

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Сибирский государственный индустриальный университет

*Посвящается 90-летию Сибирского
государственного индустриального университета*

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО
«Металлургия – 2019»**

23 – 24 октября 2019 г.

*Труды
XXI Международной научно-практической конференции
Часть 2*

**Новокузнецк
2019**

УДК 669(06)+658.012.056(06)
М 540

Редакционная коллегия
академик РАН Л.А. Смирнов, д.т.н., профессор Е.В. Протопопов,
д.т.н., профессор М.В. Темлянцев, д.т.н., профессор Г.В. Галевский,
д.т.н., профессор Н.А. Козырев, д.т.н., профессор А.Р. Фастыковский,
к.т.н., доцент С.Г. Коротков

М 540 Металлургия: технологии, инновации, качество : труды XXI Международной
научно-практической конференции: в 2-х ч. Ч. 2 / под ред. Е.В. Протопопова;
Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2019. – 463 с. : ил.

ISSN 2542-1670

Труды конференции включают доклады по актуальным вопросам теории и
технологии производства, обработки и сварки металлов, энергоресурсосбережения,
рециклинга и экологии в металлургии.

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Администрация Кемеровской области
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
АО «ЕВРАЗ ЗСМК»
АО «Русал Новокузнецк»
АО «Кузнецкие ферросплавы»
ОАО «Черметинформация»
Издательство Сибирского отделения РАН
Журнал «Известия вузов. Черная металлургия»
Журнал «Вестник СибГИУ»
Журнал «IOP conference series: materials science and engineering»
АО «Кузбасский технопарк»
Западно – Сибирское отделение Российской Академии естественных наук
Совет молодых ученых Кузбасса

ISSN 2542-1670

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2019

7. Plasma chemical reactor based on a low pressure pulsed arc discharge for synthesis of nanopowders / Karpov I.V., Ushakov A.V., Lepeshev A.A., Fedorov L.Y. // Technical Physics. The Russian Journal of Applied Physics. 2017. T. 62. № 1. С. 168-173.
8. Моссэ А.Л. Обработка дисперсных материалов в плазменных реакторах / А.Л. Моссэ, И.С. Буров. – Минск : Наука и техника, 1980. – 208 с.
9. Rudneva V.V. Effective Processing of Disperse Raw Materials in a Plasma Reactor / V.V. Rudneva, G.V. Galevskii, E.K. Yurkova // Steel in Translation. – 2007. – Vol. 37. – № 2. – Pp. 115 – 118.
10. Свидетельство № 18396 о регистрации электронного ресурса «Программа «Обобщенная модель карбидообразования при плазменном синтезе» версия 1.0.2» в объединенном фонде электронных ре-сурсов «Наука и образование» РАО / Л.С. Ширяева, И.В. Ноздрин, Г.В. Галевский, В.В. Руднева. – М. : ИНИПИ, 2012.

УДК 661.665

КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА И СФЕР ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКА МОЛИБДЕНА

Ширяева Л.С.¹, Галевский Г.В.¹, Саркенов Б.Б.², Гладких И.В.³

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

²*Карагандинский государственный технический университет,
г. Караганда, Республика Казахстан, sarkenovb@mail.ru*

³*Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексева, г. Нижний Новгород, Россия, nntu@nntu.ru*

Аннотация. Проведён анализ современного состояния производства и применения порошка молибдена. Молибден широко применяется в различных отраслях промышленности, что обусловлено его уникальными физико-химическими свойствами, такими как высокая прочность, коррозионная стойкость и температура плавления. Большинство жаростойких сплавов содержит молибден, он входит в состав наиболее кислотостойких сплавов, сопротивляющихся действию всех минеральных кислот, кроме плавиковой.

Ключевые слова: порошковая металлургия, молибден, плазменный синтез, реактор.

CLASSIFICATION AND ANALYSIS OF WAYS OF PRODUCTION AND SCOPES OF MOLYBDENUM POWDER

Shiryaeva L.S.¹, Galevsky G.V.¹, Sarkenov B.B.², Gladkih I.V.³

¹*Siberian state industrial university,
Novokuznetsk, Russia, kafcmet@sibsiu.ru*

²*Karaganda state technical university,
Karaganda, Republic of Kazakhstan, sarkenovb@mail.ru*

³*Nizhny Novgorod state technical university
of R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russia, nntu@nntu.ru*

Abstract. The analysis of the current state of production and use of molybdenum powder. Molybdenum is widely used in various industries, due to its unique physicochemical properties, such as high strength, corrosion resistance and melting point. Most heat-resistant alloys contain molybdenum, it is part of the most acid-resistant alloys that resist the action of all mineral acids, except hydrofluoric.

Keywords: powder metallurgy, molybdenum, plasma synthesis, reactor.

Научный и прикладной интерес к молибдену вызван тем, что он обладает такими свойствами как тугоплавкость, высокая жаропрочность, низкий коэффициент термического расширения, коррозионная стойкость, высокие упругие свойства. Большинство жаростойких сплавов содержит молибден, он входит в состав наиболее кислотостойких сплавов, сопротивляющихся действию всех минеральных кислот, кроме плавиковой [1].

Сведения о ведущих отечественных и зарубежных производителях молибдена позволяют представить следующую классификацию известных способов его получения и основных областей применения (рисунок 1).

Основной промышленный способ производства молибдена - восстановление чистого триоксида молибдена водородом, в результате которого получают порошкообразный металл, превращаемый потом в компактные заготовки методом порошковой металлургии или плавкой [2].

Триоксид молибдена восстанавливают водородом в многотрубных печах с непрерывным или периодическим передвижением лодочек с восстанавливаемым материалом вдоль трубы или в трубчатых вращающихся печах непрерывного действия. Сухой водород подают в печи противоточно движению материала. Процесс можно проводить в одну или две стадии. Предпочтение отдается двухстадийному восстановлению, в особенности в том случае, когда необходимо получить тонкодисперсный порошок определенной зернистости, предназначенный для превращения в компактный металл методом порошковой металлургии [2].

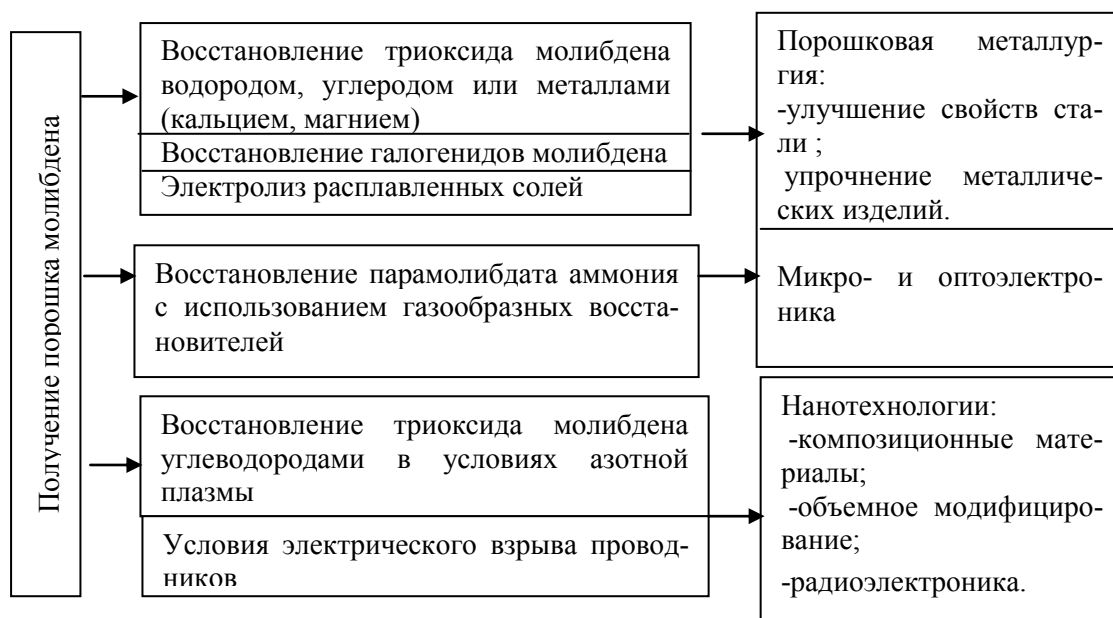


Рисунок 1 – Классификация способов получения и основных областей применения порошка молибдена

При одностадийном процессе получают грубозернистые порошки вследствие того, что водород, содержащий пары воды, в этом случае находится в длительном контакте с восстанавливаемыми оксидами молибдена. Это благоприятствует росту зерен. Кроме того, при одностадийном восстановлении низкая производительность печей обусловлена большим различием в насыпной массе триоксида молибдена (0,4 – 0,5 г/см) и молибденового порошка (2,5 г/см³).

Известны и другие промышленные способы получения молибдена: восстановление триоксида молибдена углеродом или металлами (кальцием, магнием); термическая диссоциация или восстановление галогенидов молибдена; электролиз расплавленных сред [3,4]. Прямая переработка рудных концентратов молибдена в среде ионных расплавов и получение целевых продуктов на стадии металлургического передела обеспечивает получение тонкодисперсного металлического порошка [5]. Процесс получения молибдена состоит из двух ступеней: высокотемпературного растворения исходных оксидов в расплавах солей щелочных металлов и восстановления полученного карбида молибдена путём введения металлического магния в солевые расплавы. Процесс ведется при температуре 1170 - 1270 К, а содер-

жание примесей в целевых продуктах не превышает 2 - 3 % мае.

Порошок молибдена традиционной гранулометрии, полученный промышленными способами производства, широко применяется для улучшения свойств стали и упрочнения металлических изделий.

Молибден существенно улучшает свойства стали, придавая ей однородную мелкокристаллическую структуру. Понижая температуру эвтектоидного распада стали, молибден расширяет температурный интервал закалки и отпуска и влияет на глубину прокаливаемости стали. Молибден повышает механические свойства стали – предел упругости, сопротивление износу и удару. Одно из наиболее ценных свойств молибдена – его способность устранять хрупкость при отпуске хромникелевой стали. Молибден применяют также для легирования чугуна. Введение в чугун 0,2-0,5 % молибдена уменьшает размер зерна серого чугуна, улучшает его свойства при высоких температурах и износоустойчивость. Из кремнемолибденового чугуна изготавливают кислотостойкую аппаратуру.

В настоящее время также существуют разработки получения высокочистого молибдена методом электронно - лучевой технологии. Отличительными чертами термических электронно-лучевых процессов являются достижение высоких температур в малых по размеру областях, отсутствие загрязнения, возможность быстрого перемещения луча. В работе [6] описан способ получения порошков молибдена восстановлением парамолибдата аммония с использованием газообразных восстановителей. Способ включает нагрев парамолибдата аммония сначала в атмосфере смеси водорода и азота, затем нагрев в атмосфере водорода. Нагрев в атмосфере смеси водорода и азота ведут равномерно до достижения температуры 723-923 К со скоростью 423-473 К/час при соотношении водорода и азота в смеси (0,3-0,7):(0,7-0,3) соответственно. Нагрев в атмосфере водорода ведут до температуры 1023-1173°C с выдержкой при данной температуре в течение 0,5-2,0 часов. Способ обеспечивает достижение суммы положительных характеристик готового материала, таких как чистота, дисперсность и однородность фракционного состава, насыпной вес. Эти характеристики позволяют существенно улучшить характеристики конечного продукта - приборов микро- и оптоэлектроники. Полученные порошки представляют собой частицы сфероидальной формы и минимальной поверхностью, размером частиц 0,5-1,0 мкм с однородным фракционным составом (содержание частиц размером 0,5-1,0 мкм составляет 90%), высоким насыпным весом (3,6-4,0 г/см³).

Разработка новых металлических материалов с высокими физическими свойствами по существу исчерпала все возможности существовавших до сих пор классических металлургических процессов. Настоящие и будущие требования относительно повышения прочности, коррозионной стойкости, магнитных и электрических свойств и других физических параметров могут быть выполнены путем применения новых нетрадиционных способов производства чистых металлов и сплавов. К таким способам относится плазмометаллургическое получение нанодисперсных порошков. Получаемый традиционным способом порошок молибдена не соответствует современным требованиям по дисперсности, поэтому в настоящее время существует устойчивый спрос на НДП (нанодисперсный порошок) молибдена, особенно на территории России, что обусловлено отсутствием его производителей [4]. Поэтому становится актуальной задача получения молибдена в наносостоянии.

Технология, описанная в работах [7-9], позволяет получать нанодисперсные порошки тугоплавких металлов и соединений. Для генерации плазменного потока используются три электродуговых плазмотрона ЭДП-104А, в качестве плазмообразующего газа используется азот [7]. Технологическая сущность заключается в следующем: триоксид молибдена и углеводород вводят в предварительно нагретый до 4273 – 5273К инертный газ (азот), процесс восстановления ведут при 2073 – 2773К с последующим охлаждением продукта со скоростью 10⁴ – 10⁵ К/с. м. Данный способ даёт возможность получать НДП молибдена с размером частиц 30 – 50 н.

Особенные свойства получаемых методами плазменного восстановления и синтеза порошков металлов и соединений дают основание прогнозировать их применение:

- в области основного химического синтеза неорганических и металлоорганических со-

единений, где следует ожидать: воздействия на кинетику и термодинамику химических реакций - упрощении технологии синтеза и осуществлении ранее не возможных прямых синтезов;

- в порошковой металлургии для улучшения качества изделий, ранее получаемых на основе крупных металлических порошков, например, трудноспекаемых; интенсификации процессов спекания и соединения разнородных материалов; получения материалов с особыми свойствами, например, постоянных магнитов с высокой коэрцитивной силой; использование порошков для дисперсионного упрочнения металлов и сплавов; применение порошков для создания высококачественных покрытий поверхностей изделий;

- в радиоэлектронике для получения магнитодиэлектриков и искусственных диэлектриков с высокой диэлектрической проницаемостью, ферритов из высокодисперсных металлов, материалов с особыми полупроводниковыми свойствами. При применении нанодисперсных порошков возможно получение высокоплотных изделий без предварительного фракционирования частиц и при существенно меньшей плотности первичного брикета. Наряду с другими достоинствами нанодисперсные порошки должны иметь минимальное число объемных дефектов, что создает возможность получения материалов с плотностью, близкой к расчетной. Применение нанодисперсных порошков должно обеспечивать получение компактных металлов при температурах спекания существенно более низких, чем при использовании порошков стандартной гранулометрии.

Одним из наиболее характерных свойств НДП молибдена, вследствие избыточной свободной энергии поверхности и неравновесности, присущей нанодисперсным системам, является повышенная химическая активность, наиболее часто проявляющаяся в активной окисляемости порошков, которая при неприятии специальных мер приводит к самовозгоранию. Анализ свойств плазменных порошков молибдена свидетельствует, что чистая, то есть не содержащая сорбируемых газовых примесей, поверхность, как правило, пирофорна. Пирофорность может быть связана с наличием метастабильных кристаллических фаз.

Порошки молибдена, полученные плазмометаллургическим восстановлением его триоксида углеводородами в азотной плазме не пирофорны, что объясняется значительной пассивирующей способностью сорбированного оксида углерода.

НДП молибдена позволяет получать жаро- и кислотостойкие сплавы с повышенными коррозионными и физическими свойствами, которых не удастся достичь при использовании порошка молибдена, получаемого восстановлением его триоксида в атмосфере водорода, при этом требуется значительно меньшее его количество.

Другим шагом на пути создания новых технологий получения порошков молибдена стала разработка метода его получения в условиях электрического взрыва проводников. В вакууме или в инертном газе между двумя электродами создается высокое напряжение и подается проволока. При прохождении огромного тока проволока взрывается и формирует нанопорошок. В работе [10] описан способ получения НДП молибдена в условиях электрического взрыва проводников. Для получения нанопорошков взрывали молибденовые проводники диаметром 0,3 и 0,2 мм, длиной 0,07 и 0,06 м. Содержание примесей металлов в молибденовом проводнике составляло ~0,4 мас. %. Анализ полученных результатов показал, что продукты электровзрыва молибденовых проводников представляют собой порошки, частицы которых имеют сферическую форму. Среди частиц микрометрового диапазона имеются частицы, диаметр которых меньше, чем 100 нм.

Эксплуатационные характеристики твердых сплавов на основе молибдена существенно зависят от дисперсности порошка молибдена и улучшаются с ее повышением.

Сопоставление технологических возможностей различных методов показывает, что самый высокий уровень дисперсности достигается при формировании частиц из парогазовой смеси, в процессах электронно-лучевого, лазерного и плазмометаллургического восстановления, который характеризуется относительной простотой аппаратного оформления и высокой производительностью.

Библиографический список

1. Зеликман А.Н. Металлургия редких металлов/ А.Н. Зеликман, Б.Г. Коршунов – М: Металлургия, 1991. – 432 с.
2. Лыкасов А.А. Металлургия вольфрама и молибдена: уч. Пособие / А.А. Лыкасов, Г.М. Рысс, В.М. Жихарев. – Челябинск: ЮУрГУ, 2007 – 80 с.
3. Каренгин А.Г. Плазменные процессы и технологии/ А.Г. Каренгин; Томский Политехнический Университет. – Томск: ТПУ, 2009. – 144 с.
4. Каламазов Р.У. Высокодисперсные порошки вольфрама и молибдена / Р.У. Каламазов, Ю.В. Цветков, А.А. Кальков. - М: Металлургия, 1988.– 360 с.
5. Клименко Г.Л. Применение метода ионного обмена в технологии получения вольфрама и молибдена высокой чистоты / Г.Л. Клименко, А.А. Блохин [и др.] // Металлы. – 2001.– № 3.– с. 49.
6. Пат. РФ 2358030 МПК C22B34/34. Получение молибдена с помощью газообразных восстановителей / Воробьева М. В., Едренникова Е.Е., Иванов В.В., Левашов Е.А., Ракова Н. Н., ОАО "Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности "ГИРЕДМЕТ". – Заявл.16.07.2007.– Оpubл. 10.06.2009.
7. Ширяева Л.С. Применение нанокарбонитрида хрома в композиционных гальванических покрытиях на основе никеля / Л.С. Ширяева, И.В. Ноздрин, Г.В. Галевский, В.В. Руднева // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2014. – № 3 (9).– С. 48-52.
8. Ноздрин И.В. Исследование характеристик реактора для плазмометаллургического производства тугоплавких боридов и карбидов / И.В. Ноздрин, Л.С. Ширяева, Г.В. Галевский, В.В. Руднева // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия.– 2011.– № 8.– С. 27-32.
9. Ширяева Л.С. Особенности производства нанодисперсного порошка молибдена в плазмометаллургическом реакторе промышленного уровня мощности / Л.С. Ширяева, Г.В. Галевский, В.В. Руднева // Вестник Магнитогорского Государственного Технического Университета. – 2017.–№ 4.– С. 65 -73.
10. Ильин А.П. Получение нанопорошков молибдена методом электрического взрыва проводников/ А.П. Ильин, О.Б. Назаренко, Д.В. Тихонов, Л.О. Толбанова // Известия Томского политехнического университета. – 2009. – Т. 314. – № 3. – С. 31–35.

УДК 621:624.011.78

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ

Ким К.К.¹, Иванов С.Н.²

¹*Петербургский государственный университет путей
сообщения Императора Александра I»,
г. Санкт-Петербург, Россия, kimkk@inbox.ru*

²*Комсомольский-на-Амуре государственный университет,
г. Комсомольск-на-Амуре, Россия, snivanov57@mail.ru*

Аннотация. Разработка покрытий из композитных материалов привела к созданию специальных устройств, эффективно работающих в условиях одновременно действующих механических усилий и электрических нагрузок. Рассмотрены технологические вопросы обеспечения процесса формирования покрытий, обладающих высокими триботехническими и электрическими характеристиками. Показана реализация изоляционной системы статора асинхронного двигателя на основе композитного материала с антифрикционным модификатором.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	4
О ВЛИЯНИИ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ КВАРЦИТОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ПЛАВКИ КРЕМНИЯ И ВЫСОКОПРОЦЕНТНОГО ФЕРРОСИЛИЦИЯ <i>Ёлкин К.С., Рожихина И.Д., Нохрина О.И., Сивцов А.В., Кашилев И.М., Карлина А.И., Ёлкин Д.К.</i>	4
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВНОГО КАРБИДА КРЕМНИЯ <i>Ёлкин Д.К., Ёлкин К.С., Сивцов А.В.</i>	13
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИКРОЛЕГИРОВАНИЯ КОЛЕСНОЙ СТАЛИ КАЛЬЦИЕМ И БАРИЕМ НА МОДИФИЦИРОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ <i>Гайворонский А.В., Павлова Н.В.</i>	16
ТЕРМОДИНАМИКА РАСТВОРОВ КИСЛОРОДА В РАСПЛАВАХ NI-CO <i>Александров А.А., Дашевский В.Я.</i>	23
РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РЕЗУЛЬТАТЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ <i>Жуков Д.В., Коновалов С.В.</i>	29
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАРГАНЦА ПРИ КАРБО- И МЕТАЛЛОТЕРМИИ <i>Есенгалиев Д.А., Исагулов А.З., Байсанов С.О., Байсанов А.С., Заякин О.В.</i>	33
ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ НАГРЕВОМ МЕТАЛЛА В ПЕЧАХ <i>Стерлигов В.В., Михайличенко Т.А.</i>	38
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ВЫСОКООСНОВНЫХ БОРСОДЕРЖАЩИХ ШЛАКОВ <i>Бабенко А.А., Шартдинов Р.Р., Уполовникова А.Г., Сметанников А.Н., Гуляков В.С.</i>	43
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРАКТИКА ОЧИСТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ И КРЕМНИСТЫХ ФЕРРОСПЛАВОВ ОТ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ <i>Ёлкин К.С., Кашилев И.М., Карлина А.И.</i>	47
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПУЗЫРЬКОВ ОКСИДА УГЛЕРОДА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ГАЗОВОЙ СТРУИ И ВАННЫ РАСПЛАВА В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ <i>Солоненко В.В., Протопопов Е.В., Сарычев В.Д., Грановский А.Ю., Темлянцев М.В.</i>	53
СТРОИТЕЛЬСТВО ПЕЧЕЙ ОБЖИГА ИЗВЕСТНЯКА В ЕВРАЗ ЗСМК <i>Леонтьев А.С.</i>	57
НАУЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕЗОНАНСНО-ПУЛЬСИРУЮЩЕГО РАФИНИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА <i>Лубяной Д.А., Толстикова Ю.А., Буймов Д.В., Мусохранов В.В., Кузин Е.Г., Марченко И.А.</i>	62
ЛИНЕЙКА ДЛЯ РАСЧЕТА ШИХТЫ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ КУЗЬМИЧЕВА И.Я. – ПРООБРАЗ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ШИХТЫ <i>Лубяной Д.А.</i>	62
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕСКОВ ПРИБАЙКАЛЬЯ В КАЧЕСТВЕ СУХИХ БАРЬЕРНЫХ СМЕСЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ <i>Немчинова Н.В., Яковлева А.А., Тютрин А.А., Гудкова О.П.</i>	71
РАСЧЕТ СЕРОПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ШЛАКА ДСП В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ПЛАВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКОЙ ОСНОВНОСТИ <i>Журавлев А.А.</i>	76
РАСЧЕТ УДАЛЕНИЯ АЗОТА ИЗ СТАЛИ ШЛАКОВЫМИ СМЕСЯМИ С ВЫСОКОЙ НИТРИДНОЙ ЕМКОСТЬЮ <i>Журавлев А.А.</i>	77
ВЛИЯНИЕ ВНЕДРЕНИЯ НАНОПОРОШКА W НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИТЕЙНОГО СПЛАВА МАРКИ АК12 <i>Башев В.С.</i>	79
ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКА ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ И РУД НА ОСНОВЕ СТРУЙНО-ЭМУЛЬСИОННОГО АГРЕГАТА СЭР <i>Цымбал В.П., Рыбушкин А.А., Рыбенко И.А., Кожемяченко В.И., Калашников С.Н., Ермакова Л.А.</i>	85

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАРГАНЦА УГЛЕРОДОМ, КРЕМНИЕМ И АЛЮМИНИЕМ <i>Рыбенко И.А., Нохрина О.И., Рожихина И.Д., Прошунин И.Е., Голодова М.А.</i>	93
РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ, ПОВЫШАЮЩИХ КАЧЕСТВО ПРОЦЕССА ЛИТЬЯ ЛОПАТОК ТУРБИНЫ <i>Вдовин Р.А.</i>	100
РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОЦЕССОВ ПРЯМОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ <i>Рыбенко И.А.</i>	108
АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕЛЮЩИХ ШАРОВ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ <i>Уманский А.А., Головатенко А.В.</i>	116
МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЛЬСОВ НА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКАЯ МАТРИЦА – НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ (ММ – НВ) <i>Павлов В.В.</i>	120
АКУСТИЧЕСКАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ACCUSTEEL КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО И КОНВЕРТЕРНОГО ПЕРЕДЕЛОВ СТАЛИ – ТЕХНОЛОГИЯ XXI ВЕКА <i>Шлик О., Шлик А., Шлик А.</i>	127
ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ РАФИНИРОВАННОГО ФЕРРОХРОМА И ПРЕДПОСЫЛКИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ШЛАКА ОТ САМОРАССЫПАНИЯ <i>Акуев А.М., Келаманов Б.С., Самуратов Е.К., Жумагалиев Е.У., Куантаева М.Т., Өтесін А.А.</i>	143
ОБЪЕМНЫЕ И ПОВЕРХНОСТНЫЕ СВОЙСТВА РАСПЛАВОВ НИКЕЛЯ, СОДЕРЖАЩИХ ВРЕДНЫЕ ПРИМЕСИ ВИСМУТ, СУРЬМУ, СВИНЕЦ. <i>Филиппов К.С.</i>	147
ЗАРОЖДЕНИЕ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ В МЕТАЛЛИЧЕСКОМ РАСПЛАВЕ, МОДИФИЦИРОВАННОМ СФЕРИЧЕСКИМИ НАНОЧАСТИЦАМИ <i>Черепанова В.К., Черепанов А.Н.</i>	153
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЧУГУНА И СТАЛИ В РАМКАХ ПАРИЖСКОГО СОГЛАШЕНИЯ ПО КЛИМАТУ <i>Шевелев Л.Н.</i>	159
АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЫПУСКА ПРОДУКТОВ ПЛАВКИ <i>Пантелеев В.В., Половец М.В.</i>	164
РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ КАРБОТЕРМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЁТКЕ ОКСИДОВ <i>Роцин В.Е., Роцин А.В.</i>	169
СЕКЦИЯ 2: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ: ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ, ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА	175
УЧЕТ ОСНОВНЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА ПРИ КОМПОНОВКЕ ОБОРУДОВАНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО СТАНА ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ <i>Алдунин А.В.</i>	175
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОКИЛЬНОГО ЛИТЬЯ <i>Воеводина М.А., Пузакова Н.В.</i>	179
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОКАТКИ С МАКРОСДВИГОМ <i>Найзабеков А.Б., Лежнев С.Н., Панин Е.А.</i>	185
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНТУРНОЙ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗКИ ЛИСТОВОГО МЕТАЛОПРОКАТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ <i>Кокорин В.Н., Подмарев Д.Р., Мишов Н.В., Шиллер Н.П.</i>	191
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ТИТАНОВОГО СТЕРЖНЯ И СТАЛЬНОЙ МИШЕНИ В РЕЗУЛЬТАТЕ УДАРНОГО ТЕСТА ТЕЙЛОРА <i>Руденя Е.А., Иванов И.В.</i>	197

СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИДА НИКЕЛЯ, ЛЕГИРОВАННОГО ЦИРКОНИЕМ, ПОЛУЧЕННОГО SPS-МЕТОДОМ <i>Немолочнов Д.А., Шевицова Л.И., Скороход К.А., Зимоглядова Т.А., Черкасова Н.Ю.</i>	200
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЕРВИЧНЫХ ЛИТЕЙНЫХ СИЛУМИНОВ <i>Немчинова Н.В., Кузьмин М.П., Тимофеев А.А.</i>	205
ИНСТРУМЕНТ ИЗ ДОМЕНННОГО ЧУГУНА БЕЗ ВЫДЕЛЕНИЙ ГРАФИТА <i>Афанасьев В.К., Попова М.В., Сагалакова М.М., Черныш А.П.</i>	209
ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ, ОТЖИГ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ 10 <i>Прудников А.Н., Прудников В.А.</i>	214
ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ АСУ КАЧЕСТВОМ ОТЛИВОК <i>Князев С.В., Усольцев А.А., Скопич Д.В., Соколов Б.М., Ознобихина Н.В.</i>	220
КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ БЕЛОГО НЕЛЕГИРОВАННОГО ДОМЕНННОГО ЧУГУНА <i>Афанасьев В.К., Попова М.В., Черныш А.П., Сагалакова М.М., Прудников А.Н.</i>	224
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ AL-SI-CU <i>Афанасьев В. К., Попова М.В., Малюх М.А.</i>	228
ОБРАБОТКА СТАЛИ НАНОСЕКУНДНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ <i>Ноздрин О.В., Мельников А.Г., Зыков И.Ю., Ципилев В.П.</i>	235
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АЖ2.18 С ПРАЗЕОДИМОМ <i>Эсанов Н.Р., Ганиев И.Н., Хакимов А.Х.¹, Иброхимов Н.Ф.</i>	240
ВЛИЯНИИ ДОБАВОК СВИНЦА НА КИНЕТИКУ ОКИСЛЕНИЯ СПЛАВА АЖ4.5, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ <i>Ганиев И.Н., Сафаров А.Г., Одинаев Ф.Р., Якубов У.Ш.¹, Ганиева Н.И.</i>	245
ВЛИЯНИИ ДОБАВОК ИТТРИЯ НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ ЗАВИСИМОСТЬ ТЕПЛОЕМКОСТИ И ИЗМЕНЕНИЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ АЛЮМИНИЕВО-МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ МАРОК АМГ2, АМГ3 И АМГ4	250
<i>Ганиев И.Н., Норова М.Т., Иброхимов Н.Ф., Иброхимов С.Ж.</i>	250
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ СПЛАВОВ СВИНЦА С БЕРИЛЛИЕМ, МАГНИЕМ И АЛЮМИНИЕМ <i>Ганиев И.Н., Умаров М.А., Махмадуллозода Х., Муллоева Н.М.</i>	255
КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АЖ5К10 С КАЛЬЦИЕМ <i>Якубов У.Ш., Ганиев И.Н., Хакимов А.Х., Ганиева Н.И., Джайлоев Дж.Х.</i>	260
КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ СВИНЦОВОГО СПЛАВА ССУЗ С КАЛЬЦИЕМ, В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ <i>Ганиев И.Н., Ниезов О.Х., Муллоева Н.М., Якубов У.Ш.</i>	265
СЕКЦИЯ 3: ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ, ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ	271
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА СОЕДИНЕНИЙ ХРОМА В НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ <i>Ширяева Л.С., Галевский Г.В., Саркенов Б.Б., Гладких И.В.</i>	271
КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА И СФЕР ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКА МОЛИБДЕНА <i>Ширяева Л.С., Галевский Г.В., Саркенов Б.Б., Гладких И.В.</i>	276
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ <i>Ким К.К., Иванов С.Н.</i>	280
ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО РАЗРЯДА ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ПОЛУЧЕНИИ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА НИКЕЛЯ <i>Ким С.В., Байкенов М.И., Ибишев К.С.</i>	287
О ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ТУГОПЛАВКИХ БЕСКИСЛОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СИСТЕМАХ В ₄ C-MEВ ₂ (ME = TI, V, CR, ZR) <i>Гудыма Т.С., Крутский Ю.Л., Уваров Н.Ф., Крутская Т.М., Дубровская М.В., Саломатина А.А.</i>	290
ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БРОНЗОВЫХ ПОКРЫТИЙ, НАНЕСЕННЫХ НА КОНСТРУКЦИОННУЮ СТАЛЬ ЭЛЕКТРОИСКРОВОМ ЛЕГИРОВАНИЕМ <i>Куксёнова Л.И., Козлов Д.А.</i>	294

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА БАЛЛИСТИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ КАРБИДА БОРА <i>Непочатов Ю.К., Кузнецов В.А., Богаев А.А., Бандин А.Е., Абраамян А.С., Кучумова И.Д., Матц О.Э.</i>	301
ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИКИ ИЗ КАРБИДА КРЕМНИЯ С ДОБАВКОЙ НАНОПОРОШКА ЭТОГО СОЕДИНЕНИЯ <i>Непочатов Ю.К., Богаев А.А., Хасанов О.Л., Двилис Э.С., Матц О.Э., Кучумова И.Д.</i>	305
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТВЕРДОГО СПЛАВА ВК8 С СУБМИКРОННОЙ СТРУКТУРОЙ <i>Крутский Ю.Л., Веселов С.В., Черкасова Н.Ю., Кузьмин Р.И., Крутская Т.М., Тюрин А.Г., Квашин В.И., Зыкова Е.Д.</i>	309
ВЛИЯНИЕ САМАРИИ И ЕВРОПИЯ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И МИКРОСТРУКТУРУ СПЛАВА AL+1.9%MN <i>Умарова Т.М., Нормакмедов О.</i>	313
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТИТАНОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОД СВАРКУ НА КАЧЕСТВО СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ ЭЛС <i>Борисенко В.Ю., Бахматов П.В.</i>	317
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА И ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ТРУБНЫХ ДОСОК <i>Павлюченко П.В., Бахматов П.В., Фролов А.В.</i>	323
ПРИМЕНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СВАРНОГО ШВА <i>Тишкова Е.Е., Жуков М.А., Бахматов П.В.</i>	329
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ПРИСАДОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ НА СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СПЛАВА ВТ 20 <i>Улановская А.И., Евин А.М., Бахматов П.В.</i>	335
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ И ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ НА ПРОЦЕССЫ РАЗРУШЕНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ <i>Григорьев В.В., Муравьев В.И., Бахматов П.В.</i>	339
ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ШЛАКА В КАЧЕСТВЕ СВАРОЧНОГО ФЛЮСА <i>Старцев Е.А., Соболев Б.М., Бахматов П.В.</i>	347
ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ЗЕРЕННОЙ МИКРОСТРУКТУРЫ В МАГНИЕВЫХ СПЛАВАХ ПОСЛЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И СВАРКИ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ <i>Рыспаев Т.А., Веслинг Ф., Вагнер Л.</i>	351
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОБОТИЗИРОВАННОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ АЛЮМИНИЕВО-МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ <i>Рубан К.Е., Бахматов П.В.</i>	358
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ НАНОСТРУКТУРНЫХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФУЛЛЕРЕНОМ C ₆₀ <i>Хайруллин Р.Р., Евдокимов И.А., Прокудин С.В., Перфилов С.А., Усеинов А.С.</i>	364
ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА С ПОКРЫТИЕМ И МОДЕЛИРОВАНИЕ НДС ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ РАБОЧИХ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПА <i>Морозов О.И., Табаков В.П., Кокорин В.Н., Журавлев А.С.</i>	368
ОСОБЕННОСТИ ЛЕГИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ МЕТАЛЛОВ ИМПУЛЬСНЫМИ ПЛАЗМЕННЫМИ СТРУЯМИ, ФОРМИРУЕМЫМИ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ВЗРЫВЕ ПРОВОДНИКОВ <i>Будовских Е.А., Бащенко Л.П., Райков С.В.</i>	374
СОЗДАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ПЛАЗМЕННОГО И ЭЛЕКТРОПУЧКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОВЕРХНОСТЬ СТАЛИ 35Л	377
<i>Волокитин Г.Г., Клопотов А.А., Иванов Ю.Ф., Чумаевский А.В., КАЛАШНИКОВ М.П., Волокитин О.Г., БЕЗУХОВ К.А.</i>	377

СЕКЦИЯ 4: ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И АГРЕГАТАХ. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ.....	380
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТВАЛЬНЫХ ШЛАМОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ <i>Кривошеев С.В., Гордиевский О.И., Ноздрин И.В., Гараев Р.Г.</i>	380
ОЦЕНКА ТРЕБУЕМОЙ ДОХОДНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ НА ОСНОВЕ СУБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА <i>Галевский С.Г.</i>	385
КОРРЕКТНЫЙ УЧЕТ РИСКОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ <i>Галевский С.Г.</i>	392
О КОНТРОЛЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В НИЖНЕЙ ЧАСТИ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ <i>Спирин Н.А., Онорин О.П., Гурин И.А., Бегинюк В.А., Пишинограев С.Н.</i>	399
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БАРАБАННЫХ СУШИЛОК МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИ СУШКЕ СЫПУЧИХ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Кокорин В.Н., Еменев П. В., Дуюн О.Г., Крупенников О.Г.</i>	404
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ БАРАБАННОЙ ПЕЧИ С ЛОКАЛИЗАЦИЕЙ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОТОКОВ <i>Кокорин В.Н., Еменев П.В., Дуюн О.Г., Бродский И.А.</i>	410
ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕДИ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД <i>Нестер А.А.</i>	416
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДИСТОГО ВОССТАНОВИТЕЛЯ “КАРБОСИЛ-Э”ТМ ПО ТЕХНОЛОГИИ «ЭПОС-ИНЖИНИРИНГ» ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОСПЛАВА НА ЗАПАДНО-СИБИРСКОМ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ <i>Павлов В.В., Безруков И.А., Малышев С.Н., Филимоненко В.Н., Артамошкин А.С.</i>	420
ПУТИ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ПОЛЫШЕ <i>Медиокритский Е.Л.</i>	427
УТИЛИЗАЦИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМ СПОСОБОМ <i>Ахметвалиева З.М., Куленова Н.А., Такасаки Я., Мамяченков С.В., Анисимова О.С., Мудаширу Л.К., Фокина Е.Л.</i>	434
ПРИМЕНЕНИЕ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ И ИНЖЕКТОРОВ В ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ ПЕЧАХ <i>Корнеев С.В., Трусова И.А.</i>	440
АНАЛИЗ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПРИ ВЫПЛАВКЕ ФЕРРОСИЛИЦИЯ <i>Павлов В.В., Романенко Ю.Е.</i>	445
ПРИМЕНЕНИЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ВЫПЛАВКЕ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ <i>Павлов В.В., Годик Л.А., Фейлер С.В., Израильский А.О.</i>	450
УТИЛИЗАЦИЯ БЕКАБАДСКОГО СТАЛЕЛИТЕЙНОГО ШЛАКА ПУТЕМ СОЗДАНИЯ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ВОДООЧИСТКИ <i>Кадирова З.Ч.</i>	453