

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

ПРИМЕНЕНИЕ КАРБИДА ЦИРКОНИЯ: ОЦЕНКА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОМИНИРУЮЩИХ ТЕНДЕНЦИЙ И ПЕРСПЕКТИВ

Алексеева Т.И., Галевский Г.В., Руднева В.В., Галевский С.Г.

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

Аннотация: Проведен анализ и систематизация сведений о применении карбида циркония в современной технике: в производстве твердых сплавов и изделий из них, в технологиях антиэмиссионных покрытий, поверхностного модифицирования порошковых материалов. Обозначены перспективные направления: компонента в технологиях композиционных материалов, модифицирующей фазы гальванических металлматричных композиционных покрытий, функционального компонента смачиваемых покрытий катодов алюминиевых электролизеров.

Ключевые слова: карбид циркония, области применения, сплавы, покрытия, перспективы.

APPLICATION OF ZIRCONIUM CARBIDE: ASSESSMENT, DETERMINATION OF DOMINANT TRENDS AND PERSPECTIVES

Alekseeva T.I., Galievsky G.V., Rudneva V.V., Galievsky S.G.

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

Abstract: The analysis and systematization of information on the use of zirconium carbide in modern technology: in the production of hard alloys and products from them, in technologies of anti-emission coatings, surface modification of powder materials. Prospective directions are identified: a component in composite materials technologies, a modifying phase of galvanic metal matrix composite coatings, a functional component of wettable coatings for cathodes of aluminum electrolyzers.

Key words: zirconium carbide, applications, alloys, coatings, perspectives.

Приоритетные направления современного разнопрофильного машиностроения требует материалов, способных устойчиво работать в условиях воздействия высоких температур (более 1000 К), больших нагрузок, агрессивных сред. В этой связи постоянно повышается роль и значение синтетических тугоплавких сверхтвердых соединений – карбидов, боридов, нитридов, оксидов и их композиций. Среди карбидов переходных металлов карбид циркония по сочетанию специальных свойств входит в лидирующую группу, уникально совмещая такие практически значимые свойства, как твердость, тугоплавкость, коррозионная стойкость в жидких, газовых средах и металлических расплавах, износостойкость. Проведенный ранее анализ доступной научно-технологической литературы, содержащей результаты исследования свойств и способов получения карбида циркония, подтверждает, что основные представления по этим вопросам сформированы в 60-70 годах XX столетия главным образом усилиями научной школы члена-корреспондента АН Украины Самсонова Г.В., содержат характеристики свойств и условия получения крупнозернистых порошков и компактированных образцов. Системные исследования карбида циркония в нанокристаллическом состоянии практически не проводились. Наряду с этим в научной литературе крайне ограничено представлена информация о реальных сферах применения карбида циркония в современной технике. В связи с этим целью настоящей работы является анализ наиболее технологически и экономически привлекательных направлений применения карбида циркония и обоснованное прогнозирование новых подходов к его использованию.

В технологии твердых сплавов вопросы выбора карбидной составляющей, оптимизации строения состава металлической связки подробно описаны в работе [1]. Повышение уровня эксплуатационных свойств осуществляется путем оптимизации структурного состояния твердого сплава. Основными варьируемыми параметрами являются: количество, дисперсность, твердость, модуль упругости карбидной фазы, состав и механические свойства металлического связующего, толщина прослойки связки. Уровень дисперсности порошков карбидов, получаемых, как правило, карботермическим восстановлением или синтезом из элементов, составляет в большинстве случаев несколько микрометров и повышается до 0,3-1,0 мкм при операции размола – перемешивания твердосплавной шихты. В про-

цессе размола тонкая металлическая структура карбидной составляющей претерпевает существенные изменения, о чем свидетельствует наблюдающееся обычно возрастание микронапряженности и степени аморфизации, накопление линейных и точечных дефектов, а также дефектов типа границ зерен. Подобные изменения обеспечивают спекание твердосплавных смесей в технологически приемлемых условиях с требуемым комплексом свойств.

По данным [1,2], карбид циркония положительно опробован в составе следующих твердых сплавов:

1) в составе твердых сплавов группы ТТК, обычно содержащих до 5-20 % TaC, 3-15 % TiC, 8-12 % Co, остальное WC, взамен дорогостоящего TaC; сплавы этой группы являются достаточно универсальными, т.к. применяются для обработки как углеродистых сталей, так и различных чугунов;

2) в составе твердого сплава WC – ZrC – Co группы ТК, по своим свойствам практически равнозначного сплавам WC – TiC – Co;

3) в составе твердого сплава группы БВТС COT 30 на карбонитридной основе – $(Ti_{0,95}Zr_{0,02}Nb_{0,10}Ta_{0,09})C_{0,53}N_{0,47}$; сплав имеет $\delta_{изг}$ 1000 МПа, HRA 90 ед., средний размер зерна карбонитридной фазы 2-4 мкм, стойкость при резании в 4 раза выше, чем у сплава КНТ 16;

4) в составе твердого сплава группы БВТС TiC – VC – ZrC – NbC – Ni – Mo (марки Т и ТП);

5) в составе карбидохромовых твердых сплавов группы КХН10-40 Cr_3C_2 – Ni (Ni + Co + Fe + Mo + Cu) для частичной замены Cr_3C_2 ; сплавы обладают высокой твердостью, окалиностойкостью, противостоят износу и коррозии в агрессивных расплавах и жидкостях, имеют низкую склонность к схватыванию и намагничиваемости и применяются в основном для изготовления фильер, матриц и оправок для протяжки черных и цветных металлов, пресс-форм и других износостойких деталей.

Наряду с этим следует отметить достаточно осторожное отношение специалистов к карбиду циркония как к компоненту различных твердых сплавов, что, по-видимому, обусловлено не технологичностью его получения и плохой смачиваемостью расплавами металлов группы железа, что затрудняет подбор связующего металла.

В технологии покрытий предложены способы формирования эффективных высоконадежных покрытий следующих типов:

- интерметаллического антиэмиссионного состава Pt_3Zr на сетках мощных генераторных ламп [3]. Способ изготовления антиэмиссионного покрытия на сеточных электродах из молибдена включает формирование катафорезом слоя карбида циркония толщиной порядка 10 мкм; припекание его в вакууме при температуре 1773 К; нанесение катафорезом слоя платины; припекание при температуре 1273-1573 К. В полученном таким способом композиционном покрытии антиэмиссионным слоем является платина, а карбид циркония выполняет роль диффузного барьера между платиной и керном сетки;

- абразивного состава ZrC на частицах алмазных порошков [4]. На частицы алмазного абразива, выпускаемого фирмой «Element Six», химическим осаждением из паровой фазы наносят покрытие из карбида циркония. На долю слоя карбида циркония при крупности алмазных частиц – 40 мкм приходится 0,77 %. Слой ZrC имеет толщину порядка 1 мкм. При рентгеновском структурном анализе в составе частиц обнаружены алмаз, ZrC, Zr. Алмазные порошки с карбидным покрытием широко используют для изготовления отрезного, шлифовального и сверильного инструмента;

- коррозионностойкого состава Zr – ZrC на керамических порошках. Карбид циркония применяют при осаждении металлического циркониевого покрытия на керамические порошкообразные материалы [5]. Использование ZrC обусловлено необходимостью повышения коррозионной стойкости керамического порошка.

В технологии сверхтвердых материалов внедрено в промышленных масштабах применение нанокристаллических нитридов, карбонитридов, карбидов, боронитридов переходных металлов IV – Va групп и их композиций с металлическими порошками в качестве компонентов и иницилирующих добавок при спекании материалов на основе нитрида бора и алмаза, что позволит получить ряд преимуществ [6]:

- снизить за счет высокой поверхностной активности порошков время обработки шихты при высоком давлении и высокой температуре до 30-60 с и повысить таким образом производительность и ресурс работы аппаратов высокого давления;

- увеличить благодаря высокой активирующей способности порошков, снижающей чувствительность процесса к точности выдержки давления и температуры, выход годных изделий до 75-80 %;

- увеличить твердость компактов и их износостойкость при обработке высокотвердых сталей и сплавов с HRC > 60 путем уменьшения содержания порошков в шихте до 1-3 % без снижения эффективности процесса.

- уменьшить размер кристаллов нитрида бора в компактах, что обеспечивает повышение прочности и износостойкости режущего инструмента за счет изменения характера его износа;

- создать новые композиционные сверхтвердые материалы, содержащие до 30% и более нанодисперсных компонентов, характеризующихся повышенной ударной вязкостью, химической инертностью по отношению к обрабатываемым поверхностям, модифицированными электрофизическими свойствами.

В технологии гальванических композиционных металлматричных покрытий в процессах никелирования, цинкования, хромирования внедрено применение нанокристаллических боридов и карбидов CrB_2 , Cr_3C_2 , TiC , SiC в качестве модифицирующих добавок, обеспечивающих получение высокоплотных покрытий с высоким комплексом физико-механических свойств за счёт формирования мелкозернистой структуры с низкой пористостью. Сочетание нанокристаллического состояния с направленно сформированным комплексом свойств, присущих наноборидам и нанокарбидам, обеспечивает при использовании их в качестве модифицирующей электроосаждаемую металлическую матрицу фазы устойчивое достижение целого ряда положительных эффектов [7, 8]. Низкая концентрация нанопорошка в электролите упрощает эксплуатацию гальванических ванн и снижает потери нанопорошка за счет выноса электролита с деталями. Присутствие нанопорошка в электролите повышает его производительность за счет увеличения верхнего предела катодной плотности тока. Опробование нанопорошка диборида титана взамен наноалмазов в процессе получения защитных гальванических покрытий разнопрофильного инструмента показывает, что при сопоставимых характеристиках и ресурсе работы упрочненного инструмента при замене наноалмазов достигаются следующие технологические и экономические преимущества: упрощается и ускоряется технология приготовления электролита-суспензии, в 2,5 раза возрастает скорость осаждения покрытия, в 1,5 раза возрастает коррозионная стойкость покрытий, в 4 раза снижается стоимость 1 м³ электролита-суспензии. При замене 1 кг наноалмазов нанопорошком диборида титана экономическая эффективность составляет 105 тыс. руб. Экономическая эффективность определена для стоимости нанопорошков диборида титана 500, алмазов 2000 долл. США.

В технологии производства алюминия электролизом фторидного криолито-глиноземного расплава выполнен значительный объем исследований и разработано немало технических предположений по повышению срока службы катода алюминиевого электролизера путем защиты его смачиваемым алюминием покрытием. Такое покрытие должно быть химически инертным к расплавам алюминия и электролита, прочным, высокоэлектропроводным, износостойким, хорошо смачиваться алюминием. В составе функциональной основы такого покрытия принципиально могут быть использованы бориды и карбиды титана и циркония. Описанные в литературе результаты и технические решения предполагают пока применение только диборида титана. С учетом изложенного, можно предположить, что дальнейшее развитие этого направления совершенствования конструкций алюминиевых электролизеров и повышения технико-экономических показателей процесса электролитического производства алюминия могут быть связаны с расширением номенклатуры используемых материалов и повышением их доступности за счет разработки эффективных технологий производства, обеспечивающих снижение их реальной стоимости до уровня менее 100 долл. США/ кг [9].

Проведенный анализ научно-технической литературы свидетельствует о положительном технологическом опробовании карбида циркония стандартной гранулометрии в составе твердых сплавов, антиэмиссионных, абразивных и коррозионностойких покрытий и позволяет прогнозировать такие сферы его эффективного применения в наносостоянии, как производство поликристаллических сверхтвердых материалов и изделий из них, электроосаждение композиционных металлматричных покрытий в гальванотехнике, формирование защитных смачиваемых покрытий катодов электролизеров в металлургии алюминия.

Библиографический список

8. Панов В.С. Технология и свойства спеченных твердых сплавов и изделий из них / В.С. Панов, А.М. Чувилин – М., «МИСиС», 2001 – 428 с.
9. Ширяева Л.С. Производство и применение карбида хрома: оценка, тенденции, прогнозы / Л.С. Ширяева, И.В. Ноздрин, Г. В. Галевский, В.В. Руднева // Вестник горно-металлургической секции РАЕН. Отделение металлургии.: сб. научн. тр. – Москва – Новокузнецк: Изд-во СибГИУ, 2011 – В. 28 — С. 79-91.
10. Пат. 2261940 Россия, МПК C23C28/00. Способ получения интерметаллического антиэмиссионного покрытия / Ю.А. Быстров, Н.З. Ветров; заявл. 30.04.2004, опубл. 10.10.2005.
11. Пат. 2005825 Ирландия, МПК C23C14/24. Способ получения сверхтвердого абразива с покрытием / Эган Дейвид Патрик, Энгельс Иоганнес Александер, Фиш Майкл Лестер; заявл. 20.02.2008, опубл. 10.01.2010.
12. Пат. 2342349 Россия, МПК C04B41/88. Способ осаждения металлических покрытий на

керамические порошкообразные материалы / С.С. Гаврилин, В.П. Денискин; заявл. 10.08.2008, опубл. 27.12.2008.

13. Резчикова Т.В. Плазмохимические процессы получения ультрадисперсных компонентов сверхтвердых материалов на основе алмаза / Т.В. Резчикова, Б.М. Соколовский // Плазмохимические процессы в технологии нитридов: сб. науч. тр. / ИНХП АН СССР – Черногловка, 1984 – С. 142 – 164.

14. Галевский Г.В. Металломатричные защитные покрытия с наноконпонентами: формирование, свойства, применение / Г.В. Галевский, В.В. Руднев, А.К. Гарбузова // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2015. – Т. 58. № 5. – С. 335-340.

8. Efimova K.A. Nickel – based Composition with Titanium Nanoboride / K.A. Efimova, G.V. Galevskii, V.V. Rudneva, N.A. Kozyrev// Applied Mechanics and Materials.– Vol. 778 (2015).– Pp. 75 – 81.

9. Патент 2498880 РФ, МПК C04B35/58. Способ получения порошка диборида титана для материала смачиваемого катода алюминиевого электролизера / В.В. Иванов, С.Ю. Васильев, В.К. Лауринавичюте, А.А. Черноусов, И.А. Блохина; ФГАОУ ВПО Сибирский федеральный университет. 2012134603/02, заявл. 13.08.2012, опубл. 20.11.2013.

УДК 621.791:624

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРИЙ-СТРОНЦИЕВОГО КАРБОНАТИТА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ НА ОСНОВЕ ШЛАКА ПРОИЗВОДСТВА СИЛИКОМАНГАНЦА

Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Бурнаков М.А., Михно А.Р., Федотов Е.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, kozyrev_na@mtsp.sibsiu.ru*

Аннотация: Приведены результаты исследования введения барий-стронциевого карбонатита различного фракционного состава во флюс на основе шлака производства силикомарганца. Показана принципиальная возможность использования их смеси для наплавки и сварки низколегированных сталей, при этом применение барий-стронциевого карбонатита позволяет снизить загрязненность металла сварного шва неметаллическими включениями.

Ключевые слова: сварка, флюсы, технология, барий-стронциевый карбонатит, образцы, неметаллические включения, микроструктура.

THE USING OF BARIUM-STRONTIUM CARBONATITE AT THE MANUFACTURE OF WELDING FLUXES BASED ON THE SLAG OF SILICOMANGANESE

Kozyrev N.A., Kryukov R.E., Burnakov M.A. ,Mihno A.R., Fedotov E.E

*Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russia, kozyrev_na@mtsp.sibsiu.ru*

Annotation: The results of the study of the introduction of barium-strontium carbonatite of various fractional composition into flux based on the slag of silicomanganese production are presented. The principal possibility of using their mixtures for surfacing and welding low-alloy steels is shown, while the use of barium-strontium carbonatite allows to reduce the pollution of the weld metal with nonmetallic inclusions.

Key words: Welding, fluxes, technology, barium-strontium carbonatite, samples, nonmetallic inclusions, microstructure.

Утилизация техногенных отходов металлургического производства в качестве компонентов для изготовления сварочных флюсов широко используется в РФ и за рубежом [1-8].

Одним из таких компонентов является шлак производства силикомарганца [9-10]. В данной работе рассмотрена возможность использования барий – стронциевого карбонатита в качестве добавки в сварочные флюсы на основе шлака производства силикомарганца.

В серии опытов в лабораторных условиях изготавливали и исследовали различные составы сварочных флюсов. Для исследования использовали:

Барий-стронциевый модификатор БСК по ТУ 1717-001-75073896-2005 производства ООО «НПК Металлотехнопром» с химическим составом ; 13,0-19,0% BaO, 3,5 - 7,5 % SrO, 17,5 - 25,5

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 РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЯ В МЕТАЛЛУРГИИ.....	
340	
Дружинин Г.М., Зайнуллин Л.А., Казяев М.Д., Лисиенко В.Г., Спирип 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., Берсенов 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., Темлянцев М.В., Темлянцев 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
Бульжѳв 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