

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

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. Темлянец, д.т.н., профессор А.В. Феоктистов,
д.т.н., профессор Г.В. Галевский, д.ф.-м.н., профессор В.Е. Громов,
д.т.н., профессор А.Р. Фастыковский, д.т.н., профессор Н.А. Козырев,
к.т.н., профессор С.Г. Коротков, к.т.н., доцент С.В. Фейлер

М 540 Металлургия: технологии, инновации, качество : труды XX Международной научно-практической конференции: в 2-х ч. Ч. 1 / под ред. Е.В. Протопопова; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. – 460 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.

Конференция проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-08-20433.

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»
ОАО «Кузбасский технопарк»
Западно – Сибирское отделение Российской Академии естественных наук
Совет молодых ученых Кузбасса

ISSN 2542-1670

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2017

СЕКЦИЯ 1: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 669.184.244.66:669.184.242

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛАВКИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СОСТАВНЫХ СОПЕЛ В КИСЛОРОДНЫХ ФУРМАХ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ КОНВЕРТЕРОВ

Солоненко В.В., Протопопов Е.В., Фейлер С.В., Темлянцев М.В.

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

Аннотация: Предложены конструкции сопел кислородных фурм, обеспечивающие повышение технико-экономических показателей конвертерной плавки и металлургического качества стали. Разработанные решения позволяют обеспечить работу составных сопел фурмы без возможного эрозионного износа закритической части сопла с приемлемой степенью нерасчетности. Цилиндрический насадок позволяет стабилизировать сверхзвуковой поток кислорода, увеличить длину начального и переходного участков струи, что важно для организации «жесткой» продувки конвертерной ванны на завершающем этапе операции с целью снижения окисленности металла и шлака.

Ключевые слова: фурма, кислород, конвертер, сталь, конструкция, сопла Лаваля, сверхзвуковые кислородные струи.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF MELTING BASED ON THE USE OF COMPOSITE NOZZLES IN AN OXYGEN LANCES OF HEAVY-LOAD CONVERTERS

Solonenko V.V., Protopopov E.V., Feiler S.V., Temlyantsev M.V.

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

Abstract: the proposed design of the nozzles for oxygen lances, providing improvement of technical and economic parameters of converter smelting and metallurgical quality of steel. Developed solutions allow you to provide a composite nozzle lance without possible erosion wear supercritical part of the nozzle with an acceptable degree of off-design. Cylindrical nozzles allows to stabilize the supersonic flow of oxygen, increase the length of the initial and transition sections of the jet, which is important for the organization "hard" blowing the Converter bath at the final stage of the operation with the aim of reducing oxidation of metal and slag.

Keywords: lance, oxygen, BOF, steel, construction, Laval nozzle, supersonic oxygen jet.

В настоящее время наибольшее распространение в кислородно-конвертерных агрегатах с верхней продувкой получили многоструйные фурмы с соплами Лаваля. Фурмы такой конструкции обеспечивают достижение сверхзвуковых скоростей истечения, максимальной кинетической энергии струи кислорода и глубокое проникновение дутья в расплав. Существенное значение при этом имеет количество сопел в многоструйных фурмах.

В общем случае количество сопел выбирается с учетом садки конвертера, удельной интенсивности продувки и расстояния от уровня спокойной металлической ванны до горловины конвертера. Увеличение количества сопел (более шести) повышает степень усвоения кислорода, улучшает гидродинамическую обстановку в ванне конвертера, ускоряет шлакообразование, однако приводит к переокислению ванны, выбросам, снижению выхода жидкой стали. При малом количестве сопел (ме-

нее пяти) повышается «жесткость» дутья, как правило, ухудшаются условия шлакообразования, что приводит к интенсивному выносу металла из реакционной зоны, увеличению заметалливания технологического оборудования и снижению выхода жидкой стали. Среди ученых и технологов нет единого мнения в части оптимального или рационального количества сопел и четких количественных критериев его определения. В работах [1, 2] для конвертеров емкостью 300 – 400 т при интенсивности продувки $5 - 7 \text{ м}^3/(\text{т} \cdot \text{мин})$ рекомендовано применение фурмы с 9 – 12 соплами. Авторы работы [3] считают, что число сопел в фурмах большегрузных конвертеров должно быть не меньше семи. Промышленную апробацию в агрегатах различной емкости прошли фурмы с 8 – 13 соплами, однако, показав хорошие технологические результаты, они имели низкую стойкость наконечников из-за сложности их конструкции и системы охлаждения последних [1 – 5].

При расчетах и проектировании оптимальных и рациональных конструкций кислородных фурм необходимо учитывать, что в реальных условиях эксплуатации в большинстве случаев обеспечить расчетный режим истечения газовых струй из сопел головки фурмы не представляется возможным [6, 7].

При расчетном режиме истечения газа из сопла статическое давление на срезе сопла ($P_{\text{вых}}$) должно быть равно давлению окружающей среды ($P_{\text{окр}}$) на уровне сопла, в которую происходит истечение. В этом случае степень нерасчетности сопла $Z = P_{\text{вых}} / P_{\text{окр}} = 1$ [8]. В связи с тем, что при расчетном режиме на срезе сопла отсутствует перепад давлений ($P_{\text{вых}} - P_{\text{окр}} = 0$), весь статический напор газового потока после критического сечения сопла переходит в скоростной, обеспечивая заданное динамическое давление потока на расплав. Таким образом, расчетному режиму соответствует строго определенная величина степени расширения сопла при заданном давлении кислорода перед соплом.

При давлении кислородной струи на срезе сопла больше или меньше давления окружающей среды, имеют место случаи нерасчетного режима истечения газового потока и работы дутьевого сопла. Сопло работает в режиме недорасширения, если давление газа на срезе сопла превышает давление окружающей среды, т.е. $P_{\text{вых}} > P_{\text{окр}}$ и $Z > 1$ [9]. В этом случае расширение газа до давления окружающей среды продолжается за пределами сопла с образованием скачков уплотнения и разрежения в газовом потоке, в связи с этим происходят дополнительные потери энергии струи.

При небольших значениях разности давления ($P_{\text{вых}} - P_{\text{окр}}$) потери скорости из-за недорасширения компенсируются отсутствием потерь на трение на концевом участке сопла, что позволяет значительно уменьшить длину закритической части сопла. Если же давление газа на срезе сопла меньше давления окружающей среды ($P_{\text{вых}} < P_{\text{окр}}$ и $Z < 1$), то сопло работает с перерасширением. При таком режиме истечения пограничный слой газовой струи отрывается от стенок и образует внутри сопла косой скачок уплотнений и зоны разрежения. Последнее обстоятельство сопровождается подсосом в сопло высокотемпературных газов с каплями металла и шлака, находящихся в рабочем пространстве агрегата, что приводит к быстрому разгару кромок сопла, искажению эпюры скоростей в сечении струи и прогару головки фурмы. Учитывая износ сопла и потери кинетической энергии истекающей струи, работу дутьевого сопла в режиме перерасширения следует считать недопустимой [6, 7].

В целях повышения стабильности газового течения, характеристик параметров кислородных струй и предотвращения изменения геометрии дутьевого сопла вследствие разгара рекомендуется [6, 7, 9]:

- проектировать дутьевые сопла в соответствии с расчетной геометрией, удовлетворяющей фактическому состоянию кислородного потока перед соплом и заданному расходу кислорода;
- для предотвращения эрозионного износа выходного участка сопла в процессе эксплуатации проектировать укороченные дутьевые сопла, работающие в режиме недорасширения, с приемлемой степенью нерасчетности (Z в пределах 1,05 – 1,10).

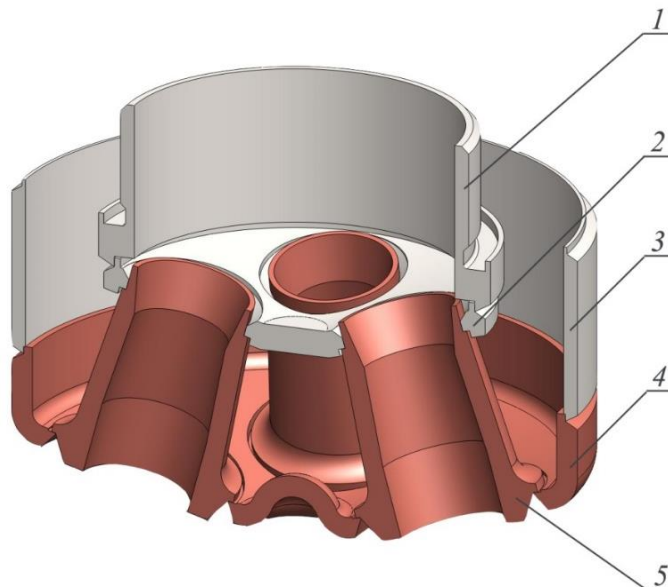
Для условий продувки в 350-т агрегатах ККЦ №2 АО «Объединенный ЕВРАЗ ЗСМК» повышение стабильности характеристик кислородных струй, истекающих из 4-х сопловой головки фурмы, можно достичь в результате:

- расчета критического диаметра сопел с условием обеспечения верхнего предела расхода кислорода на продувку ванны ($1200 \text{ м}^3/\text{мин}$);
- расчета выходного диаметра укороченных сопел Лаваля с условием продувки на нижнем пределе расхода кислорода ($700 \text{ м}^3/\text{мин}$);
- снабжения укороченного сопла Лаваля цилиндрическим насадком с условием обеспечения общей длины составного сопла в закритической части (расширяющийся и цилиндрический участки), равной длине расчетного сопла Лаваля при расходе кислорода $1200 \text{ м}^3/\text{мин}$ через 4-х сопловую головку (рисунок 1).

В результате, обеспечивается работа составных сопел фурмы без возможного эрозионного износа закритической части сопла в диапазоне расходов кислорода $1200 - 700 \text{ м}^3/\text{мин}$ с допустимой степенью нерасчетности. При этом цилиндрический насадок позволяет стабилизировать сверхзвуко-

вой поток кислорода, увеличить начальный и переходный участки струи, что важно для организации «жесткой» продувки конвертерной ванны на завершающем этапе операции с целью снижения окисленности металла и шлака.

Для указанных условий продувки по методике [6, 7] выполнены расчеты сопел и рабочее проектирование головки 4-х сопловой кислородной фурмы при использовании измененного профиля закритической части сопла. Общая длина сопла Лавалья с цилиндрическим насадком в закритической части составила 142 мм, включает укороченное сопло Лавалья, рассчитанное на диапазон расхода кислорода 1200 – 700 м³/мин, и цилиндрический насадок длиной 58 мм (рисунок 2).



1 – штуцер; 2 – фланец; 3 – вставка; 4 – чаша; 5 – сопло Лавалья с цилиндрическим насадком

Рисунок 1 – Конструкция 4-х сопловой головки кислородной фурмы с цилиндрическим насадком

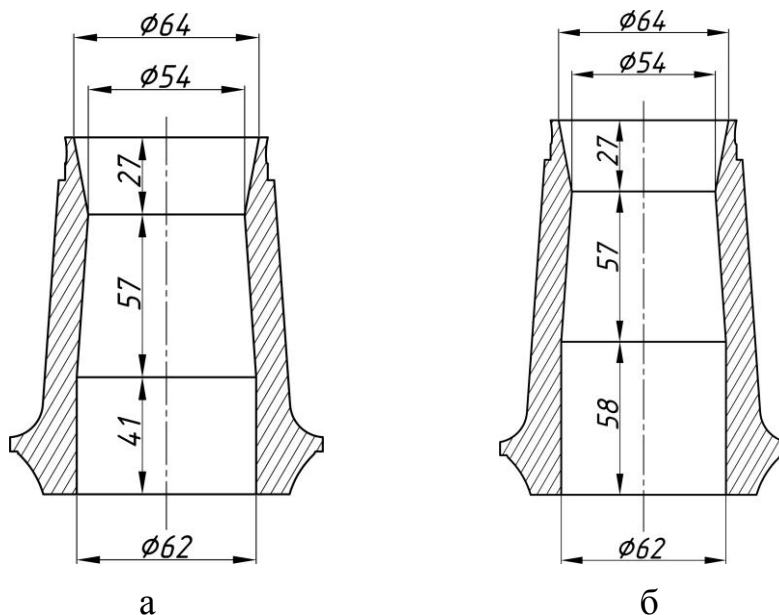


Рисунок 2 – Конструкция сопла Лавалья с укороченным (а) и удлиненным (б) цилиндрическим насадком

С использованием разработанной конструкции дутьевого устройства в промышленных условиях были проведены опытные кампании. Из анализа результатов (рисунки 3, 4), полученных в ходе продувки металлического расплава с использованием фурмы с составными соплами, видно, что при использовании сопла Лавалья с цилиндрическим насадком окисленность шлака при равной концентрации углерода в металле на повалке (рисунок 3) несколько меньше, чем при использовании фурмы с традиционными соплами Лавалья.

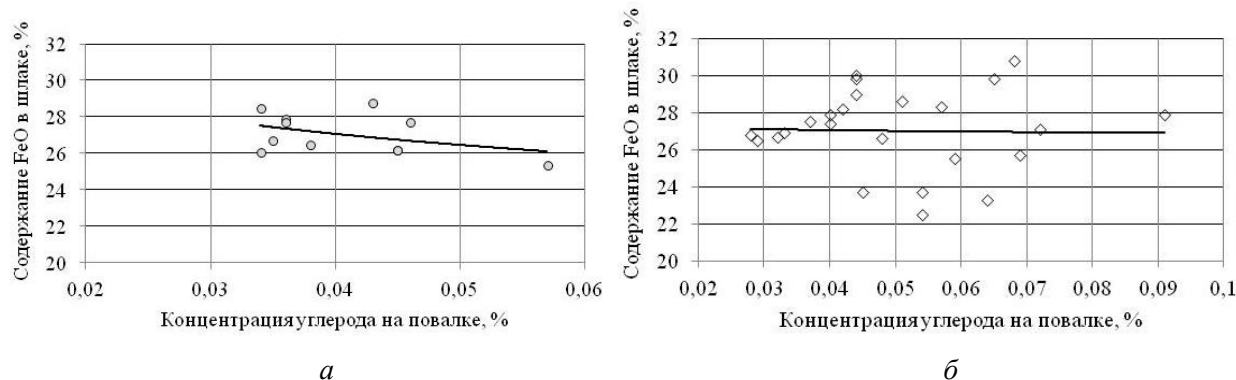


Рисунок 3 – Зависимость окисленности шлака от концентрации углерода в металле на первой повалке при использовании традиционных (а) сопел Лаваля и с цилиндрическим насадком (б)

Так, при содержании углерода в металле в диапазоне 0,04 – 0,07 % минимальное значение окисленности шлака при использовании сопла с цилиндрическим насадком составило 22,5 %, а с традиционным соплом – 25,4 %.

При использовании сопел с цилиндрическим насадком установлено некоторое увеличение содержания оксида марганца в шлаке при уменьшении содержания углерода в металле (рисунок 4). При этом увеличение расхода кислорода на плавку практически не влияет на окисленность шлака (рисунок 5).

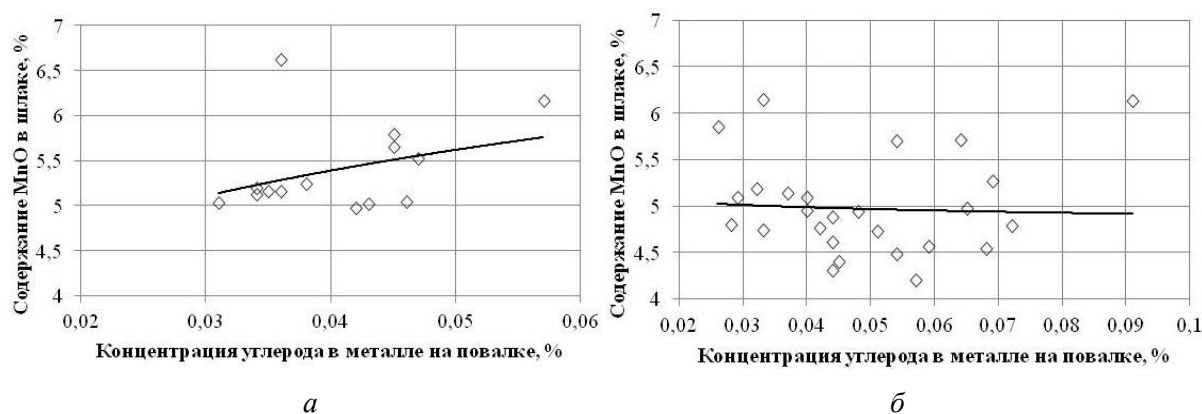


Рисунок 4 – Зависимость содержания MnO в шлаке от концентрации углерода в металле на первой повалке при использовании традиционных (а) сопел Лаваля и с цилиндрическим насадком (б)

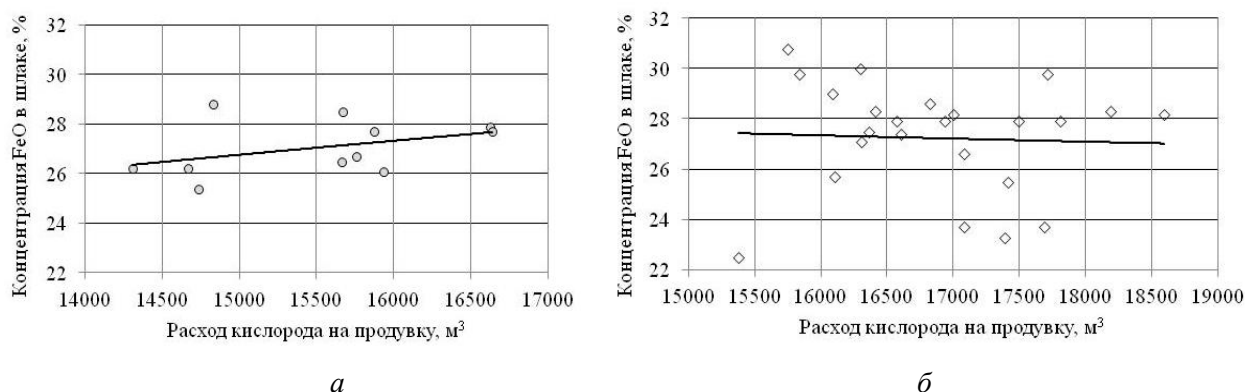


Рисунок 5 – Зависимость окисленности шлака от расхода кислорода на продувку при использовании традиционных сопел Лаваля и с цилиндрическим насадком (б)

Анализ результатов проведенных опытно-промышленных плавок с использованием фурмы с соплами Лаваля, оснащенными цилиндрическим насадком, показал эффективность разработанного решения. На завершающем этапе продувки использование составного сопла позволяет организовать «жесткий» режим истечения кислородной струи для снижения окисленности шлака, что обеспечивает повышение технико-экономических показателей конвертерной плавки и металлургического качества стали.

Библиографический список

1. Баптизмандский В.И., Щедрин Г.А. Расчет кислородно-конвертерных фурм // Сталь. 1973. № 1. С. 20 – 23.
2. Фридль Э., Шмидт Г. Размеры кислородных конвертеров // Черные металлы. 1972. № 15. С. 40 – 45.
3. Михайловский В.Н. Кислородно-конвертерные цехи ФРГ // Бюллетень «Черметинформация». 1973. Серия 6. Информация 4. С. 1 – 44.
4. Коттедж Д.П., Эколс Г.Л., Шуп Д., Энлер К. Современные разработки многосопловых головок фурм для конвертеров ЛД и взаимосвязь между конструкцией головки фурмы и металлургическими результатами // Бюллетень НТИ «Черная металлургия». 1993. Вып. 1 (1125). С. 21 – 25.
5. Tabata Y., Marsh R.C., Kelly P. et al. – In book: Improvement of BOP Steel Refining Blowing Control using Wide Angle Lance Nozzles // Steelmaking Conference Proceedings. 1998. P. 451 – 457.
6. Протопопов Е.В., Корвякова М.Н., Чернятевич А.Г., Фейлер С.В. Разработка и оптимизация конструкции головок четырехсопловых кислородных фурм для большегрузных конвертеров, работающих в условиях передувки // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2013. № 4 (6). С. 3 – 7.
7. Фейлер С.В., Протопопов Е.В., Неунывахина Д.Т. Использование составных сопел в кислородных фурмах для продувки металлического расплава в большегрузных конвертерах // Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. 2016. № 18. С. 111 – 117.
8. Явойский В.И., Дорофеев Г.А., Повх И.Л. Теория продувки сталеплавильной ванны. – М.: Металлургия, 1974. – 495 с.
9. Горбик А.С., Бобошко В.С., Гревцев Л.М., Стретинер Е.М. Проектирование дутьевых сопел кислородных фурм. – В кн.: сб. науч. тр. ин-та «ВНИПИЧЕРМЕТЭНЕРГООЧИСТКА». – М.: Металлургия, 1971. С. 246 – 253.

УДК 629(06)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО, ИНЖИНИРИНГ

Чжан Кэ

*Проектно-исследовательский институт цветной металлургии,
г. Чанша, Китай, aoliege123@mail.ru*

Аннотация: ООО «Проектно-исследовательский институт цветной металлургии» (Китай, г. Чанша) (CINF) осуществляет свою деятельность в рамках следующих направлений: геология, добыча и обогащение руды, оборудование, плавка, проектирование, строительство, защита окружающей среды, водоснабжение и водоотведение, электроснабжение, тепловая энергия, экономика. В числе партнеров CINF – металлургические и смежные предприятия Китая, Северной Кореи, Гонконга, Вьетнама, Таиланда, Монголии, Ирана, Испании, Румынии.

Ключевые слова: цветная металлургия, проектирование, строительство, инжиниринг.

MODERN TECHNOLOGIES FOR THE ENTERPRISES OF NONFERROUS METALLURGY: DESIGN, CONSTRUCTION, ENGINEERING

Chzhan Ke

*Design and research institute of nonferrous metallurgy,
Changsha, China, aoliege123@mail.ru*

Abstract: LLC Design and Research Institute of Nonferrous Metallurgy (China, Changsha) (CINF) carries out the activity within the following directions: geology, production and enrichment of ore, equipment, melting, design, construction, environment protection, water supply and water disposal, power supply, thermal energy, economy. Among partners of CINF – the metallurgical and adjacent enterprises of China,

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., Сиразутдинов Г.А., Минцис М.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. 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., Галевский Г.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., Галевский С.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
Темлянец 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., Камалова Г.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 СТРУКТУРУ 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., Стафеецкий 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., Галевский С.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., Берсенева 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 ЦЕЛЮ 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. Страхов В. М. МИКРОКРЕМНЕЗЕМ В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРОБОВАНИЯ И ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЕРСПЕКТИВ	406
Руднева В.В., Галевский Г.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 ЦЕЛЮ УЛУЧШЕНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЕЕ РАБОТЫ	427
Шукина 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
Полтойainen 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