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

СЕКЦИЯ 4: ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И АГРЕГАТАХ. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ

УДК 628.544

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТВАЛЬНЫХ ШЛАМОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

Кривошеев С.В.[1], Гордиевский О.И.[1], Ноздрин И.В.[2], Гараев Р.Г.[1]

[1]АО «РУСАЛ – Новокузнецк»,
г. Новокузнецк, Россия,gordej87@mail.ru
[2]Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, kafcmet@sibsiu.ru

Аннотация. *В работе рассмотрены характеристики отвальных цинксодержащих шламов химических предприятий по производству искусственных волокон Сибирского федерального округа. Систематизированы данные по количеству, химическому и фазовому составу шламов. Показана возможность пиро- и гидрометаллургической переработки данных материалов. Показана необходимость предварительной подготовки шламов к переработке. Сформулированы технологические рекомендации для разработки экономически рентабельных процессов получения товарных сульфата и оксида цинка.*

Ключевые слова: *шламы химических производств, пиро- и гидрометаллургическая переработка, сульфат и оксид цинка.*

USE OF DUMP SLIMES CHEMICAL THE ENTERPRISES AS SECONDARY METALLURGICAL RAW MATERIALS

Krivosheyev S.V.[1], Gordiyevsky O.I.[1], Nozdrin I.V.[2]

[1] JSC «RUSAL — Novokuznetsk»,
Novokuznetsk, Russia, gordej87@mail.ru
[2]Siberian state industrial university,
Novokuznetsk, Russia, kafcmet@sibsiu.ru

Abstract. *In work characteristics dump the containing zinc slimes of the chemical companies for production of artificial fibers of Siberian Federal District are considered. Data on quantity, the chemical and phase composition of slimes are systematized. An opportunity pyro- and hydrometallurgical processing of these materials is shown. Need of preliminary preparation of slimes for processing is shown. Technological recommendations for development of economically profitable processes of receiving commodity sulfate and oxide of zinc are formulated.*

Keywords: *slimes of chemical productions, pyro - and hydrometallurgical processing, sulfate and oxide of zinc.*

Цинк относится к группе основных по объемам производства и потребления цветных металлов. В 2018 г. его производство составило около 14 млн. тонн уступая лишь алюминию и меди. При этом потребление цинка неуклонно растет год от года. В связи с этим пропорционально увеличивается количество цинксодержащих отходов и неизбежно встают вопросы

по их утилизации. Отечественной цинковой отраслью в настоящее время освоены процессы переработки богатых отходов с содержанием цинка более 30%, а более бедные материалы практически не используются в связи с высокими затратами на их доставку [1]. Однако рост количества накопленных отходов, обострение экологических вопросов, связанных со складированием и хранением и ужесточение природоохранного законодательства выводит задачу их переработки на первый план. Достаточно высокие цены на основные цветные металлы на мировом рынке делает решение данной задачи экономически привлекательной.

Инициатором активных работ в этом направлении стал флагман российской цинковой отрасли – Челябинский цинковый завод. Вопросы использования вторичного сырья встали на повестку дня из-за острого дефицита цинковых концентратов, обусловленного недоступностью отечественного сырья, связанного с переделом собственности в добывающих отраслях, возросшей стоимостью цинка на мировом рынке и затрат на логистику вследствие роста тарифов на перевозки. В рамках заводской программы «Сырье» были предприняты усилия по расширению рудной базы цинковых концентратов, аттестованы характеристики и запасы вторичного цинка, представленные отходами предприятий черной и цветной металлургии, а также ряда химических производств, проведены исследовательские и проектные работы по внедрению новых и модернизации действующих технологических процессов для переработки вторичного сырья. К данным работам привлекались сотрудники и студенты Сибирского государственного индустриального университета. Исследования проводились совместно с инженерно-техническим центром Челябинского цинкового завода.

Для разработки эффективной технологии извлечения цинка из отходов, в первую очередь, необходимо аттестовать данные материалы по количеству и составу. В работе обобщены сведения о видах, количестве и химическом составе цинксодержащих шламов от очистки сточных вод и отработанных технологических растворов отечественных предприятий по производству искусственных волокон и проведена комплексная аттестация запасов, химического и минералогического состава шламов предприятий по производству искусственных волокон Западно-Сибирского региона (ООО «Сибволокно», ООО «Красноярские волокна»). Общее количество накопленных цинксодержащих материалов оценивается около 1,5 млн. тонн (до 200 тыс. тонн по цинку). В таблице 1 обобщены сведения из доступных литературных источников по количеству цинксодержащих шламов различных химических производств, имеющих схожий химический и вещественный состав [2]. Количество цинка в шламах сопоставимо с годовыми программами крупных цинковых заводов.

На примере разработок способов утилизации цинксодержащих отходов и опыта их применения на предприятиях Сибирского федерального округа (ООО «Сибволокно», ООО «Красноярские волокна» и др.) разработаны технологические рекомендации, обеспечивающие максимальную эффективность процессов переработки подобных материалов.

Таблица 1 – Характеристики шламов химических предприятий

Предприятие	Кол-во цинка в шламах, тыс. т	Содержание цинка с шламах, %
ООО «Сибволокно» г. Зеленогорск, Красноярский край	25,0	18,0-42,0
ООО «Красноярские волокна», г. Красноярск	20,0	10,0-22,0
Балаковский завод волокнистых мат-лов, г. Балаково, Саратовская область	103,0	13,0-24,0
РУП ПО «Химволокно», г. Светлогорск, Белоруссия	24,0	34,0-42,0
ПО «Химволокно», г. Калинин	15,0	9,0-12,0
НПО «Химволокно», г. Барнаул	2,0	24,0-26,0
ОАО «Азот», г. Кемерово	0,8	24,0-34,0

Цинксодержащие шламы образуются при производстве искусственных волокон по технологии, где используется сульфат цинка для формирования волокон через фильеры. Осадительная ванна - водный раствор, содержащий серную кислоту, сульфат цинка и сульфат натрия. Струи, выходящие из фильеры, осаждаются (коагулируют) вследствие образования цинк - ксантогенатных связей и десольватирующего действия электролитов. Нейтрализуют отработанный раствор кальцинированной содой или известковым молоком. В итоге образуется суспензия карбоната цинка, которая направляется в отстойник. Осадок представляет собой пастообразный, немного липкий порошок грязно-серого цвета, не растворимый в воде [3].

По данным технических отчетов предприятий установлено, что общее количество цинка в шламоотстойниках «Красноярских волокон» и «Сибволокна» и составляет около 20 000 и 25 000 тн по цинку соответственно при среднем содержании цинка от 14 до 32 %. Для аттестации химического, гранулометрического и фазового состава шламов производился отбор проб из различных мест отстойников с помощью стальных штанг: по периметру отстойников в теплое время года, с поверхности - зимой. Глубина отбора проб варьировалась от 0,3 до 4 м. Установлено, что цвет образцов зависит от содержания основных примесей и изменяется от светло-серого до светло-коричневого или бурого. Во всех образцах присутствуют остатки целлюлозного волокна существенно повышающие влагоудерживающую способность шлама. Материал представляет собой глиноподобную массу влажностью от 40 до 80%. Крупность частиц материала находится в пределах 0,1 – 2,5 мм. Насыпной вес отобранных проб находится в диапазоне 0,87 – 1,25 г/см^3 , а плотность (истинная) 1,60 – 1,68 г/см^3 [4].

Результаты химического анализа отобранных проб приведены в таблице 2. Для сравнения приведены составы цинксодержащих шламов производства искусственных волокон на Балаковском заводе волокнистых материалов и Светлогорского РУП «Химволокно» (республика Беларусь), аттестованных в химической лаборатории Челябинского цинкового завода.

Таблица 2 – Химический состав цинксодержащих шламов предприятий искусственных волокон

Компонент	Химический состав образцов шлама, % масс.			
	Красноярск	Зеленогорск	Балаково	Светлогорск
Цинк общий	10,8 - 22,3	14,2 - 29,6	21,2	46,7
Цинк растворим.	н/о	18,6	13,6	45,7
Цинк водораств.	н/о	0,33	0,12	0,36
Железо	0,80 - 1,65	1,92 – 2,70	1,5	1,55
Свинец	0,029	0,21	0,041	0,13
Кадмий	н/о	0,0004	0,005	0,0033
Медь	0,022	0,009	0,011	0,011
Никель	н/о	0,012	0,009	0,011
Кобальт	н/о	0,004	0,0031	0,0023
Олово	н/о	0,023	0,041	Н/о
Хлор	н/о	0,071	н/о	0,028
Фтор	н/о	0,044	н/о	0,005
Алюминий	0,95	3,05	н/о	н/о
Мышьяк	н/о	0,007	0,0026	0,001
Сурьма	н/о	0,0025	0,0018	0,0048
Кремнезем	0,5	7,21	11,2	10,97
Оксид кальция	н/о	1,73	10,3	0,19
Сера общая	н/о	16,27	16,9	1,76
Оксид магния	н/о	Н/о	0,79	0,24

Анализ химического и фазового состава шламов показывает, что цинк в них представлен карбонатами, сульфатами и сульфидами. Основными балластными примесями являются оксиды кальция и кремния. Наблюдается большой разброс данных по химическому со-

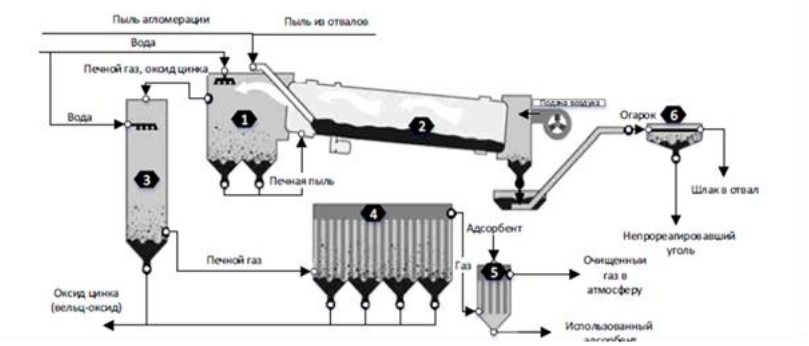
ставу шламов даже в пределах одного предприятия, что определено как изменениями параметров технологических режимов предприятий, так и условиями складирования и хранения отходов. Общее содержание цинка в рассматриваемых материалах варьируется в пределах 11 – 47 %, окиси кальция – 2-10 %, окиси кремния – 1-11 %. Подтверждено наличие сульфидной серы в образцах шламов, достигающих, в некоторых случаях, 2 %. Следует отметить наличие в шламах остатков целлюлозного волокна и, в ряде случаев, следов органических примесей, которые негативно влияют на процессы прямого выщелачивания шламов и фильтрования продуктов. Влажность шламов в шламонакопителях составляет 70-90 %, после естественной сушки на воздухе снижается до 30-40 %.

Несмотря на схожесть технологий получения синтетических волокон и переработки сточных вод на этих предприятиях содержание цинка и минералогический состав отобранных проб существенно отличается. Так в образцах шламов с ООО «Красноярские волокна» содержание цинка существенно ниже, чем в пробах, отобранных на ООО «Сибволокно». Кроме того содержание примесей в первом случае значительно выше – по всей видимости это определяется тем, что в шламонакопители направлялись сточные воды со всех смежных производств, в том числе и хозбытовые. Высокое содержание цинка в шламах Светлогорского РУП «Химволокно» объясняется использованием для нейтрализации кислых стоков раствора каустической соды вместо известкового молока на остальных сравниваемых предприятиях.

Достаточно высокое содержание цинка, фазовый состав и незначительное содержание «критических» примесей позволяют перерабатывать данные материалы на действующих производствах по производству цинка. Опыт переработки шламов подтверждает эффективность применения для этих целей процесса вельцевания [5]. Экономически эффективное содержание цинка в шламах, при этом, должно превышать 14%. Прямое выщелачивание шламов показывает низкое извлечение цинка, сопровождаемое расстройством штатного технологического процесса. Это связано с наличием в данных материалах карбонатов и органических примесей, обусловленных присутствием остатков вискозного волокна и продуктов жизнедеятельности сложившегося биоценоза в районе размещения шламонакопителей. Таким образом, для удаления органической составляющей в исследуемых материалах рекомендуется введение технологической стадии окислительного обжига (прокалки) шламов.

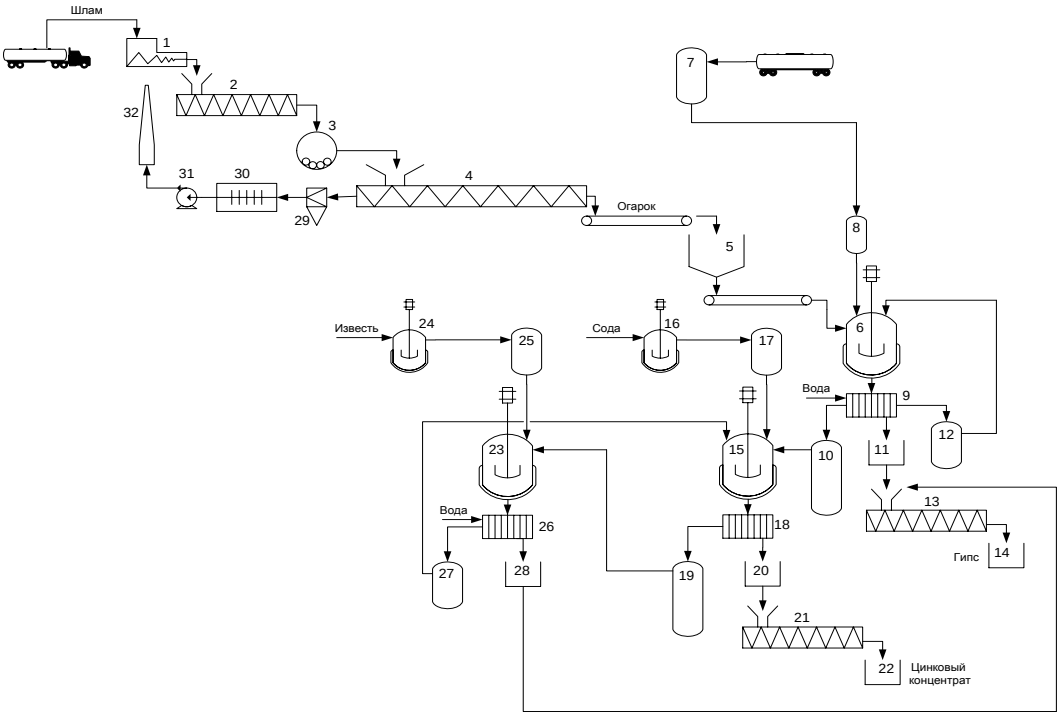
В связи со сложившейся структурой географического расположения в России действующих цинковых заводов расстояние до ближайших предприятий составляет не менее 2000 км, что не позволяет обеспечить текущую положительную рентабельность доставки шламов и извлечения цинка из за высоких логистических затрат даже при сравнительно высоких ценах на цинк, превышающих в настоящее время 2000 долларов за тонну. Этот факт вызывает необходимость разработки мобильных технологий переработки шламов на месте.

К заслуживающим внимания, следует отнести предложение по переработке подобных материалов по стандартной схеме карботермического восстановления шламов коксом или углем во вращающейся трубчатой печи для обжига керамзита [6]. Принципиальная технологическая схема вельцевания приведена на рисунке 1.



1 – камера осаждения печной пыли; 2 – трубчатая печь; 3 – холодильник;
4 – рукавный фильтр; 5 - камера доочистки газа; 6 – сепаратор

Рисунок 1 – Схема вельцевания цинксодержащих шламов



1 – шнековый питатель влажного шлама; 2 – сушильный барабан; 3 – шаровая мельница; 4 – вращающаяся обжиговая печь; 5 – бункер охлажденного огарка; 6 – реактор выщелачивания; 7 – бак для хранения серной кислоты; 8 – бак-дозатор серной кислоты; 9,18,26 –фильтр-прессы; 10,19 – накопительный бак для раствора; 11,14,22,28 – емкости для твердых продуктов (кеков); 12,27 – накопительный бак для промвод; 13 – сушильный (прокалочный) барабан для гипса; 15 – реактор осаждения цинкового концентрата; 16 – реактор приготовления содового раствора; 17 – бак-дозатор содового раствора; 21 – сушильный барабан для цинкового концентрата; 23 – реактор для регенерации щелочи; 24 – реактор для приготовления известкового молока; 25 – бак-дозатор известкового молока; 29 – циклон; 30 – электрофильтр; 31 – дымосос; 32 – санитарная труба.

Рисунок 2 - Аппаратурная схема переработки шламов вискозного производства

Существенное снижение капитальных затрат достигается за счет использования широко распространенного стандартного оборудования для получения керамзита, а высокая концентрация цинка в получаемой вельцокиси (более 50 %) делает процесс переработки высокорентабельным. К недостаткам рассматриваемой технологии следует отнести необходимость использования дорогостоящего специфического оборудования, применения громоздкой системы охлаждения отходящих газов и улавливания вельцокиси, а также высокие профессиональные требования к обслуживающему процесс персоналу.

Учитывая особенности расположения рассматриваемых химических предприятий, сложившуюся приобъектную инфраструктуру, обеспеченность кадровыми ресурсами и конъюнктуру потребления возможных продуктов в качестве базовой технологии по переработке цинксодержащих шламов, по нашему мнению, в настоящее время наиболее целесообразно рассматривать гидрометаллургическую схему извлечения цинка в виде сульфата или оксида цинка. Применение таких процессов обеспечивает возможность использования высокопроизводительного стандартного оборудования, обеспечивающего высокие технологические показатели и дешевых недефицитных реагентов для выщелачивания, например, серную кислоту. Высокая мобильность, перенастраиваемость и корректировка технологического процесса выщелачивания, очистки растворов и выделения готовых продуктов обеспечивает получение материалов высокого качества при низкой себестоимости. В качестве примера на рисунке 2 приведена одна из возможных аппаратурно-технологических схема гирометаллургической переработки шламов вискозного производства [7]. Особенностью предлагаемых технологий является необходимость включения обязательной сушки и прокалки шламов, что обусловлено их

высокой влагоудерживающей способностью и наличия органических примесей.

Библиографический список

1. Тарасов А.В. Металлургическая переработка вторичного цинкового сырья / А.В. Тарасов, А.Д. Бессер, В.И. Мальцев. – М.: Гинцветмет, 2004, 219 с.

2. Павловская Е.Д. Комплексная аттестация цинксодержащих шламов предприятий по производству искусственных волокон язападно-Сибирского региона / Е.Д. Павловская, Е.А. Чистюхин, Х.О. Джалолов, И.В. Ноздрин. - Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : сб. тр. Всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. – Вып. 21. – Ч. II. Естествен-ные и технические науки. – С. 275 – 277.

3. Серков А. Т. Вискозные волокна / А. Т. Серков - М.: «Химия», 1981. – 296 с.

4. Тарасов А.В. Производство цветных металлов и сплавов. Справочник в 3-х томах. Т. 3. Вторичная металлургия тяжелых цветных металлов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2008., С. 199 – 206.

5. Козлов П.А. Вельц-процесс / П.А. Козлов. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2002. - 197 с.

6. Отчет о научно-исследовательской работе «Исследование возможности утилизации цинксодержащих шламов ОАО «Сивинит». - ООО «Аэрационные системы», г. Красноярск, 2011.- 48 с.

7. Технологический регламент производства по получению цинкового купороса. – ТОО Проектно-инжиниринговый центр «Литера 3» г. Усть-Каменогорск, 2010. – 57 с.

УДК 336.64

ОЦЕНКА ТРЕБУЕМОЙ ДОХОДНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ НА ОСНОВЕ СУБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА

Галевский С.Г.

Санкт-Петербургский горный университет,
Санкт-Петербург, Россия, sgalevskii@gmail.com

Аннотация. *В данной статье разработан субъектно-ориентированный подход к определению требуемой доходности. Предложена субъективная мера риска, учитывающая особенности восприятия риска инвестором и его осведомленность. На основе концепции соответствия риска и доходности, разработано уравнение, отражающее взаимосвязь между субъективной мерой риска и уровнем доходности. Все это позволяет подходить к определению требуемой доходности в полной мере индивидуально для каждого инвестора.*

Ключевые слова: *Риск и доходность, требуемая доходность, субъектно-оринтированный подход.*

ASSESSMENT OF THE REQUIRED REVENUE OF METALLURGICAL COMPANIES BASED ON A SUBJECT-ORIENTED APPROACH

Galevskii S.G.

Saint-Petersburg mining university,
Saint-Petersburg, Russia, sgalevskii@gmail.com

Abstract. *This article developed a subject-oriented approach to determining the required return. A subjective measure of risk is proposed, taking into account the particular perception of risk by the investor and his awareness. Based on the concept of compliance of risk and return, an equation has been developed that reflects the relationship between the subjective measure of risk and the level of return. All this allows to approach the definition of the required yield in full individually for*

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
Ёлкин К.С., Рожихина И.Д., Нохрина О.И., Сивцов А.В., Кашлев И.М., Карлина А.И., Ёлкин Д.К. 4

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВНОГО КАРБИДА КРЕМНИЯ
Ёлкин Д.К., Ёлкин К.С., Сивцов А.В. 13

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МИКРОЛЕГИРОВАНИЯ КОЛЕСНОЙ СТАЛИ КАЛЬЦИЕМ И БАРИЕМ НА МОДИФИЦИРОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ
Гайворонский А.В., Павлова Н.В. 16

ТЕРМОДИНАМИКА РАСТВОРОВ КИСЛОРОДА В РАСПЛАВАХ NI-CO
Александров А.А., Дашевский В.Я. 23

РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РЕЗУЛЬТАТЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
Жуков Д.В, Коновалов С.В. 29

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАРГАНЦА ПРИ КАРБО- И МЕТАЛЛОТЕРМИИ
Есенгалиев Д.А., Исагулов А.З., Байсанов С.О., Байсанов А.С., Заякин О.В. 33

ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ НАГРЕВОМ МЕТАЛЛА В ПЕЧАХ
Стерлигов В.В., Михайличенко Т.А. 38

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ВЫСОКООСНОВНЫХ БОРСОДЕРЖАЩИХ ШЛАКОВ
Бабенко А.А., Шартдинов Р.Р., Уполовникова А.Г., Сметанников А.Н., Гуляков В.С. 43

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ПРАКТИКА ОЧИСТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ И КРЕМНИСТЫХ ФЕРРОСПЛАВОВ ОТ НЕЖЕЛАТЕЛЬНЫХ ПРИМЕСЕЙ
Ёлкин К.С., Кашлев И.М., Карлина А.И. 47

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ПУЗЫРЬКОВ ОКСИДА УГЛЕРОДА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ГАЗОВОЙ СТРУИ И ВАННЫ РАСПЛАВА В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ
Солоненко В.В., Протопопов Е.В., Сарычев В.Д., Грановский А.Ю., Темлянцев М.В. 53

СТРОИТЕЛЬСТВО ПЕЧЕЙ ОБЖИГА ИЗВЕСТНЯКА В ЕВРАЗ ЗСМК
Леонтьев А.С. 57

НАУЧНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕЗОНАНСНО-ПУЛЬСИРУЮЩЕГО РАФИНИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА
Лубяной Д.А.,Толстикова Ю.А., Буймов Д.В., Мусохранов В.В., Кузин Е.Г., Марченко И.А. 62

ЛИНЕЙКА ДЛЯ РАСЧЕТА ШИХТЫ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ КУЗЬМИЧЕВА И.Я. – ПРООБРАЗ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ШИХТЫ
Лубяной Д.А. 62

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕСКОВ ПРИБАЙКАЛЬЯ В КАЧЕСТВЕ СУХИХ БАРЬЕРНЫХ СМЕСЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ
Немчинова Н.В., Яковлева А.А., Тютрин А.А., Гудкова О.П. 71

РАСЧЕТ СЕРОПОГЛОТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ШЛАКА ДСП В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ПЛАВКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКОЙ ОСНОВНОСТИ
Журавлев А.А. 76

РАСЧЕТ УДАЛЕНИЯ АЗОТА ИЗ СТАЛИ ШЛАКОВЫМИ СМЕСЯМИ С ВЫСОКОЙ НИТРИДНОЙ ЕМКОСТЬЮ
Журавлев А.А. 77

ВЛИЯНИЕ ВНЕДРЕНИЯ НАНОПОРОШКА W НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛИТЕЙНОГО СПЛАВА МАРКИ АК12
Башев В.С. 79

ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКА ПЫЛЕВИДНЫХ ОТХОДОВ И РУД НА ОСНОВЕ СТРУЙНО-ЭМУЛЬСИОННОГО АГРЕГАТА СЭР
Цымбал В.П., Рыбушкин А.А., Рыбенко И.А., Кожемяченко В.И., Калашников С.Н., Ермакова Л.А. 85

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСЛОВИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МАРГАНЦА УГЛЕРОДОМ, КРЕМНИЕМ И АЛЮМИНИЕМ
Рыбенко И.А., Нохрина О.И., Рожихина И.Д., Прошунин И.Е., Голодова М.А. 93

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

СТРУКТУРА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИДА НИКЕЛЯ,
ЛЕГИРОВАННОГО ЦИРКОНИЕМ, ПОЛУЧЕННОГО SPS-МЕТОДОМ
Немолочнов Д.А., Шевцова Л.И., Скороход К.А., Зимоглядова Т.А., Черкасова Н.Ю *200*
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПЕРВИЧНЫХ ЛИТЕЙНЫХ СИЛУМИНОВ
Немчинова Н.В., Кузьмин М.П., Тимофеев А.А. 205
ИНСТРУМЕНТ ИЗ ДОМЕННОГО ЧУГУНА БЕЗ ВЫДЕЛЕНИЙ ГРАФИТА
Афанасьев В.К., Попова М.В., Сагалакова М.М., Черныш А.П. 209
ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ, ОТЖИГ И ФИЗИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ 10
Прудников А.Н., Прудников В.А. 214
ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ АСУ
КАЧЕСТВОМ ОТЛИВОК
Князев С.В., Усольцев А.А., Скопич Д.В., Соколов Б.М., Ознобихина Н.В. 220
КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ БЕЛОГО НЕЛЕГИРОВАННОГО ДОМЕННОГО ЧУГУНА
Афанасьев В.К., Попова М.В., Черныш А.П., Сагалакова М.М., Прудников А.Н. 224
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ И ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ
ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ AL-SI-CU
Афанасьев В. К., Попова М.В., Малюх М.А. 228
ОБРАБОТКА СТАЛИ НАНОСЕКУНДНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ
Ноздрина О.В., Мельников А.Г., Зыков И.Ю., Ципилев В.П. 235
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АЖ2.18 С ПРАЗЕОДИМОМ
Эсанов Н.Р., Ганиев И.Н., Хакимов А.Х.[1], Иброхимов Н.Ф. 240
ВЛИЯНИИ ДОБАВОК СВИНЦА НА КИНЕТИКУ ОКИСЛЕНИЯ СПЛАВА АЖ4.5,
В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ
Ганиев И.Н., Сафаров А.Г., Одинаев Ф.Р., Якубов У.Ш[1], Ганиева Н.И. 245
ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК ИТТРИЯ НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ ЗАВИСИМОСТЬ
ТЕПЛОЕМКОСТИ И ИЗМЕНЕНИЙ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ
АЛЮМИНИЕВО-МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ МАРОК АМГ2, АМГ3 И АМГ4 250
Ганиев И.Н., Норова М.Т., Иброхимов Н.Ф., ИброхимовС.Ж. 250
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ
СПЛАВОВ СВИНЦА С БЕРИЛЛИЕМ, МАГНИЕМ И АЛЮМИНИЕМ
ГаниевИ.Н., УмаровМ.А., МахмадуллозодаХ., Муллоева Н.М. 255
КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АЖ5К10 С КАЛЬЦИЕМ
Якубов У.Ш., Ганиев И.Н., Хакимов А.Х., Ганиева Н.И., Джайлоев Дж.Х. 260
КИНЕТИКА ОКИСЛЕНИЯ СВИНЦОВОГО СПЛАВА ССУ3 С КАЛЬЦИЕМ,
В ТВЕРДОМ СОСТОЯНИИ
ГаниевИ.Н., Ниезов О.Х., Муллоева Н.М., Якубов У.Ш. 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
Ширяева Л.С., Галевский Г.В., Саркенов Б.Б., Гладких И.В. 271
КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПРОИЗВОДСТВА И СФЕР
ПРИМЕНЕНИЯ ПОРОШКА МОЛИБДЕНА
Ширяева Л.С., Галевский Г.В., Саркенов Б.Б., Гладких И.В. 276
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО
КОМПОЗИЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ
Ким К.К., Иванов С.Н. 280
ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО РАЗРЯДА ПРИ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОМ ПОЛУЧЕНИИ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА НИКЕЛЯ
Ким С.В., Байкенов М.И., Ибишев К.С. 287
О ВОЗМОЖНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ТУГОПЛАВКИХ
БЕСКИСЛОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СИСТЕМАХ B_4C-MEB_2 (ME = TI, V, CR, ZR)
Гудыма Т.С., Крутский Ю.Л., Уваров Н.Ф., Крутская Т.М.,
Дубровская М.В., Саломатина А.А. 290
ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БРОНЗОВЫХ ПОКРЫТИЙ, НАНЕСЕННЫХ
НА КОНСТРУКЦИОННУЮ СТАЛЬ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫМ ЛЕГИРОВАНИЕМ
Куксёнова Л.И., Козлов Д.А. 294

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА БАЛЛИСТИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ КАРБИДА БОРА
Непочатов Ю.К., Кузнецов В.А., Богаев А.А, Бандин А.Е., Абраамян А.С., Кучумова И.Д., Матц О.Э. 301
ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИКИ ИЗ КАРБИДА КРЕМНИЯ С ДОБАВКОЙ НАНОПОРОШКА ЭТОГО СОЕДИНЕНИЯ
Непочатов Ю.К., Богаев А.А., Хасанов О.Л., Двилис Э.С., Матц О.Э., Кучумова И.Д. 305
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТВЕРДОГО СПЛАВА ВК8 С СУБМИКРОННОЙ СТРУКТУРОЙ
Крутский Ю.Л., Веселов С.В., Черкасова Н.Ю., Кузьмин Р.И., Крутская Т.М., Тюрин А.Г., Квашнин В.И., Зыкова Е.Д. 309
ВЛИЯНИЕ САМАРИЯ И ЕВРОПИЯ НА ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И МИКРОСТРУКТУРУ СПЛАВА AL+1.9%MN
Умарова Т.М., Нормахмедов О. 313
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТИТАНОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ПОД СВАРКУ НА КАЧЕСТВО СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ ЭЛС
Борисенко В.Ю., Бахматов П.В. 317
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА И ОТРАБОТКА РЕЖИМОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ТРУБНЫХ ДОСОК
Павлюченко П.В.., Бахматов П.В., Фролов А.В. 323
ПРИМЕНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ, ПРОИСХОДЯЩИХ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СВАРНОГО ШВА
Тишкова Е.Е., Жуков М.А., Бахматов П.В. 329
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ПРИСАДОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ НА СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СПЛАВА ВТ 20
Улановская А.И, Евин А.М., Бахматов П.В. 335
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ И ОСОБЕННОСТЕЙ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ЭЛЕКТРОННО–ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ НА ПРОЦЕССЫ РАЗРУШЕНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ
Григорьев В.В., Муравьев В.И., Бахматов П.В. ***339***
ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ШЛАКА В КАЧЕСТВЕ СВАРОЧНОГО ФЛЮСА
Старцев Е.А., Соболев Б.М., Бахматов П.В. *347*
ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ЗЕРЕННОЙ МИКРОСТРУКТУРЫ В МАГНИЕВЫХ СПЛАВАХ ПОСЛЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И СВАРКИ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ
РыспаевТ.А., Веслинг Ф., Вагнер Л. 351
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОБОТИЗИРОВАННОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ АЛЮМИНИЕВО-МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ
Рубан К.Е., Бахматов П.В. 358
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ НАНОСТРУКТУРНЫХ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ФУЛЛЕРЕНОМ C_{60}
Хайруллин Р.Р., Евдокимов И.А., Прокудин С.В., Перфилов С.А., Усеинов А.С. 364
ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА С ПОКРЫТИЕМ И МОДЕЛИРОВАНИЕ НДС ПРОЦЕССА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ РАБОЧИХ ДЕТАЛЕЙ ШТАМПА
Морозов О.И., Табаков В.П., Кокорин В.Н., Журавлев А.С. 368
ОСОБЕННОСТИ ЛЕГИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ МЕТАЛЛОВ ИМПУЛЬСНЫМИ ПЛАЗМЕННЫМИ СТРУЯМИ, ФОРМИРУЕМЫМИ ПРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ВЗРЫВЕ ПРОВОДНИКОВ
Будовских Е.А., Бащенко Л.П., Райков С.В. 374
СОЗДАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ПЛАЗМЕННОГО И ЭЛЕКТРОПУЧКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПОВЕРХНОСТЬ СТАЛИ 35Л 377
Волокитин Г.Г., Клопотов А.А., Иванов Ю.Ф., Чумаевский А.В., Калашников М.П., Волокитин О.Г., Безухов К.А. 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
Кривошеев С.В., Гордиевский О.И., Ноздрин И.В., Гараев Р.Г. 380

ОЦЕНКА ТРЕБУЕМОЙ ДОХОДНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ НА ОСНОВЕ СУБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА
Галевский С.Г. 385

КОРРЕКТНЫЙ УЧЕТ РИСКОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ
Галевский С.Г. 392

О КОНТРОЛЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В НИЖНЕЙ ЧАСТИ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ
Спирин Н.А., Онорин О.П., Гурин И.А., Бегинюк В.А., Пишнограев С.Н. 399

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ БАРАБАННЫХ СУШИЛОК МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИ СУШКЕ СЫПУЧИХ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ
Кокорин В.Н., Еменев П. В., Дуюн О.Г., Крупенников О.Г. 404

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ БАРАБАННОЙ ПЕЧИ С ЛОКАЛИЗАЦИЕЙ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОТОКОВ
Кокорин В.Н., Еменев П.В., Дуюн О.Г., Бродский И.А. 410

ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕДИ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД
Нестер А.А. ***416***

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДИСТОГО ВОССТАНОВИТЕЛЯ “КАРБОСИЛ-Э”ТМ ПО ТЕХНОЛОГИИ «ЭПОС-ИНЖИНИРИНГ» ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОСПЛАВА НА ЗАПАДНО-СИБИРСКОМ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ЗАВОДЕ
Павлов В.В., Безруков И.А., Малышев С.Н., Филимоненко В.Н., Артамошкин А.С. 420

ПУТИ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ПОЛЬШЕ
Медиокритский Е.Л. 427

УТИЛИЗАЦИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМ СПОСОБОМ
Ахметвалиева З.М., Куленова Н.А., Такасаки Я., Мамяченков С.В., Анисимова О.С., Мудаширу Л.К., Фокина Е.Л. 434

ПРИМЕНЕНИЕ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ И ИНЖЕКТОРОВ В ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ ПЕЧАХ
Корнеев С.В., Трусова И.А. 440

АНАЛИЗ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ПРИ ВЫПЛАВКЕ ФЕРРОСИЛИЦИЯ
Павлов В.В., Романенко Ю.Е. 445

ПРИМЕНЕНИЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ВЫПЛАВКЕ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ
Павлов В.В., Годик Л.А., Фейлер С.В., Израильский А.О. 450

УТИЛИЗАЦИЯ БЕКАБАДСКОГО СТАЛЕЛИТЕЙНОГО ШЛАКА ПУТЕМ СОЗДАНИЯ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ВОДООЧИСТКИ
Кадирова З.Ч. 453