ СВАРКИ РЕЛЬСОВ НА МАШИНЕ К1000	264
Шевченко Р.А., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Патрушев А.О., Усольцев А.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ.....	267
Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Усольцев А.А., Князев С.В., Чинин Н.А.	

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА ШВА ПРИ СВАРКЕ С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ ФИЗИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ. Ч.1. ОСНОВОПОЛАГАЮЩИЕ ПРИНЦИПЫ	271	
Апасов А.М.		
МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА ШВА ПРИ СВАРКЕ С ВЫСОКОЙ СТЕПЕНЬЮ ФИЗИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ. Ч.2. СИСТЕМА АКТИВНОГО ВОЗДЙСТВИЯ НА ЗАРОЖДАЮЩИЕСЯ ДЕФЕКТЫ.....	278	
Апасов А.М.		
РАЗРАБОТКА НОВЫХ СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОВШЕВОГО ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА И БАРИЙ - СТРОНЦИЕВОГО МОДИФИКАТОРА	288	
Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Михно А.Р., Уманский А.А.		
ПРИМЕНЕНИЕ КАРБИДА ЦИРКОНИЯ: ОЦЕНКА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОМИНИРУЮЩИХ ТЕНДЕНЦИЙ И ПЕРСПЕКТИВ	293	
Алексеева Т.И., Галевский Г.В., Руднева В.В., Галевский С.Г.		
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРИЙ-СТРОНЦИЕВОГО КАРБОНАТИТА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ НА ОСНОВЕ ШЛАКА ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКОМАРГАНЦА.....	296	
Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Бурнаков М.А., Михно А.Р., Федотов Е.Е.		
ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ И СОСТАВА ПРОДУКТОВ ПЛАЗМООБРАБОТКИ МИКРОПОРОШКА КАРБИДА КРЕМНИЯ.....	299	
Руднева В.В., Галевский Г.В., Черновский Г.Н.		
ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ СИСТЕМЫ Fe-C-Si-Mn-Cr-Mo-Ni-V-Co.....	305	
Гусев А.И., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Попова М.В., Корнев Е.С.		
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАЗМЕННОГО СИНТЕЗА КАРБИДА ЦИРКОНИЯ	311	
Алексеева Т.И., Галевский Г.В., Руднева В.В.		
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОБАЛЬТА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРУ МЕТАЛЛА НАПЛАВЛЕННОГО ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ СИСТЕМЫ Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V	316	
Осетковский И.В., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Попова М.В., Корнев Е.С.		
ИЗГОТОВЛЕНИЕ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ КАРБИДА БОРА ГОРЯЧИМ ПРЕССОВАНИЕМ.....	321	
Крутский Ю.Л., Непочатов Ю.К., Пель А.Н. Черкасова Н.Ю.		
О ВОЗМОЖНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ WO ₃ ПРИ ДУГОВОМ РАЗРЯДЕ.....	324	
Бояринцев С.Е., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Наумчик А.Д., Усольцев А.А.		
ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЛЮСОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ НАПЛАВКЕ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ	327	
Уманский А.А. Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Соколов П.Д., Думова Л.В.		
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ СВАРКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ	332	
Шевченко Р.А., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Патрушев А.О., Усольцев А.А.		
ПОРОШКОВАЯ ПРОВОЛОКА НА ОСНОВЕ ПЫЛИ ГАЗООЧИСТКИ СИЛИКОМАРГАНЦА	336	
Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Федотов Е.Е., Непомнящих А.С.		
СЕКЦИЯ 4: ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И АГРЕГАТАХ. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ.....		340
РОЛЬ ТЕПЛОФИЗИКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В МЕТАЛЛУРГИИ.....		340
Дружинин Г.М., Зайнуллин Л.А., Казяев М.Д., Лисиенко В.Г., Спириин Н.А., Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г.		
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ДИАГНОСТИКЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ЛИТЕЙНО-ПРОКАТНЫХ АГРЕГАТОВ НА УЧАСТКЕ МНЛЗ – НАГРЕВАТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО	348	
Бирюков А.Б., Иванова А.А.		
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАХТНЫХ ПЕЧЕЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ	352	
Матюхин В.И., Ярошенко Ю.Г., Матюхин О.В., Журавлев С.Я		
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА АГЛОМЕРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ О МАКСИМАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ	358	
Петрышев А.Ю., Колясников А.Ю., Лопатин А.С., Клейн В.И., Берсеньев И.С.		
ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ.....	362	
Рощупкина Е.Ю., Кожухова В.И., Кожухов А.А., Бондарчук А.А.		
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	364	
Михайличенко Т.А., Сюсюкин А.Ю., Гальчун А.Г.		

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКИ ПОДГОТОВЛЕННОЙ УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДОМЕННОГО КОКСА	369
Прошунин Ю.Е., Школлер М.Б. О РЕШЕНИИ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ПО ТЕМПЕРАТУРНОМУ ПОЛЮ СТАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ, ИЗМЕРЕННОМУ В ТРЕХ ТОЧКАХ.....	373
Соколов А.К. СНИЖЕНИЕ УГАРА МЕТАЛЛА В МЕТОДИЧЕСКИХ ПЕЧАХ С МЕХАНИЗИРОВАННЫМ ПОДОМ НА ОСНОВЕ ПОВЫШЕНИЯ РАВНОМЕРНОСТИ НАГРЕВА ЗАГОТОВОК	378
Кузнецова О.В., Коноз К.С., Темлянец М.В., Темлянец Н.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУР И ТОЛЩИН ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ЗОН ПРОХОДНЫХ ПЕЧЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	381
Соколов А.К. СЕЛЕКТИВНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ОТХОДОВ	386
Ахметвалиева З.М., Куленова Н.А., Такасаки Я., Мамяченков С.В., Анисимова О.С., Мудаширу Л.К, Фокина Е.Л. МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ ЛОМ – ВАЖНЫЙ ВТОРИЧНЫЙ РЕСУРС УЛУЧШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ И СБЕРЕЖЕНИЯ ПЕРВИЧНЫХ РЕСУРСОВ В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ	392
Гордон Я.М., Спирин Н.А., Швыдкий В.С, Ярошенко Ю.Г. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА С ЦЕЛЮ РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЯ	396
Свиридова Т.В., Боброва О.Б., Ильина О.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛОКОКСА В КОКСОХИМИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ.....	400
Павлович Л.Б., Ермолова Н.Ю. Страхов В. М. МИКРОКРЕМНЕЗЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОБОВАНИЯ И ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРСПЕКТИВ	406
Руднева В.В., Галевский Г.В., Галевский С.Г. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩЕЙ ОКАЛИНЫ ПРОКАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ АО «СЕВЕРСТАЛЬ».....	413
Бульжёв Е.М., Кокорин В.Н., Еменев П.В., Григорьев В.Ф. ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СЛОЯ КУСКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В МЕТАЛЛИЧЕСКОМ ВЕРТИКАЛЬНОМ БУНКЕРЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ДУТЬЯ.....	416
Дудко В.А., Матюхин В.И., Матюхина А.В. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ ПЕЧАХ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ВИДЕ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ И ИНЖЕКТОРОВ	420
Корнеев С.В., Трусова И.А. БАЛАНС ФТОРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ В ЭЛЕКТРОЛИЗЕРАХ С АНОДОМ СОДЕРБЕРГА.....	425
Галевский Г.В., Минцис М.Я. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ И КОНСТРУКЦИИ КОЛЬЦЕВОЙ ПЕЧИ ОАО «ЧТПЗ» С ЦЕЛЮ УЛУЧШЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕЕ РАБОТЫ	427
Щукина Н.В., Черемискина Н.А., Лошкарев Н.Б., Лавров В.В. РЕКОНСТРУКЦИЯ АСПИРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ В ЦЕХЕ ТОПЛИВОПОДАЧИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ТЭЦ г. НОВОКУЗНЕЦКА.....	432
Соловьев А.К., Полынцев М.П. К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ПЫЛЕВЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ОБОЖЖЕННЫХ АНОДОВ В МЕТАЛЛУРГИИ КРЕМНИЯ.....	437
Немчинова Н.В., Тютрин А.А., Рыбина М.Н. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ФТОРА ИЗ УГОЛЬНОЙ ЧАСТИ ОТРАБОТАННОЙ ФУТЕРОВКИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЯ.....	441
Немчинова Н.В., Тютрин А.А., Сомов В.В., Бараускас А.Э., Яковлева А.А. ПРИМЕНЕНИЕ УЛОВЛЕННОЙ ПЫЛИ ОТ ОТКРЫТЫХ РУДОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ	446
Полтойнин А.И., Шупик А.Ю. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ РАБОТОЙ ШАХТНОЙ ПЕЧИ.....	450
Фатхутдинов А.Р., Швыдкий В.С., Спирин Н.А.	

Научное издание

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО**
«Металлургия – 2017»

Труды XX Международной научно-практической конференции

Часть 1

Под общей редакцией профессора Е.В. Протопопова

Технический редактор	В.Е. Хомичева
Компьютерная верстка	Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 23.10.2017 г.

Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага офисная. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 27,0 Уч.-изд. л. 29,4 Тираж 300 экз. Заказ № 521

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.
Издательский центр СибГИУ