

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Администрация Правительства Кузбасса

Научно-образовательный центр мирового уровня «Кузбасс»

Сибирский государственный индустриальный университет

*Посвящается 100-летию
со дня рождения ректора СМИ,
доктора технических наук,
профессора Н.В.Толстогузова*

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО
«Металлургия – 2021»**

Труды

XXII Международной научно-практической конференции

10 – 11 ноября 2021 г.

Часть 2

**Новокузнецк
2021**

УДК 669(06)+658.012.056(06)
М 540

Редакционная коллегия
д.т.н., академик РАН Л.А. Смирнов, д.т.н., доцент А.Б. Юрьев,
д.т.н., профессор Н.А. Козырев, д.т.н., профессор Е.В. Протопопов,
д.т.н., профессор А.Р. Фастыковский, к.т.н. Е.Н. Темлянцева,
д.т.н., доцент В.В. Зимин, д.т.н., профессор А.Г. Никитин,
к.э.н., доцент Ю.С. Климашина

М 540 Металлургия: технологии, инновации, качество : труды XXII Международной научно-практической конференции: в 2-х ч. Ч. 2 / под ред. А.Б. Юрьева, Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2021. – 342 с. : ил.

ISSN 2542-1670

Труды конференции включают доклады по актуальным вопросам теории и технологии процессов сварки, порошковой металлургии, получения композиционных материалов и покрытий, тепло- и массопереноса в металлургических процессах и агрегатах, ресурсо- и энергосбережения, экологии и утилизации отходов, охраны труда, автоматизации и моделирования металлургических процессов, инновационных металлургических технологий в машиностроении, экономико-управленческих проблем металлургических регионов.

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Администрация Правительства Кузбасса
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
АО «ЕВРАЗ ЗСМК»
АО «Русал-Новокузнецк»
АО «Кузнецкие ферросплавы»
АО «НЗРМК им. Н.Е. Крюкова»
Ляонинский университет науки и технологии, г. Аньшань, КНР
ОАО «Черметинформация»
Издательство Сибирского отделения РАН
Журнал «Известия вузов. Черная металлургия»
Журнал «Вестник СибГИУ»
Журнал «МАТЕС Web of Conferences »
Научно-образовательный центр мирового уровня «Кузбасс»
АО «Кузбасский технопарк»
Западно – Сибирское отделение Российской Академии естественных наук
Совет молодых ученых Кузбасса

ISSN 2542-1670

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2021

**ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО И ФАЗОВОГО
СОСТАВОВ ОБЕЗУГЛЕРОЖЕННЫХ СЛОЕВ КОВШЕВЫХ
АЛЮМОПЕРИКЛАЗОУГЛЕРОДИСТЫХ ОГНЕУПОРОВ**

**Темлянцев М.В., Протопопов Е.В., Кувшинникова Н.И.,
Запольская Е.М., Темлянцева Е.Н., Бивол О.В.**

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

Аннотация. Представлены результаты исследования минералогического и фазового составов обезуглероженных слоев алюмопериклазоуглеродистых ковшевых огнеупоров. Изучение образцов на стереомикроскопе показало, что минеральный состав огнеупора следующий: корунд, графит, кремнезем и небольшого количества шпинелей в корунде.

Ключевые слова: алюмопериклазоуглеродистые огнеупоры, тепловая обработка, окислитель, глубина обезуглероживания, пористость.

**INVESTIGATION OF THE MINERALOGICAL AND PHASE
COMPOSITION OF DECARBONIZED LAYERS OF BUCKET
ALUMINUM-PERICLASE-CARBON REFRACTORIES**

**Protopopov E.V., Kuvshinnikova N.I., Zapolskaya E.M.,
Temlyantsev M.V., Temlyantseva E.N.**

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

Abstract. The results of the study of the mineralogical and phase compositions of decarbonized layers of aluminum-periclase-carbon bucket refractories are presented. The study of the sample on a stereomicroscope showed that the mineral composition of the refractory is as follows: corundum, graphite, silica and a small amount of spinels in corundum.

Keywords: aljumo-periklazouglerodistye refractories of thermal processing, an oxidant, the depth of decarburization porosity.

Тенденции развития отечественной и зарубежной ковшевой металлургии показывают, что спектр технологических операций внепечной обработки стали, проводимых в сталеразливочных ковшах или на агрегатах ковш-печь, ежегодно расширяется. Это приводит к необходимости использования для выполнения футеровки ковшей огнеупоров, обладающих высокой стойкостью против агрессивного воздействия расплавов металла и шлака.

Опыт работы металлургических предприятий свидетельствует о том, что в наибольшей степени современным требованиям к стойкости футеровки удовлетворяют периклазоуглеродистые и алюмопериклазоуглеродистые безобжиговые огнеупоры, содержащие в своем составе чешуйчатый графит. Традиционно к преимуществам огнеупоров такого типа относят низкую смачиваемость расплавами стали и шлака, высокую термостойкость. В то же время эти огнеупоры имеют существенный недостаток, который заключается в окислении углерода (выгорании или обезуглероживании) при взаимодействии с воздушной атмосферой. Характерно, что это явление наблюдается уже при разогреве футеровок на стендах перед приемом расплава стали [1]. Причем наиболее интенсивно обезуглероживание происходит при первом разогреве (обжиге) новой футеровки, когда поверхность футеровки не ошлакована.

Долгое время борьбе с этим явлением не уделяли должного внимания, поскольку в ряде случаев подвергали сомнению сам факт его существования, а величину обезуглерожен-

ного слоя огнеупора считали гораздо меньшей, чем она есть на практике. Однако расширение области применения углеродсодержащих огнеупоров, накопление практического опыта их эксплуатации показали, что явление обезуглероживания огнеупоров однозначно отрицательно сказывается на стойкости футеровки, а глубина обезуглероженного слоя, образовавшаяся после первого разогрева, достигает значительных величин. В частности при ориентировочной стойкости периклазоуглеродистых и алюмопериклазоуглеродистых футеровок на уровне 80 – 100 плавков износ футеровки за плавку составляет порядка 1 – 1,5 мм, причем многие исследователи считают, что износ происходит по следующему механизму. При контакте расплава с футеровкой происходит обезуглероживание последней кислородом, содержащимся в стали. Обезуглероженный слой футеровки смачивается расплавом и вступает в реакцию с металлом и шлаком, или пропитывается и размывается последними. Таким образом, обезуглероживание является причиной запуска механизма износа. Ранее проведенные исследования [2 – 4], включающие промышленные эксперименты, показали, что при первом разогреве глубина обезуглероженного слоя в зависимости от температурного режима может достигать 8 – 10 мм. Соответственно обезуглероживание огнеупора на 10 мм примерно эквивалентно снижению стойкости футеровки на 10 плавков (10 %).

В рамках данной работы проведено исследование обезуглероженных слоев образцов ковшевых огнеупоров ООО «Группа Магnezит» (Dalmond) марки APC-75Н1, содержащих 75 % Al_2O_3 , 10 % MgO , 7 % C нагретых в электрической печи сопротивления СУОЛ-0,25.1/12,5-И1 в атмосфере воздуха до температур 900, 1000, 1100, 1200, 1250 °С и выдержанных при постоянной температуре в течение 1, 2 и 3 ч [5].

Исследования образцов выполнены при небольшом увеличении ($10 - 30^{\times}$) на стереомикроскопе ЛабоСтеми-4 зум, а также подготовленных аншлифа в отраженном свете при увеличении $50 - 400^{\times}$ на микроскопе ЛабоПол-2 РПО.

Изучение образцов на стереомикроскопе выявило, что минеральный состав огнеупора следующий: корунд, графит, кремнезем и небольшого количества шпинелей в корунде. Основная масса образцов имеет серо-черный цвет.

Текстура огнеупора однородная, плотная. Огнеупоры обладают высокой пористостью. Большая часть (20 %) пор представлена закрытыми изометрично-сферическими пора́ми размером от субмикроскопических до 1,5 мм, равномерно распределенных в объеме огнеупора. Однако на открытой рабочей поверхности огнеупора присутствуют открытые поры, связанные между собой сквозными каналами.

Графит образует мелко-чешуйчатые индивиды. Размеры отдельных индивидов колеблются в пределах от сотых долей мм до 1 – 2 мм по простиранию чешуек. Благодаря высокой пластичности графитовой массы, она обтекает кристаллы и обломочные скопления корунда. Корунд образует изометрично-зернистые кристаллы.

Изучение аншлифов в отраженном свете (рисунки 1–7) выявило, что в графите присутствуют кристаллы корунда (рисунки 1–3). Они имеют трещиноватую структуру (рисунок 4). Также кристаллы корунда имеют включения шпинели.

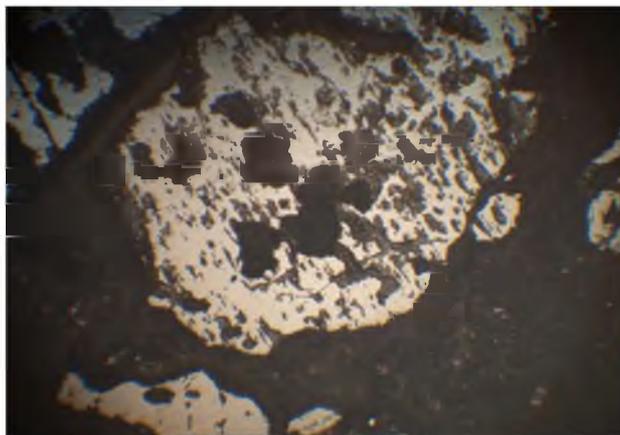


Рисунок 1 - Кристаллы корунда (увеличение 200^{\times})



Рисунок 2 - Корунд в графите (увеличение 100^{\times})

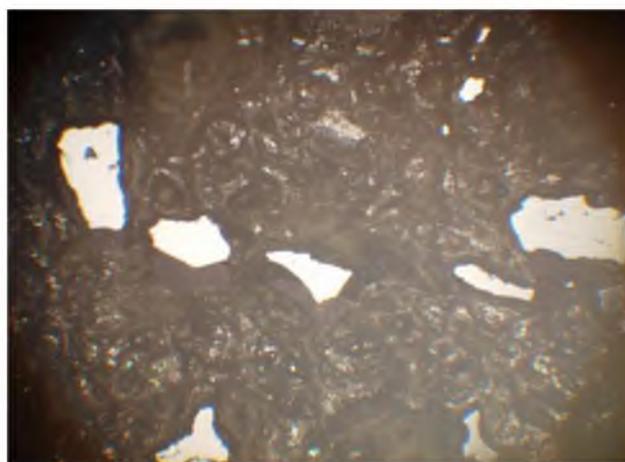


Рисунок 3 - Изометрично-зернистые кристаллы корунда в графите (увеличение 200^{\times})

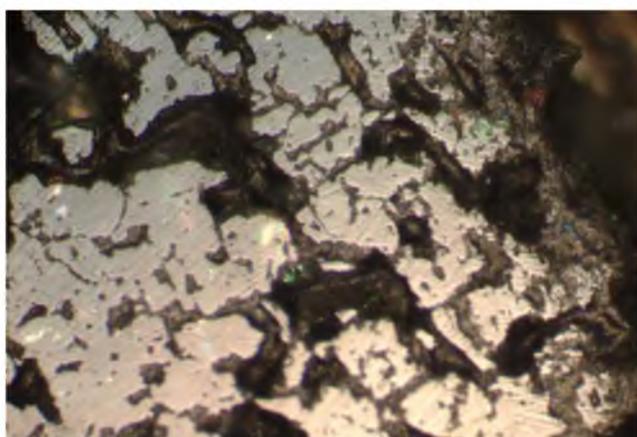


Рисунок 4 - Трещиноватая структура корунда (увеличение 200^{\times})

Кристаллы корунда (рисунки 5 и 6) в графите в представленном образце обладают высокой пористостью (рисунок 7).

Высокая пористость обезуглерожженных слоев огнеупора, сформированная вследствие выгорания (окисления) углеродного каркаса свидетельствует об их предрасположенности к пропитке металлом и шлаком и разрушению по механизму, описанному выше.

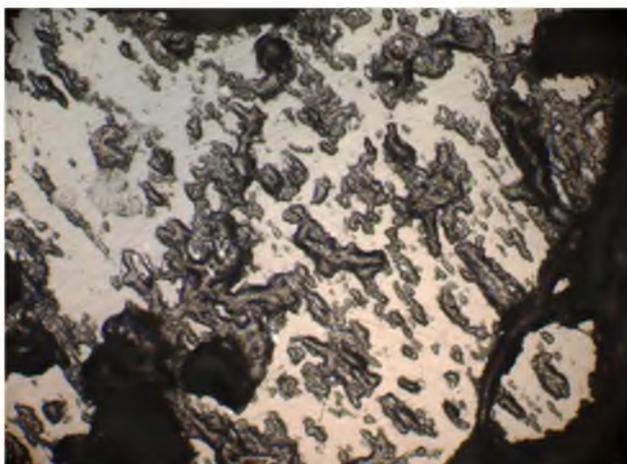


Рисунок 5 - Корунд (увеличение 200^X)

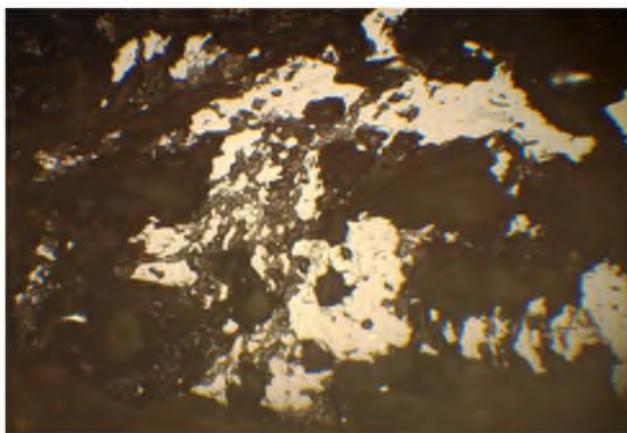


Рисунок 6 - Корунд (

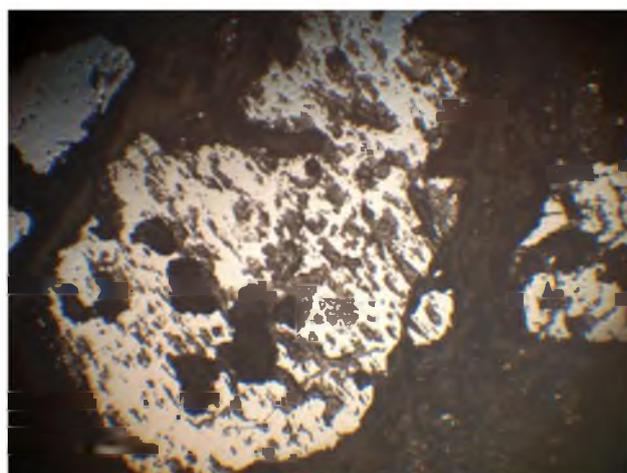


Рисунок 7 - Пористая структура корунда (увеличение 200^X)

Выводы. При проведении исследований изучен минералогический состав ковшевых алюмопериклазоуглеродистых огнеупоров. Изучение образцов показало, что минеральный состав огнеупора состоит из корунда, графита, кремнезема и небольшого количества шпинелей в корунде. Для обезуглероженных слоев огнеупора характерна высокая пористость.

Библиографический список

1. Темлянцев М.В. Анализ основных направлений повышения энерготехнологической эффективности стенов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей [Текст] / Запольская Е.М., Темлянцев М.В, Костюченко К.Е. // Вестник российской ака-

демии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2013. – № 15. – С. 128–134.

2. Темлянцев М.В. Обезуглероживание периклазоуглеродистых огнеупоров при тепловой обработке футеровок сталеразливочных ковшей [Текст] / М.В. Темлянцев, М.В. Матвеев // *Металлург*. – 2010. – № 8. – С. 60–62.

3. Темлянцев М.В. Исследование обезуглероживания периклазоуглеродистых огнеупоров при разогреве футеровок сталеразливочных ковшей перед приемом расплава [Текст] / М.В. Темлянцев, М.В. Матвеев // *Изв. вуз. Черная металлургия*. – 2010. – № 10. – С. 38–40.

4. Темлянцев М.В. Исследование влияния различных факторов на обезуглероживание периклазоуглеродистых ковшовых огнеупоров [Текст] / М.В. Темлянцев, М.В. Матвеев, Е.Н. Темлянцева // *Изв. вуз. Чер. металлургия*. – 2011. – № 10. – С. 32–36.

5. Protoporov E.V., Temlyantsev M.V., Zapol'skaya E.M., Maksakova K.E., Degtyar' V.A. High-temperature decarburization of alumina-periclase-carbon ladle refractories // *Steel in Translation*. 2014. Vol. 44. No. 12. С. 879 – 882.

УДК 669.292.3

ПЕРЕРАБОТКА МАЗУТНЫХ ОТХОДОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Кашеков Д.Ю., Гончаров К.В., Олюнина Т.В., Садыхов Г.Б., Смирнова В.Б.

*Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова
Российской академии наук,
Москва, deniskashekov@mail.ru*

Аннотация. В данном тезисе приводится исследование по переработке зольных отходов от сжигания мазута, образующихся на тепловых электростанциях. Установлено, что данный отход является экологически опасными из-за содержания большого количества ванадия. Показана возможность их переработки.

Ключевые слова: Ванадий, никель, мазут, зола, вторичные отходы, переработка, ТЭС.

PROCESSING OIL WASTE OF THERMAL POWER PLANTS

Kashekov D.Yu., Goncharov K.V., Olyunina T.V., Sadikhov G.B., Smirnova V.B.

*A.A.Baikov Institute of Metallurgy and Materials Science, Russian Academy of Sciences,
Moscow, deniskashekov@mail.ru*

Abstract. This thesis provides a study on the processing of ash waste from the combustion of fuel oil generated at thermal power plants. It was found that this waste is environmentally hazardous due to the content of a large amount of vanadium. The possibility of their processing is shown.

Keywords: Vanadium, nickel, fuel oil, ash, secondary waste, processing, TPP.

Основными металлами, содержащимися в тяжёлой нефти, являются ванадий и никель. В России наиболее высокое содержание V обнаружено в нефтях Волго-Уральского региона (500-800 г/т), Прикаспийского региона (250 г/т) и Центрально-Приобского региона (Западная Сибирь), а Ni – в Пермской области (до 170-255 г/т), Прикаспия (130 г/т) и Уральских провинций. Минимальные концентрации ванадия имеют нефти Восточной Сибири, а никеля – месторождения Нижнего Поволжья. При переработке нефти ванадий и никель накапливаются в тяжелых фракциях, особенно в мазуте [1]. При сжигании мазута на ТЭС образуется значительное количество техногенных отходов в виде зол. В настоящее время Мурманская ТЭС использует мазут в качестве основного топлива и производит более 260 т золы в год [2]. Эти золы содержат до 20 % V₂O₅, в то время как для рентабельной переработки традиционного

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 3: ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ, ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ	4
КОМБИНИРОВАННАЯ НАПЛАВКА ПРОВОЛОКОЙ, СОДЕРЖАЩЕЙ НАНОПОРОШОК ВОЛЬФРАМА <i>Зернин Е.А., Козырев Н.А., Данилов В.И., Кузнецов М.А.</i>	4
ИССЛЕДОВАНИЯ СВАРОЧНОГО ФЛЮСА ИЗГОТОВЛЕННОГО ИЗ ШЛАКА ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА <i>Михно А.Р., Козырев Н.А., Громов В.Е., Усольцев А.А., Крюков Р.Е.</i>	11
ФАЗОВЫЙ СОСТАВ АДДИТИВНО ИЗГОТОВЛЕННОГО AL-MG СПЛАВА, ОБРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ <i>Гэн Я., Панченко И.А., Чэнь С., Иванов Ю.Ф., Коновалов С.В.</i>	16
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ОБРАЗОВАНИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ ТРЕЩИН НА ПРОДОЛЬНОМ СВАРНОМ ШВЕ ТРУБЫ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА <i>Жуков Д.В., Коновалов С.В., Чэнь Д.</i>	19
СЕЛЕКТИВНОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ЦЕМЕНТАТА ПРОИЗВОДСТВА ЗОЛОТА <i>ЗеляхЯ.Д., Краюхин С.А., Шунин В.А., Воинков Р.С., Тимофеев К.Л., Королев А.А., Мастюгин С.А., Кузьменко А.А.</i>	23
КОМПЛЕКСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГОРНО – МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ В СРЕДЕ АЗОТА <i>Малушин Н.Н., Громов В.Е., Романов Д.А., Бащенко Л.П., Ковалев А.П.</i>	28
ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ СТАЛИ МАРКИ 40Х МЕТОДОМ КОМБИНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ <i>Кашин С.С., Осколкова Т.Н., Шевченко Р.А.</i>	34
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ СИСТЕМЫ Fe-C-Si-Mn-Cr- W-V-Ti <i>Кибко Н.В., Козырев Н.А., Усольцев А.А., Михно А.Р., Сычев А.А.</i>	36
О МЕХАНИЗМЕ КАРБОТЕРМИЧЕСКОГО И КАРБИДОБОРНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДОВ НЕКОТОРЫХ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ <i>Крутский Ю.Л., Крутская Т.М., Гудыма Т.С., Сквородин И.Н., Ланекин Н.И., Лазаренко Н.С., Шестаков А.А.</i>	41
ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО ДИАПАЗОНА ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ПОРОШКОВОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА V_4C-CrB_2 <i>Шестаков В.А., Гудыма Т.С., Крутский Ю.Л., Уваров Н.Ф., Крутская Т.М.</i>	45
РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ДИБОРИДА ХРОМА НА ОСНОВЕ ПРОГРАММЫ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ <i>Ширяева Л.С., Ноздрин И.В.</i>	49
ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВОВ ПАСТ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ КЕРАМИКИ ИЗ НИТРИДА АЛЮМИНИЯ <i>Непочатов Ю.К., Плетнев П.М., Кучумова И.Д.</i>	56
ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ДУГОВОГО ПЛАЗМЕННОГО РЕАКТОРА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ТУГОПЛАВКИХ ОКСИДОВ <i>Ноздрин И.В., Полях О.А., Ширяева Л.С., Строкина И.В., Шагиев Э.Р.</i>	62

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА ВОЛЬФРАМА (III) В ДУГОВОМ ПЛАЗМЕННОМ РЕАКТОРЕ <i>Ноздрин И.В., Шагиев Э.Р., Строчкина И.В., Аникин А.Е.</i>	66
Трибологические характеристики упрочненных поверхностей концентрированными потоками энергии сплава ВК10Кс <i>Осколкова Т.Н., Симачев А.С., Фастыковский А.Р.</i>	70
Повышение надежности и долговечности деталей металлургического оборудования работающего в условиях интенсивного износа путем наплавки <i>Усольцев А.А., Козырев Н.А., Михно А.Р., Шевченко Р.А., Сычев А.А.</i>	74
Совершенствование технологии наплавки порошковой проволоки прокатных валков. <i>Полегешко С.А., Казарян Л.А., Комаров А.А., Михно А.Р., Шевченко Р.А.</i>	80
Порошковая проволока системы Fe-C-W-Cr-Si-V-Ti для восстановительной наплавки деталей, работающих в условиях высокотемпературного интенсивного износа <i>Козырев Н.А., Михно А.Р., Усольцев А.А., Сычев А.А., Козырева О.А.</i>	83
Модифицирование 3D принтера для изготовления металлических материалов по технологии проволоочно-дугового аддитивного производства <i>Розенштейн Е.О., Гомзяков Б.В., Осипцев К.А., Коновалов С.В.</i>	87
Высокоэнтропийные сплавы CoCrFeNiMn с прямым лазерным напылением: взаимосвязь между высотой осаждения пор <i>Су Ч., Коновалов С.В., Чэнь С.</i>	90
Влияние биоинертных покрытий на распределение напряжений на границе между имплантатом и костной тканью <i>Филяков А.Д., Соснин К.В., Романов Д.А.</i>	93
Исследование влияния термоограничителей на изменение формирования структуры наплавленных многослойных образцов из стали AISI 308LSI <i>Чинахов Д.А., Акимов К.О., Дубровский А.С., Рзаев Е.Д.</i>	100
СЕКЦИЯ 4: ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И АГРЕГАТАХ. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ	109
Анализ возможности снижения выбросов CO ₂ при замене углерода водородом в доменной плавке <i>Бородин А.В., Степанова А.А., Вохмякова И.С., Берсенев И.С., Гилева Л.Ю., Загайнов С.А.</i>	109
Опыт использования техногенных территорий для организации экологических исследований обучающихся СибГИУ <i>Водолеев А.С., Захарова М.А., Домнин К.И.</i>	115
Использование природных ресурсов Томской области в черной металлургии <i>Строчкина И.В., Ноздрин И.В., Полях О.А., Якушевич Н.Ф.</i>	118
Исследование минералогического и фазового составов обезуглероженных слоев ковшевых алюмопериклазоуглеродистых огнеупоров <i>Темлянцева Е.Н., Протопопов Е.В., Кувшинникова Н.И., Запольская Е.М., Темлянец М.В., Бивол О.В.</i>	122
Переработка мазутных отходов тепловых электростанций <i>Кашеков Д.Ю., Гончаров К.В., Олюнина Т.В., Садыхов Г.Б., Смирнова В.Б.</i>	126

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕТАЛЛУРГИИ И ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <i>Нарский В.А., Смаковский В.Н., Лубяной Д.А.</i>	129
ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ ОКУСКОВАННЫХ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Павловец В.М.</i>	134
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОНВЕРТОРА ЗА СЧЕТ ТЕПЛА УХОДЯЩИХ ГАЗОВ <i>Стерлигов В.В., Гайдаш А.В.</i>	143
СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЭНДОГЕННЫХ ПОЖАРОВ НА ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ И ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ <i>Ермаков А.Ю., Сенкус Вас.В., Гизатулин Р.А., Сенкус Вал.В.</i>	147
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ НА ПЛОЩАДКЕ НЕФТЕПРОМЫСЛА <i>Соловьев А.К., Данилкин Д.О., Кошкина Г.К.</i>	151
РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛОФИКАЦИОННЫХ ЭКОНОМАЙЗЕРОВ БЛЮМИНГА АО «ЕВРАЗ ЗСМК» Г. НОВОКУЗНЕЦКА <i>Соловьев А.К., Мотуз А.О., Кошкина Г.К.</i>	154
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА В ТЕХНОЛОГИИ БРИКЕТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ <i>Павловец В.М., Домнин К.И.</i>	159
СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЕХНОЗЕМОВ И РАСТЕНИЙ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ОАО АБАГУРСКОЙ АГЛОМЕРАЦИОННО-ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ, Г. НОВОКУЗНЕЦК <i>Захарова М.А., Водолеев А.С., Домнин К.И.</i>	163
ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ЭНЕРГОГЕНЕРАЦИИ ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ НИЗКОСОРТНЫХ УГЛЕЙ НА ПЛОЩАДКЕ РАЗРЕЗА <i>Мурко В.И., Черникова О.П., Сентюрев С.А, Амлин М.С.</i>	166
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА С ЦЕЛЬЮ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ <i>Кузнецов В.А., Кузнецова Е.С.</i>	174
СЕКЦИЯ 5: АВТОМАТИЗАЦИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	182
АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ МЕТАЛЛА В СТАЛЕРАЗЛИВОЧНОМ КОВШЕ КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТЕРНОГО ЦЕХА № 2 ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ЯДЕРНЫХ ОЦЕНОК <i>Корнет М.Е, Раскина А.В, Корнеева А.А.</i>	182
МНОГОВАРИАНТНЫЕ АКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ <i>Киселева Т.В.</i>	189
ФРАКТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОВ <i>Мышляев Л.П., Грачев В.В., Ивушкин К.А., Венгер К.Г.</i>	194
ГРАФИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ И МОДИФИКАЦИЯ МАТРИЦЫ ДВУХФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА <i>Стерлигов В.В.</i>	199

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПРОКАТНОГО СТАНА РЕЛЬСОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ПО СИСТЕМЕ «ПЧ-СД» С ДВУХЗОННЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ СКОРОСТИ <i>Кузнецов В.А., Кузнецова Е.С., Зайцев Н.С.</i>	204
ПРИМЕНЕНИЕ НАТУРНО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ <i>Свинцов М.М., Мышляев Л.П., Макаров Г.В., Скударнова Н.В.</i>	213
ФОРМИРОВАНИЕ ДАННЫХ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ТРЕНАЖЁРОВ ОПЕРАТОРОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ <i>Ляховец М.В., Макаров Г.В., Саламатин А.С.</i>	217
СЕКЦИЯ 6: ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ	225
ВАРИАНТЫ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТ ПОЛОМОК В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ И НЕДОСТАТОЧНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ <i>Артюх В.Г., Корихин Н.В., Чернышева Н.В., Чигарева И.Н.</i>	225
КРАТКИЕ ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ШАРНИРНО-РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ <i>Гудимова Л.Н.</i>	232
ВНЕДРЕНИЕ САМОУСТАНАВЛИВАЮЩИХСЯ ПЛАНЕТАРНЫХ МОТОР-РЕДУКТОРОВ НА ПРИВОДАХ ВОЛОЧИЛЬНЫХ СТАНОВ СТАЛЕПРОКАТНОГО ЦЕХА АО «ЕВРАЗ ЗСМК» <i>Никитин А.Г., Герасимов С.П.</i>	240
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДРОБИЛЬНЫХ МАШИН <i>Никитин А.Г., Шабунев М.Е., Курочкин Н.М.</i>	245
ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ УПОРНОГО ПОДШИПНИКА ЖИДКОСТНОГО ТРЕНИЯ С МАРТЕНСИТНЫМИ ВАЛИКАМИ <i>Никитин А.Г., Полищук С.В.</i>	248
РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ МНЛЗ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЕЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ <i>Савельев А.Н., Северьянов С.С., Макаров А.В.</i>	253
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТАЛОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКИ ОРГАНИЗОВАННОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ. <i>Савельев А.Н., Савельева Е.А.</i>	259
ИССЛЕДОВАНИЕ ШТАНГИ ДЛЯ ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ ШПУРОВ С ПОПЕРЕЧНЫМ СЕЧЕНИЕМ В ФОРМЕ ТРЕУГОЛЬНИКА РЕЛО <i>Корнеев В.А., Корнеев П.А., Бедарев С.А., Кулебакин И.И.</i>	264
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ В МАТЕРИАЛЕ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА СИНЕРГЕТИЧЕСКИ ОРГАНИЗОВАННОЙ ЭМИССИИ ВОЛН НАПРЯЖЕНИЙ <i>Савельев А.Н., Анисимов Д.О., Карташов Р.Н.</i>	266
СЕКЦИЯ 7: ЭКОНОМИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ	273
АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ <i>Шипунова В.В., Климашина Ю.С.</i>	273
СОСТОЯНИЕ ЭКОНОМИКИ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ РЕСУРСОДОБЫВАЮЩИХ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ НА ПРИМЕРЕ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Буланов Ю.Н.</i>	278

НЕКОТОРЫЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ <i>Ковалева Е.В., Цымбалюк М.В., Жданова Н.Г.</i>	286
НОРМИРОВАНИЕ ПРОСТОЕВ ВОЛОЧИЛЬНЫХ СТАНОВ <i>Фастыковский А.Р., Кадыков В.Н., Мусатова А.И.</i>	290
ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАТИВНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЦИКЛА В ПРОКАТНЫХ ЦЕХАХ <i>Фастыковский А.Р., Мусатова А.И., Кадыков В.Н.</i>	296
ОЦЕНКА НОРМАТИВНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ЦЕХА <i>Гизатулин Р.А., Мусатова А.И., Лепихов В.С.</i>	302
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА <i>Куценко А.И., Кольчурина И.Ю.</i>	308
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Черникова О.П., Златицкая Ю.А., Нестерова Т.В.</i>	313
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕКЛАМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ КОМПАНИЕЙ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ АКТИВОВ <i>Черникова О.П., Шевченко А.А.</i>	321
АДАПТАЦИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ВСТРАИВАНИЯ КАЧЕСТВА В ПРОЦЕСС ПОВЫШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ РАЗРАБОТКАХ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ <i>Булакина Е., Кетова А., Моисеев В., Почуфаров Д., Недзельская О., Бикинеева А.</i>	330

Научное издание

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО**
«Металлургия – 2021»

Труды XXII Международной научно-практической конференции

Часть 2

Под общей редакцией А.Б. Юрьева

Технический редактор	Г.А. Морина
Компьютерная верстка	Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 20.10.2021 г.

Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага офисная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 19,8 Уч.-изд. л. 22,1 Тираж 300 экз. Заказ № 235

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ