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

Б.Ф.Зобнина 25-26 мая 2010г.- Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010, с.202-206.

4.Евсеев Г.П., Синюкова Л.И.,Филиппов А.Ф. Влияние добавок на температуру плавления шлаков системы CaO- Al_2O_3- Me_xA_y. Известия вузов. ЧМ. 1966, №1, 74-78.

5. Евсеев Г.П.,Филиппов А.Ф. Влияние добавок на электропроводность фтористых и известково-глиноземистых шлаков. В сб. «Физико-химические основы производства стали». М., 1968, с.76-82.

7.Корпачев В.Г.,Попель С.И.,Есин О.А.Поверхностная и объёмная вязкость простейших железистых шлаков.»Известия ВУЗов. Черная металлургия».1962,№1,с.41-47.

8. Корпачев В.Г.,Попель С.И.,Есин О.А. К оценке состава поверхностных слоев в оксидных расплавах. «Известия ВУЗов. Черная металлургия».1963, ,№1, с.5-7.

9. Журавлев А.А. Количественная оценка влияния химического состава объёма

и поверхностного слоя шлаков системы CaO-SiO_2 -Al_2O_3 на радиационные характеристики. Тр. X111 российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов», Екатеринбург, 2011, т.3, с.92-93.

10. Каиров Э.А., Мастрюков Б.С., Кривандин В.А. Влияние химического состава расплавленного мартеновского шлака на его радиационные характеристики. Известия вузов. ЧМ.1970, №7, С.155-158.

УДК 669.7 (075)

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛИБДЕНОВЫХ РУД

Полях О.А., Журавлев А.Д.

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

Аннотация: *Проанализированы свойства молибдена и области его применения. Рассмотрен процесс обогащения руд различного состава, проведена оценка основных технологий переработки молибденовых флотационных концентратов различного состава.*

Ключевые слова: *молибден, молибденовые концентраты, обогащение, флотация, ферромолибден.*

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE AND PROSPECTS DEVELOPMENT OF PROCESSING OF MOLYBDENIC ORES

Polyakh O.A., Zhuravlev A.D.

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

Abstract: *Properties of molybdenum and the field of its application are analysed. Process of enrichment of ores of various structure is considered, assessment of the main technologies of processing of molybdenic floatation concentrates of various structure is carried out.*

Keywords: *molybdenum, molybdenic concentrates, enrichment, flotation, ferro-molybdenum.*

Введение

Основной сферой потребления молибдена является чёрная металлургия, где он используется как легирующий компонент для увеличения закаливаемости, прочности, вязкости, износостойкости и коррозионной устойчивости сталей и сплавов. Соединения молибдена широко применяются в химической промышленности – при производстве катализаторов, различных пигментов и смазочных материалов. Чистый металл используют в производстве электроосветительных ламп, электровакуумных приборов, нагревателей для высокотемпературных печей [1–4].

Основным сырьем для производства молибдена, его сплавов и соединений служат молибденитовые концентраты, содержащие 47 – 50 % Mo, 28 – 32 % S, 1 – 9 % SiO2 и примеси других элементов.

1 Основные технологии получения молибденовых концентратов

Для обогащения Mo-содержащих (молибденовых, медно-молибденовых и т.д.) руд применяют чаще всего флотацию – способ разделения минералов, основанный на различии в смачиваемости

водой их поверхности и в способности удерживаться на границе раздела фаз.

Сульфидные молибденовые руды (Мообщ = 0,03 – 0,06 %) относятся к наиболее легко обогатимым. На рисунке приведена схема обогащения такой руды. Медно-молибденитовые руды перерабатывают обычно по схеме коллективной флотации с последующим разделением коллективного концентрата на медный и молибденовый, иногда получают и пиритный концентрат. При обогащении кварцево-молибдено-вольфрамитовых руд сочетают методы гравитации (для получения вольфрамитового концентрата) и флотации (для молибденита). При обогащении некоторых медно-молибденитовых и окисленных руд получают бедные по молибдену промпродукты, которые направляются на гидрометаллургическую переработку с целью получения «химического концентрата» [5].

Первичная флотация сульфидов молибдена и меди из руд не представляет затруднений, но доводка черновых компонентов и разделение коллективных медно-молибденитовых продуктов для получения раздельных кондиционных концентратов требуют хорошего знания всех технологических приемов обработки и разделения их обогатительными, химическими и металлургическими методами.

В настоящее время в промышленной практике нашли применение следующие методы разделения коллективных медно-молибденовых концентратов:

– пропарка в среде сернистого натрия (Балхашская обогатительная фабрика);

– флотация молибденита и подавление сульфидов меди и пирита после окислительной пропарки коллективного концентрата в известковой среде в плотной пульпе (Алмалыкская обогатительная фабрика);

– флотация молибденита и подавление сульфидов меди и пирита после низкотемпературного окислительного обжига коллективного концентрата;

– подавление сульфидов меди и железа гидросульфидом натрия NaHS, сульфидом аммония (NH4)2S или гидросульфидом аммония NH4HS (Канада – фабрики «Бренда», «Гибралтар» и др.);

– флотация молибденита и подавление сульфидов меди и железа реагентом «Ноукс» (США – фабрики «Пима», «Эль-Сальвадор» и др.);

– подавление сульфидов меди и железа реагентом «Анимол Д» (Чили – фабрика «Чукикамата», Канада – фабрика «Лорнекс»);

– флотация молибденита и подавление сульфидов меди и железа феррицианидами или цианидом натрия в слабощелочной среде совместно с сульфатом цинка (США – фабрика «Моренси», Канада – фабрика «Гаспе» и др.);

– подавление сульфидов меди и железа с помощью окислителей, например, перекиси водорода (США – фабрика «Сан-Мануэль»);

– подавление молибденита органическими коллоидами (крахмал) и флотация сульфидов меди (США – фабрики «Магна», «Сильвер-Белл»).

Каждая технология имеет свои особенности, но в любой схеме для получения высококачественных молибденовых концентратов применяются перечистные операции, количество которых колеблется от 5 до 14 в зависимости от типа руды. Перечистки сочетаются с другими технологическими операциями, такими как доизмельчение, термическая обработка и т.д. [5-7].

Специалистами обогатительной фабрики ООО «Сорский ГОК» предложен гидрометаллургический метод дообогащения молибденового концентрата путем обработки концентратов слабым раствором соляной кислоты. Цель технологии – снизить содержание легкоплавких соединений (Na2O, K2O и т.д.) в концентратах, поступающих на окислительный обжиг. Это позволит получить в дальнейшем огарки с содержанием серы менее 0,1 %. Этот показатель важен для производства ферромолибдена, который в настоящее время востребован на рынке черных металлов [9].

Высококачественный концентрат – это гарантия возможности использования современных технологий, позволяющих максимально извлечь ценный компонент в готовую продукцию (металлический молибден, сплавы на его основе).

2 Извлечение молибдена из концентратов и промпродуктов

В ассортимент товаров мирового рынка молибдена входят молибденовые концентраты, ферромолибден, оксиды молибдена, металлический молибден и изделия из него. Практически во всех производствах исходным сырьем служат молибденовые концентраты (Mo = 48-56 %), в которых молибден находится в виде сульфида MoS2.

Молибденит можно разложить, применяя гидрометаллургические методы окисления. К ним относятся окисление азотной кислотой, автоклавное окисление кислородом в щелочных и кислых растворах, окисление растворами гипохлорита натрия. Эти способы можно использовать для любых концентратов. Растворы, полученные в результате окисления, отправляют на получение молибдена и рения.

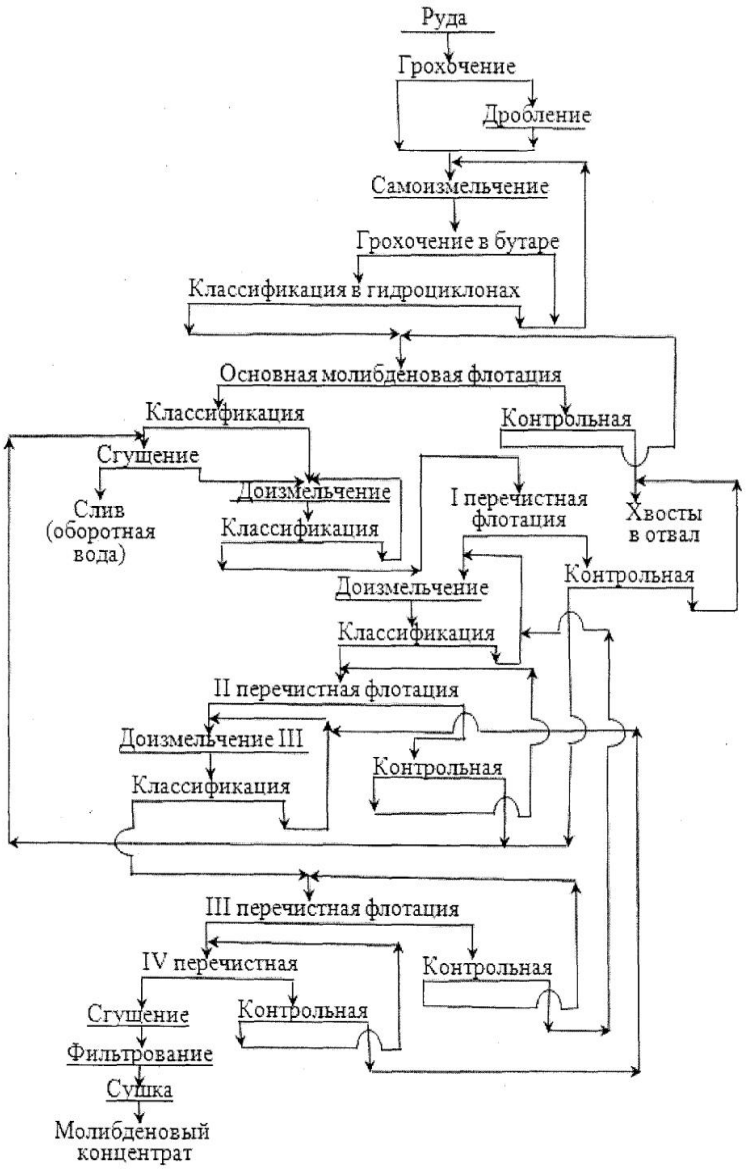

Рисунок 1 – Схема обогащения сульфидной молибденовой руды

Важнейшей операцией различных технологических схем переработки молибденитовых концентратов является окислительный обжиг, цель которого перевести максимально возможно MoS2 в триоксид по реакции:

$$2MoS_2 + 7O_2 = 2MoO_3 + 4SO_2. \quad (1)$$

За счет протекания ряда побочных реакций (вторичное взаимодействие между MoO3 и MoS2; взаимодействие между MoO3 и оксидами, карбонатами, сульфатами элементов – примесей с образованием молибдатов) снижается извлечение молибдена в триоксид. На эффективность процесса окисления большое влияние оказывают условия обжига: температура, продолжительность, а также принцип работы и конструкция печи.

На предприятиях обжиг молибденитовых концентратов проводят в многоподовых печах с механическим перегребанием и в печах кипящего слоя.

Относительно низкая температура кипения MoO3 (1155 0С) послужила основой для разработки промышленной технологии его получения из молибденовых огарков методом возгонки (заводы США, Австрии). Если используется высокосортный молибденитовый концентрат (56 % Mo), то возогнанный триоксид имеет высокую степень чистоты (99,975 % MoO3). Он дисперсен (насыпная масса ≈0,24 г/см3). Столь легкие, объемистые порошки неудобны для транспортировки и использования. С целью получения более «тяжелого» MoO3, а также дополнительной очистки возогнанный триоксид растворяют в аммиачной воде (8-10 % раствор):

$$MoO_3 + 2NH_4OH = (NH_4)_2MoO_4 + H_2O. \quad (2)$$

Помимо высокого извлечения молибдена в раствор и достаточно полного отделения примесей преимуществами аммиачного способа являются простота дальнейшей очистки аммиачного раствора, легкость выделения молибдена из растворов в виде чистого парамолибдата аммония и легкость подбора материала для аппаратуры.

В зависимости от состава огарков извлечение молибдена в раствор составляет 80-95 %, выход хвостов колеблется от 10 до 25 %. Хвосты выщелачивания содержат 5-25 % молибдена в форме молибдатов кальция и железа, диоксида молибдена, неокислившегося молибденита и т.д. Для извлечения молибдена из хвостов применяют щелочные способы (спекание с содой, выщелачивание растворами соды в автоклавах) или разложение соляной кислотой.

Аммиачные растворы (120 – 140 г/л MoO_3) после отделения примесей (Cu, Zn, Fe и ряд других) отправляют на выпарку и кристаллизацию чистого парамолибдата аммония (ПМА):

$$7(NH_4)_2MoO_4 = (NH_4)_6Mo_7O_{24} + 8NH_3 + 4H_2O. \quad (3)$$

В производственной практике триоксид молибдена получают термическим разложением ПМА при 450 – 500 0С в барабанных печах непрерывного действия. Разложение протекает по схеме:

$$(NH_4)_6Mo_7O_{24}.\ 4H_2O \rightarrow (NH_4)_6Mo_7O_{24} \rightarrow (NH_4)_2Mo_4O_{13} \rightarrow MoO_3 \quad (4)$$

В результате термического разложения получают порошок триоксида молибдена бледно-зеленого цвета.

Общее извлечение молибдена из концентрата в готовый продукт при переработке огарка по гидрометаллургической схеме составляет ≈95 %.

На ряде производств вместо окислительного обжига применяют окисление молибденита 30-35 %-ной азотной кислотой при нагревании. Взаимодействие протекает по следующей реакции:

$$MoS_2 + 6HNO_3 = H_2MoO_4 + 2H_2SO_4.+6NO. \quad (5)$$

Примерно 80-85 % молибдена находится в осадках в составе молибденовой кислоты. Отфильтрованные осадки выщелачивают аммиачной водой. Растворы перерабатывают по обычной схеме.

Молибден и рений извлекают из маточных растворов, используя различные варианты экстракции или ионного обмена [1].

Для производства металлического молибдена предлагается применять следующие способы:

– восстановление MoO_3 водородом или углеродом;
– восстановление галогенидов молибдена водородом;
– металлотермическое восстановление оксида молибдена;
– термическая диссоциация некоторых соединений молибдена;
– электролиз.

Наибольшее распространение получил метод восстановления MoO_3 водородом. Полученные этим способом порошки могут быть использованы для производства компактного металла. С целью получения компактного молибдена применяют ряд технологий [1, 7]:

– порошковая металлургия;
– электродуговая плавка;
– электроннолучевая плавка (содержание примесей не превышает 10-4 %).

Металлотермическое восстановление оксида молибдена получило распространение в производстве молибденовых покрытий и ферросплавов (содержание молибдена не менее 50 %).

Металлические ферросплавы можно получать и электролизом. Такой продукт переплавляют в слитки.

Основной сферой потребления молибдена в виде ферросплава является черная металлургия, где он используется как легирующий компонент для увеличения закаливаемости, прочности, износостойкости и коррозионной устойчивости сталей.

Выплавка ферромолибдена осуществляется внепечным металлотермическим методом без подвода тепла. Расплавление и нагрев жидкого расплава до требуемой температуры происходит за счет тепла экзотермических реакций восстановления молибдена и железа из их оксидов кремнием:

$$2/3MoO_3 + Si = 2/3Mo + SiO_2, \quad (6)$$

$$MoO_2 + Si = Mo + SiO_2, \quad (7)$$

$$2Fe_2O_3 + Si = 4FeO + SiO_2, \quad (8)$$

$$2Fe_2O_3 + 3Si = 4Fe + 3SiO_2. \quad (9)$$

В состав шихты для производства ферромолибдена входят следующие материалы: обожженный молибденовый концентрат, ферросилиций или ферросиликоалюминий, железная руда, стальная стружка, алюминиевая крупка (корректируется термичность шихты), известь, плавиковый шпат (корректируется состав шлака).

Извлечение молибдена из флотационных концентратов в ферромолибден составляет 92-94 % [4].

Выводы.

В результате анализа литературных источников установлено, что для обогащения Мо-содержащих руд чаще всего применяют флотацию с получением молибденитовых концентратов (содержание молибдена до 56 %).

Наиболее перспективной схемой переработки медно-молибденовых руд является схема коллективной флотации с последующим разделением коллективного концентрата на медный и молибденовый, что требует хорошего знания всех технологических приемов обработки исходного сырья.

Переработка молибденовых концентратов может производиться по гидро- и пирометаллургическим схемам с получением оксида молибдена, ферромолибдена и металлического молибдена.

Библиографический список

1. Зеликман А.Н. Металлургия редких металлов / А.Н. Зеликман.- М: Металлургия, 1991.– 432 с.
2. Иванов А.В. Особенности российского рынка ферросплавов: из тени в свет перелетая // Национальная металлургия. – 2006. – № 3. – С. 59-62.
3. Лаптева А.К. Мировой рынок молибдена // Национальная металлургия. – 2005. – № 6. – С. 15-21.
4. Рысс М.А. Производство ферросплавов / М.А. Рысс. – М.: Металлургия, 1985. – 344 с.
5. Ватолин Н.А. Краткий обзор способов переработки молибденовых концентратов и поиск экологически чистой технологии / Н.А. Ватолин // Цветная металлургия. - 2008. – № 3. – С. 170-175.
6. Прогрессивные методы обогащения и технологии глубокой переработки руд цветных, редких и платиновых металлов (Плаксинские чтения): Материалы междунар. Совещания (2-8 октября 2006 г.); ГОУ ВПО «ГУЦМиЗ», ИХХТ СО РАН. – Красноярск, 2006. – 560 с.
7. Абрамов А.А. Обогащение руд цветных металлов: учебник для вузов / А.А. Абрамов, С.Б. Леонов. – М. : Недра, 1991. – 574 с.
8. Абрамов А.А. Технология переработки и обогащения руд цветных металлов : учебник для вузов / А.А. Абрамов, С.Б. Леонов. – М. : Недра, 1991. – 556 с.
9. Верхотуров М.В. Гравитационные процессы обогащения : учебник для вузов / М.В. Верхотуров. – М : МАКС-Пресс, 2006. – 341 с.
10. Черных С.И. Флотация медно-молибденовых руд Жирекенского месторождения при грубом помоле исходной руды / С.И. Черных, В.М. Столяров // Цветная металлургия. - 2002. – № 11. – С. 14-19.
11. Энциклопедия по машиностроению [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://mash-xxl.info/article/250033/, свободный. – Загл. с экрана. – яз. рус.
12. Пат. № 2333042 РФ, МПК B03D1. Способ флотации медно-молибденовых руд / И.Н. Шумская, М.А. Арустамян, А.М. Арустамян. – Совместное предприятие в форме закрытого акционерного общества "Изготовление, внедрение, сервис".

УДК 669.187.4

ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛАВКИ НА СТЕПЕНЬ УДАЛЕНИЯ ФОСФОРА

Настюшкина А.В.[1], Шевченко Е.А.[1], Шевченко А.А.[2]

[1] НИТУ «МИСиС» Новотроицкий филиал, Новотроицк, Россия, nf@misis.ru
[2] ООО «ЭТЕРНО», Челябинск, Россия, nf@misis.ru

Аннотация. *Рассмотрены теоретические основы удаления фосфора в сталеплавильном производстве. Проведен анализ технологии дефосфорации в условиях АО «Уральская Сталь». Установлены зависимости содержания фосфора в металле от доли чугуна в металлошихте, температуры металла и расхода кислорода.*

Ключевые слова: *фосфор в сталях, хладноломкость, дефосфорация, удаление фосфора.*

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., СиразутдиновГ.А., МинцисМ.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. 49

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., ГалевскийГ.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., ГалевскийС.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 СЛОЁВ 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
Темлянцев 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., КамаловаГ.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 СТРУКТРУРУ 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., ГалевскийС.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. 288
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., Спирин 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., Берсенев 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 ЦЕЛЬЮ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ 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. СтраховВ. М.
МИКРОКРЕМНЕЗЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОБОВАНИЯ И ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРСПЕКТИВ 406
Руднева В.В., ГалевскийГ.В., Галевский С.Г.
ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩЕЙ ОКАЛИНЫ ПРОКАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ АО «СЕВЕРСТАЛЬ» 413
Булыжёв 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 ЦЕЛЬЮ 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
Полтояйнен 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