

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ II

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
12 – 14 мая 2021 г.*

выпуск 25

Под общей редакцией профессора Н.А. Козырева

**Новокузнецк
2021**

ББК 74.48.288
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.,
д-р геол.- минерал. наук, профессор Гутак Я.М.,
д-р техн. наук, профессор Фрянов В.Н.,
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.,
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.,
д-р техн. наук, доцент Фастыковский А.Р.,
д-р техн. наук, профессор Темлянцеv М.В.

Н 340 Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды
Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых / Министерство науки и выс-
шего образования РФ, Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред.
Н.А. Козырева – Новокузнецк : Издательский центр
СибГИУ, 2021. – Вып. 25. – Ч. II. Технические науки. –
373 с., ил.

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Первая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых; металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Navoselova // Inst. Obshchej i Neorganicheskoy Khimi, Ukraine – 2004.

6. Bikhan G. Zur gleichzeitigen Bildung von Blausäure und Acetylen im Stickstoffplasmastrahl / G. Bikhan, H.J. Spangenberg // Chem. Technik. – 1975. – №12. – P. 736-738.

7. Цветков Ю.В. Низкотемпературная плазма в процессах восстановления / Ю.В. Цветков, С.А. Панфилов – М.: Наука, 1980 – 240 с.

8. Ватолин Н.А. Термодинамическое моделирование в высокотемпературных неорганических системах / Н.А. Ватолин, Г.К. Моисеев, Б.Г. Трусов. – М.: Металлургия, 1994. – 352 с.

9. Синярев Г.Б. Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов / Г.Б. Синярев, Н.А. Ватолин, Б.Г. Трусов, Г.К. Моисеев. – М.: Наука, 1982. – 264 с.

10. Владимиров Л.П. Термодинамические расчеты равновесия металлургических реакций/ Л.П. Владимиров.– М.:Металлургия,1970.–528 с.

11. Киреев В.А. Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций./ В.А. Киреев. – М.: Химия, 1970. – 519 с.

УДК 669.27.09

ФОРМИРОВАНИЕ ГАРНИСАЖНОЙ ФУТЕРОВКИ ПЛАЗМЕННОГО РЕАКТОРА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОКСИДНОГО ВОЛЬФРАМОВОГО СЫРЬЯ

**Шагиев Р.Р., Бодичев Д.В., Щербинина А.С.,
Гергель П.О., Карев К.С.**

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Ноздрин И.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru*

Исследованы условия формирования гарнисажных футеровок при восстановлении оксида вольфрама (IV) в высокоэнтальпийном потоке азота. Формирование футеровки повышает температуру стенок реактора мощностью 80 кВт на 40-50 % по сравнению с не теплоизолированным реактором. Создание «горячей» стенки повышает среднемассовую температуру плазменного потока на 13-20 %.

Ключевые слова: плазменный реактор, гарнисажная футеровка, оксиды вольфрама, секционная калориметрия.

Металлургические процессы, реализуемые в потоках низкотемпературной плазмы позволяют получать «экстремальные» по своим свойствам материалы на основе тугоплавких металлов, их карбидов, нитридов и боридов в нанодисперсном состоянии (50-100 нм). По уровню дисперсности, форме частиц, химическому составу такие материалы отвечают требованиям

большинства задач современного материаловедения.

Экспериментальная возможность получения вольфрама и его карбидов восстановлением оксидного сырья в высокоэнтальпийных потоках низкотемпературной водородной и азотной плазмы показана в работах [1-2]. Однако для успешной технологической реализации данных процессов требуется решение целого ряда научных и прикладных вопросов, связанных как с исследованиями особенностей механизма высокотемпературных физических и химических процессов, протекающих с вольфрамсодержащим сырьем в реализуемом в плазмометаллургических реакторах диапазоне температур 500-6000 К, так и с аппаратурным обеспечением оптимальных параметров синтеза целевых продуктов.

Целью настоящей работы являются исследования возможности повышения энергетической эффективности трехструйного дугового плазменного реактора при переработке оксидного вольфрамсодержащего сырья путем формирования теплоизолирующей гарнисажной футеровки.

Аналитический обзор.

Особенностью плазменных реакторов является генерирование в них теплового потока высокой удельной мощности. Удельная электрическая мощность в рабочей зоне достигает 1200 МВт/м³. По этому показателю они превосходят традиционное электротермическое оборудование на несколько порядков, что обеспечивает быстрый перевод дисперсного сырья (0,1 - 0,01 с) в газовую фазу. Благодаря этому снимаются основные диффузионные и кинетические ограничения, характерные для большинства гетерогенных процессов, реализуемых в традиционных металлургических агрегатах. Однако высокая энергетическая напряженность оборудования приводит к большим тепловым потерям, главным образом на охлаждение стенок камеры смешения и узлов реактора. Это обуславливает снижение как энергетической эффективности реакторов, так и экономической конкурентоспособности реализуемых в них процессов.

Наиболее простым и эффективным способом повышения теплового КПД плазменного реактора является использование теплоизолирующих футеровок. Футеровки подразделяются на искусственные, чаще всего многослойные, выполняемые из огнеупоров и теплоизоляционных материалов, и естественные, или гарнисажные, "намораживаемые" при спекании шихты или кристаллизации расплава на внутренних поверхностях «холодных» стенок.

Искусственные футеровки для плазменных реакторов, выполняемые из графита, корунда, оксидов циркония, хрома и др., характеризуются дороговизной, сложностью изготовления и недостаточной стойкостью, особенно на начальном участке канала, где тепловые потоки в стенку реактора максимальные [3]. Гарнисажные футеровки сравнительно легко формируются, дешевы и позволяют исключить использование дефицитных огнеупоров. В качестве основы футеровок можно использовать как компоненты исходного сырья, так и другие подходящие материалы.

Теплообмен в каналах плазменных реакторов следует рассматривать как взаимодействие элементов системы "плазма дисперсный материал стенки реактора", подразделяемое на теплообмен плазменных потоков со стенками реактора и теплообмен частиц дисперсного материала с потоками плазмы. При исследовании теплообмена высокотемпературных газовых потоков с охлаждаемыми стенками цилиндрических каналов при ламинарных режимах течения можно отметить следующие особенности [3,4]:

1) Теплообмен происходит при одновременном формировании теплового и гидродинамического пограничных слоев, в связи с чем закономерности теплообмена на начальном участке в значительной мере отличаются от аналогичных для установившегося стабилизированного течения потока. Длина начального участка зависит от диаметра канала реактора, режима течения газа и наличия в потоке тангенциальной составляющей скорости;

2) Теплообмен на участке канала длиной менее 6-8 калибров характеризуется повышенной интенсивностью, достигаемой обычно при турбулентных режимах течения, что обусловлено вихревой закруткой истекающего из плазмотрона газа, вызванной тангенциальным вводом его в разрядные камеры, и турбулизацией газа вращающимися электрическими дугами;

3) Процесс теплообмена реализуется в условиях существенного изменения теплофизических и термодинамических свойств плазменного потока по сечению реактора, обычно при изменении (для азота) среднемассовой температуры от 6000 до 1000 К, температуры стенки от 300 до 1000 К;

4) При температуре выше 4000 К для азота и воздуха теплообмен протекает в условиях значительного изменения теплофизических свойств газов, обусловленного их частичной диссоциацией, причем различие для значений теплоемкостей и коэффициента теплопроводности недиссоциированного и равновесно диссоциированного состояния может превышать 100-300 %. Однако в реальных условиях интенсивного охлаждения потока степень отклонения от равновесного состояния практически не определима.

Методика исследований.

Исследовалась возможность формирования гарнисажной футеровки на основе оксида вольфрама (VI), применяемого в качестве сырья в процессе синтеза вольфрама и его карбидов. Внутренний диаметр плазменного реактора составлял 0,054 м. Мощность, подводимая к плазменному реактору, варьировалась в диапазоне 30-80 кВт. В качестве плазмообразующего газа использовался технический азот. Массовая расходная концентрация порошкообразного оксида в потоке поддерживалась на уровне 0,10-0,12 кг/кг. Неоднородность слоя гарнисажа по плотности исключает возможность расчета распределения температуры внутренней поверхности футеровки по экспериментально определенным значениям теплового потока и толщине слоя. В связи с этим коэффициенты теплопроводности оценивались для тепловой задачи для двухслойной стенки "стальная стенка реактора – слой гарнисажа" для сечения $X/D=4,0$ по значениям теплового потока, температуры внутрен-

ней поверхности гарнисажа и его толщины [4]. Тепловые потоки в каждом сечении реактора определялись методом секционной калориметрии по методике, подробно описанной в [3], Температура внутренней поверхности гарнисажной футеровки измерялась хромель-алюмелевыми термопарами с точность 5-10 градусов, спаи которых диаметром $1 \cdot 10^{-3}$ м "вмораживались" в гарнисаж на расстоянии $2 \cdot 10^{-3}$ м от металлической стенки реактора в трех точках, расположенных равномерно по диаметру канала реактора.

Анализ полученных результатов.

Установлено, что фазовый состав гарнисажа и его максимальная толщина практически не зависят от мощности дугового разряда. Максимальная толщина гарнисажного слоя достигается в зависимости от подводимой мощности к 4-6 минуте при 80 кВт, 5-7 минуте при 55 кВт и к 6-8 минуте при 30 кВт. Завершенность процессов гарнисажеобразования определяется их минимальной скоростью, соответствующей длине реактора 7-8 калибров. Характеристики и условия формирования футеровки приведены в таблице 1. Для сравнения приведены данные для гарнисажной футеровки из SiO_2 [5].

Таблица 1 – Характеристики и условия формирования футеровки

Оксид, фракции, мкм	Фазовый состав гарнисажа	Максимальная толщина гарнисажа*, $\text{м} \cdot 10^3$	Т, К	λ , Вт/(м·К)
			X/D=4,0	
WO_3 1,5-3,0	β - WO_3 (ромбическая), γ - WO_3 (тетрагональная)	3,0-3,7	940±10	2,74
SiO_2 0,5-2,0	SiO_2 – высокотемпературный, β - крестобалит	2,7-3,1	970±10	2,41
Примечание: * - минимальное и максимальное значения из 5 замеров на длине реактора 6 калибров при мощности 80 кВт				

На рисунке 1 приведены результаты измерений и расчетов температуры стенки не футерованного реактора и температура наружной поверхности гарнисажного слоя при мощности реактора 80 кВт. Для сравнения приведены результаты, полученные при исследовании футеровки на основе SiO_2 [5].

Во всех случаях гарнисажная футеровка обеспечивает повышение температуры стенки по сравнению с не футерованным реактором (рисунок 1 (а)). Температура стенки на длине 8 калибров изменяется в случае гарнисажа из диоксида вольфрама от 1580 до 740 К, в случае диоксида кремния - от 1740 до 780 К. При отсутствии тепловой изоляции температура стенки изменяется по длине реактора в диапазоне 1070-400 К. Создание "горячей" стенки способствует снижению тепловых потерь на охлаждение реактора и повышению среднетемпературы газа-теплоносителя на длине реактора 8 калибров на 13 % для оксида вольфрама (IV) и 20 % для оксида кремния (IV) (рисунок 1 (б)).

Выводы.

Показана целесообразность при получении нанодисперсных порошков вольфрама и его карбидов тепловой защиты канала реактора гарнисажной футеровкой из оксида вольфрама (IV), которая сравнительно легко формируется и отличается большей стойкостью (особенно на начальном участке канала) по сравнению с искусственными футеровками.

При мощности дугового разряда 80 кВт определено продольное распределение температур внутренней поверхности гарнисажной футеровки (экспериментальным методом) и температуры не футерованной стенки реактора (расчетным методом по экспериментальным значениям теплового потока).

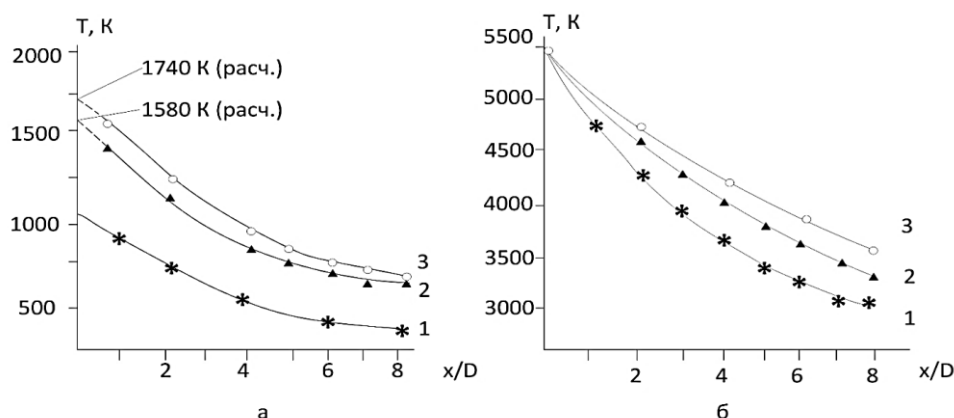


Рисунок 1 – Продольное распределение температуры стенки плазменного реактора(а) и среднемассовой температуры плазменного потока азота (б) по длине реактора (1 – не теплоизолированный реактор, 2 – гарнисаж из WO_2 , 3 - гарнисаж из SiO_2)

Повышение температуры стенки реактора мощностью 80 кВт при формировании гарнисажной футеровки из оксида вольфрама (IV) составляет 1580-740 К на длине реактора 8 калибров (при отсутствии тепловой изоляции 1070-400 К). Снижение температурного градиента плазменного потока по сечению реактора за счет «горячей» гарнисажной стенки повышает среднемассовую температуру газа-теплоносителя – азота на 13 %.

Библиографический список

1. Цветков Ю.В. Низкотемпературная плазма в процессах восстановления / Ю.В. Цветков, С.А. Панфилов – М.: Наука, 1980 – 240 с.
2. Пархоменко В.Д. Технология плазмохимических производств/ В.Д. Пархоменко, П.Н. Цибунов, Ю.Н. Краснокутский. – Киев: Выща школа, 1991. – 255 с.
3. Галевский Г.В. Гидродинамические и теплотехнические характеристики трехструйного прямоточного реактора для высокотемпературного синтеза тонкодисперсных материалов / Г.В. Галевский, М.Ф. Жуков, А.А. Корнилов, И.В. Ноздрин [и др]. - Новосибирск: ИТ СО РАН, 1990. - 40 с.
4. Амбразявичус А.Б. Высокотемпературный теплообмен в плазменно-

технологических аппаратах: учеб. пособие / А.Б. Амбразявичус, В.К. Литвинов. - Свердловск: УПИ им. С.М. Кирова, 1986. - 89 с.

5. Галевский Г.В. Технология плазмометаллургического производства наноматериалов: В 2 т. / Г.В. Галевский, Т.В. Киселева, О.А. Полях, В.В. Руднева. – Т.1. Основы проектирования плазмометаллургических реакторов и процессов. – М.: Флинта: Наука, 2008. – 228 с.

УДК 662.754

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА ОЧИСТКИ КОКСОВОГО ГАЗА ОТ АММИАКА

Яковлева Д.Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ширяева Л.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru*

Целью данной работы является изучение способов очистки коксового газа сатураторным и бессатураторным способом. На основе сравнительного анализа выбрать наиболее эффективный способ.

Ключевые слова: коксовый газ, сатураторный способ, бессатураторный способ.

Коксовый газ – горючий газ, образующийся в процессе коксования каменного угля, то есть при нагревании его без доступа воздуха до 900-1100 °С. Коксовый газ содержит водорода в пределах 50 – 60 % в зависимости от сорта каменного угля, также коксовый газ содержит: метан 20 – 30 %, оксид углерода 5 – 10 %, диоксид углерода 2 – 4 %, этилен 2 – 4 %, азот 3 – 6 %, кислород 0,3 – 0,9 %, примеси сероводорода, аммиака, нафталина, водяной пар, бензольные углеводороды, ацетилен, фенол, каменноугольную смолу, цианистый водород, и другие химические соединения [1].

Одним из основных процессов очистки коксового газа является улавливание аммиака. Содержание аммиака в газе должно быть минимальным (0.03 г/Нм³) из-за ряда технических причин. К тому же его улавливание несет экономическую выгоду, так как аммиак является источником для получения азотных удобрений.

На коксохимических предприятиях применяют два основных способа очистки коксового газа от аммиака с образованием сульфата аммония: сатураторный и бессатураторный. Существующие методы имеют ряд недостатков, такие как: большие парогазовые выбросы, трудноутилизируемые отходы, коррозия оборудования.

Сущность протекания сатураторного процесса заключается в следующем. Коксовый газ из газосборников коксовых батарей поступает в сепара-

СОДЕРЖАНИЕ

I ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	2
СОЦИАЛЬНАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ В КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ Герасимова Ю.В., Матвеев А.В., Курдюков М.О., Лобанова О.О.....	3
ПРИМЕР РАСЧЕТА СТОИМОСТИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ Яфясов Д.А., Курдюков М.О., Матвеев А.В., Лобанова О.О.	7
ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОМПЛЕКСА ОБОРУДОВАНИЯ, ЗАНЯТОГО ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ГОРНОЙ ВЫРАБОТКИ Курдюков М.О., Матвеев А.В., Лобанова О.О.	11
ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУЛЬДОЗЕРА ПРИ ПРИЕМЕ ГОРНО МАССЫ НА АВТООТВАЛЕ Курдюков М.О., Матвеев А.В., Лобанова О.О.	15
ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АВТОГРЕЙДЕРА НА ОБСЛУЖИВАНИИ ВНУТРИКАРЬЕРНЫХ АВТОДОРОГ Курдюков М.О., Матвеев А.В., Наймушина С.А.	18
ОБЕССЕРИВАНИЕ УГЛЕЙ Карасев Б.Г.....	21
АНТРОПОГЕННЫЙ ТИП РЕЛЬЕФА ЗАПАДНОЙ (ПРИСАЛАИРСКОЙ) ЧАСТИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ Андропова В.С.	24
ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ ТРАНСПОРТА ДЛЯ ЭКСКАВАТОРА БОЛЬШОЙ ЕДИНИЧНОЙ МОЩНОСТИ В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЗА «ТАЛДИНСКИЙ» Зозуля М.Ю.	28
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОВРЕМЕННУЮ СЕЙСМИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ АЛТАЯ Колпаков В.Е.....	31
ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЗА ООО «РЕСУРС» УЧАСТОК «КЫРГАЙСКИЙ СРЕДНИЙ» Миллер Э.А.....	35
ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И НАПРАВЛЕНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОЧИСТНЫХ УГОЛЬНЫХ КОМБАЙНОВ НА ПОЛОГИХ И НАКЛОННЫХ ПЛАСТАХ ШАХТ КУЗБАССА Курдюков М.О.	41
РАСЧЁТНЫЕ ПРОГРАММНЫЕ КОМПЛЕКСЫ КАК СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН ПРИ ПОДГОТОВКЕ ГОРНЫХ ИНЖЕНЕРОВ Мысак Е.А.	44

РЕГУЛЯТОРНАЯ ГИЛЬОТИНА И НАПРАВЛЕНИЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ НОРМАТИВНО ПРАВОВОЙ БАЗЫ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Папян Н.О.	49
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА Сухоплюев А.С., Фесенко А.Е.	52
ТРУБЧАТЫЕ КОНВЕЙЕРЫ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Мысак Е.А.	59
ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДА ВВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АСУ БВР DILLMANAGER И ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ГЕОМИКС БВР В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЗА «МЕЖДУРЕЧЕНСКИЙ» Шолохов В.Э.	62
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ Агеев Д.А., Ворсина А.М.	68
ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ НА ПРОВЕТРИВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК РУДНИКОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА Альвинский Я.А.	72
АНАЛИЗ ПРОЯВЛЕНИЯ ГОРНЫХ УДАРОВ НА ШАХТАХ КУЗБАССА И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМИ Белкина О.Е.	75
РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ДЕГАЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ООО «ШАХТА «АЛАРДИНСКАЯ» Болдецкий С.Ю., Никитина А.М., Риб С.В.	81
ЦИФРОВАЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ОСНОВНОГО ТРАНСПОРТА АО «БОЛЬШЕВИК» Братищева А.В., Курдюков М.О., Фурасов А.Н.	85
ПРИМЕНЕНИЕ НАБРЫЗГ-БЕТОНА ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ УТЕЧЕК ВОЗДУХА В ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ Ворсина А.М., Агеев Дан А.	90
ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИМИ И ГЕОТЕХНИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ РАЙОНАХ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ Горбунова А.Р.	92
ОБЯЗАТЕЛЬСТВА ЭМИТЕНТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИЦЕНЗИИ НА ШАХТЕ «СИБИРГИНСКАЯ» Елкина Д.И.	97
РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ШАХТНОГО МЕТАНА В УСЛОВИЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ Лесных А.С., Никитина А.М., Риб С.В.	105

К ВОПРОСУ О РАЗРАБОТКЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	
Лесных А.С., Моисеев А.К.	109
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ И ВЫБОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ПО УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ И ПОЛНОТОЙ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ ЗАПАСОВ НЕДР	
Мишин С.А.	114
БЛОЧНОЕ ПРОВЕТРИВАНИЕ РУДНИКА «УДАЧНЫЙ»	
Мысак Е.А., Павздерин К.А., Белкина О.Е., Агеев Д.А.	119
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЗУПРОЧНЕНИЮ ТРУДНООБРУЩАЮЩЕЙСЯ КРОВЛИ В УСЛОВИЯХ ФИЛИАЛА «ШАХТА «ОСИННИКОВСКАЯ»	
Никитина А.М., Риб С.В., Володина А.В.	122
РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОТРАБОТКИ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ В ПРЕДЕЛАХ ГОРНОГО ОТВОДА ШАХТЫ «ЕСАУЛЬСКАЯ»	
Никитина А.М., Риб С.В., Борzych Д.М.	126
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ	
Никитина А.М., Риб С.В., Борzych Д.М.	131
ПРИМЕНЕНИЕ ВСПЕНЕННЫХ ПЛАСТМАСС ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ УТЕЧЕК ВОЗДУХА В ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТКАХ РУДНЫХ И УГОЛЬНЫХ ШАХТ	
Мысак Е.А., Павздерин К.А., Белкина О.Е., Агеев Д.А.	135
РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО СОЗДАНИЮ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК	
Пустовит А.В., Фурасов А.Н.	138
АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА ГОРНЫЕ ВЫРАБОТКИ ПРИ ВЕДЕНИИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА АО «РАЗРЕЗ «СТЕПАНОВСКИЙ»	
Агеев Д.А., Клишкин М.А., Пустовит А.В.	142
К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА	
Розум И.Г.	148
СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО БУРЕНИЯ «БУРОВАЯ КАРЕТКА»	
Садов Д.В., Дубина Е.М.	150
ПРОГРАММНОЕ УПРАВЛЕНИЕ БУРОВЫМИ РАБОТАМИ НА РУДНИКЕ	
Садов Д.В., Дубина Е.М.	153
РОЛЬ ПЕРСОНАЛА В ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ НА УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ	
Фурасов А.Н.	157

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ СЕЙСМОВЗРЫВНЫХ ВОЛН НА ОХРАНЯЕМЫЕ ОБЪЕКТЫ ПРИ МАССОВЫХ ВЗРЫВАХ НА РАЗРЕЗАХ Фурасов А.Н., Агеев Д.А.	162
НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОГО АГРЕГАТА ЭФФЕКТИВНОЙ ДОРАБОТКИ ОСТАТОЧНЫХ ЗАПАСОВ УГЛЯ НА ШАХТАХ Шмаков И.К., Крестьянинов А.В.	168
АНАЛИЗ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ ПЛАСТОВ Варгольских А.А.	173
II МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	177
ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТЕРНОГО ПРОЦЕССА Сафонов С.О.	177
ВЛИЯНИЕ ПЕРЕДУВА ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТОГО РАСПЛАВА НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКИ Сафонов С.О., Фадеев В.С., Люлякин А.	181
ПРИМЕНЕНИЕ МАГНЕЗИАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ БРУСИТА В ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Люлякин А., Сафонов С.О.	185
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАМОВ В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ Галич А.А., Продченко У.Т., Дида Н.И.	190
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ (ПОЛОЖЕНИЯ, ИНТЕНСИВНОСТИ) ФУРМЫ НА ПАРАМЕТРЫ РЕАКЦИОННОЙ ЗОНЫ Фадеев В.С. Сафонов С.О.	193
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОКСИДА ВОЛЬФРАМА (VI) УГЛЕВОДОРОДАМИ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ АЗОТНОЙ ПЛАЗМЕ Шагиев Р.Р., Щербинина А.С., Гергель П.О., Бодичев Д.В., Карев К.С.	197
ФОРМИРОВАНИЕ ГАРНИСАЖНОЙ ФУТЕРОВКИ ПЛАЗМЕННОГО РЕАКТОРА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ОКСИДНОГО ВОЛЬФРАМОВОГО СЫРЬЯ Шагиев Р.Р., Бодичев Д.В., Щербинина А.С., Гергель П.О., Карев К.С.	201
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА ОЧИСТКИ КОКСОВОГО ГАЗА ОТ АММИАКА Яковлева Д.Д.	206
КОКСОВЫЙ ГАЗ: СОСТАВ, СВОЙСТВА И ОЧИСТКА Яковлева Д.Д.	210

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ РЕЛЬСОВ Буркова А.А., Буренин А.В., Киселев М.С.	213
ОЦЕНКА ГАЗОНАСЫЩЕННОСТИ ЧУГУНОВ ВЧ 50 Ознобихина Н.В., Соколов Б.М., Фадеев В.С., Буркова А.А., Сычев А.А.	218
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕТАЛЛА И ШЛАКА В ПРОЦЕССЕ ПЛАВКИ ЧУГУНА В ШАХТНОЙ ПЕЧИ В РЕЗУЛЬТАТЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ БАРИЙ-СТРОНЦИЕВЫМ КАРБОНАТОМ БСК-2 Модзелевская О.Г.	223
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЧУГУНА, ПОЛУЧЕННОГО В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ПЛАВОК В ИНДУКЦИОННОЙ ПЕЧИ С ПОСЛЕДУЮЩИМ МОДИФИЦИРОВАНИЕМ РАСПЛАВА БАРИЙ- СТРОНЦИЕВЫМ КАРБОНАТОМ Модзелевская О.Г.	227
УПРОЧНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ МАРКИ 40Х СПОСОБОМ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ Кашин С.С., Шевченко Р.А.	231
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА МНОГОРУЧЬЕВОЙ ПРОКАТКИ-РАЗДЕЛЕНИЕМ Махрина Е.А.	235
РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВНЕДРЕНИЯ ПРОЦЕССА МНОГОРУЧЬЕВОЙ ПРОКАТКИ-РАЗДЕЛЕНИЕМ Махрина Е.А.	238
ОПЫТ ОСВОЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ МЕТИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА АО «ЕВРАЗ ЗСМК» Бердюгина М.А., Маркалин Ю.А.	242
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ВОЛОЧЕНИЯ В РОЛИКОВЫХ ВОЛОКАХ Иванкина И.В., Бердюгина М.А.	245
ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕЛЮЩИХ ШАРОВ Курбангалеев Д.К., Маркалин Ю.А.	249
ЗОННАЯ ПЛАВКА МЕТАЛЛОВ Михеева Д.В.	253
ВОЗДЕЙСТВИЕ НАВОДОРОЖИВАНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ СТАРЕНИЯ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ ПОРШНЕВОГО МАЛОКРЕМНИСТОГО СИЛУМИНА Прудников В.А., Юркина М.С.	258
ВОЗДЕЙСТВИЕ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ОТЖИГА НА КОЭРЦИТИВНУЮ СИЛУ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ Прудников В.А., Зокирова Г.К., Закирова Ш.К.	263
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СЛИТКОВ ИЗ СИЛУМИНОВ С 15 И 20 % Si Рексиус В.С.	267

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО НАВОДОРОЖИВАНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ СТАРЕНИЯ НА ЛИНЕЙНОЕ РАСШИРЕНИЕ ПОРШНЕВОГО СИЛУМИНА АК5М7 Рексиус В.С.	271
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КПД ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ПИТАТЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОНАСОСА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИМ СПОСОБОМ Коньшев Л.А.	275
ИНСТРУМЕНТЫ РАБОТНИКА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ Койчев Д.Н.	277
РАСШИРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОЦЕССА БРИКЕТИРОВАНИЯ ПРОКАТНОЙ ОКАЛИНЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА Калягина Е. А.	280
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ БРИКЕТИРОВАНИЯ ОКАЛИНЫ СТАЛЕПРОВОЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА Куликов Д.А.	286
АНАЛИЗ ПУТЕЙ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАМОВ ГАЗООЧИСТОК СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА Гефлинг В.С.	291
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ШЛАКОВ Забродин И. С.	298
АНАЛИЗ МАКРОСТРУКТУРЫ НАПЫЛЕННОГО СЛОЯ ШИХТЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ Минаева У.Е.	304
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА УПРОЧНЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ БРИКЕТОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТЫ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОГО МИНЕРАЛЬНОГО МАСЛА Домнин К.И.	311
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ РЕЛЬСОВ В УСЛОВИЯХ ЕВРАЗ ЗСМК Азаренков И.А., Алимарданов П.Э.	316
ИССЛЕДОВАНИЯ ТВЕРДОСТИ ОБРАЗЦОВ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ ПО МЕТОДУ БРИННЕЛЯ ПОСЛЕ СВАРКИ НА МАШИНЕ МСР 63.01 А Алимарданов П.Э., Азаренков И.А.	319
ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ СИСТЕМЫ Fe—C—Si—Mn—Cr—W—V С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ЛЕГИРОВАНИЕМ ТИТАНОМ Белов Д.Е., Михно А.Р., Киселев П.В.	321
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАПЛАВКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ ДЕТАЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ИЗНОСА Казарян Л.А., Полегешко С.А., Отабиев Х.А., Михно А.Р.	325

ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛА НАПЛАВЛЕННОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V Осетковский И.В., Михно А.Р., Шевченко Р.А., Комаров А.А.	328
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАПЛАВКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ ПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ Полегешко С.А. Казарян Л.А., Ким В.Е.	332
ВЛИЯНИЕ ВВЕДЕНИЯ ПОРОШКА ТИТАНА В ПОРОШКОВУЮ ПРОВОЛОКУ СИСТЕМЫ Fe-C-Si-Mn-Cr-Mo-Ni НА МИКРОСТРУКТУРУ И СВОЙСТВА НАПЛАВЛЕННОГО СЛОЯ Сычев А.А., Михно А.Р., Шевченко Р.А., Киселев П.В.	334
ВЛИЯНИЕ ВВЕДЕНИЯ ТИТАНА В СОСТАВ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ ТИПА 25Х5ФМС Тюрин А.А., Киселев П.В., Шевченко Р.А., Михно А.Р.	339
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОЖЕСТВЕННОГО РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЬСОВ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ В АО ЕВРАЗ ЗСМК В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ Чумачков И.И., Арсентьева Е.Г.	343
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И МИКРОТВЕРДОСТЬ СВАРНЫХ СТЫКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ МАРКИ 76ХСФ, ПОЛУЧЕННЫХ СПОСОБОМ КОНТАКТНОЙ СТЫКОВОЙ СВАРКИ Шевченко Р.А., Косаченко К.К., Боровикова А.Г.	347
АНАЛИЗ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ МЕТАЛЛА РЕЛЬСОВ МАРКИ 76ХСФ ПОСЛЕ СВАРКИ Шевченко Р.А., Боровикова А.Г., Косаченко К.К.	351
ИССЛЕДОВАНИЕ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ГАЗООЧИСТКИ Духанина Е.А., Михно А.Р.	355
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ГАЗООЧИСТКИ Духанина Е.А., Михно А.Р.	359
ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ НАПЛАВЛЕННОГО СЛОЯ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ СИСТЕМЫ Fe—C—Si—Mn—Cr—W—V С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ ЛЕГИРОВАНИЕМ ТИТАНОМ Белов Д.Е., Михно А.Р., Киселев П.В.	361

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Часть II

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых*

Выпуск 25

Под общей редакцией

Н.А. Козырева

Технический редактор

Г.А. Морина

Компьютерная верстка

Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 11.05.2021 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 21,6 Уч.-изд. л. 24,0 Тираж 300 экз. Заказ № 102

Сибирский государственный индустриальный университет

654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42

Издательский центр СибГИУ