

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 2

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. 2 / под ред. Е.В. Протопопова; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. – 474 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

Уважаемые коллеги!

Организационный комитет приветствует участников XX Международной научно-практической конференции «Металлургия: технологии, инновации, качество». Впервые конференция была проведена в 1997г. и за 20 лет приобрела популярность и известность не только в Кузбассе и России, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья. Отмечается постоянный интерес к результатам ее работы со стороны зарубежных ученых, менеджеров, профильных исследовательских центров и фирм. Традиционно, осенью, на несколько дней Сибирский государственный индустриальный университет превращается в площадку оживленных дискуссий, профессионального обсуждения и ознакомления научной и производственной общественности с новейшими результатами исследований и технологических решений в области производства, обработки, сварки металлов и композиционных материалов, ресурсосбережения, рециклинга и экологии, на которой определяются доминирующие современные тенденции и обосновываются прогнозы на перспективу.

В работе конференции приняли участие ученые – металлурги и ведущие специалисты промышленных предприятий России, Китая, Японии, Великобритании, Канады, Израиля, Польши, Казахстана, Таджикистана, Украины, Беларуси, Латвии, представляющие 87 образовательных и научных организаций, промышленных предприятий из 43 городов России и зарубежья, направивших в адрес организационного комитета более 200 докладов.

Организационный комитет выражает благодарность всем участникам конференции за высокую активность, творческое, эффективное взаимодействие и партнерство. Мы надеемся, что обмен опытом, высокопрофессиональное обсуждение актуальных научных проблем станет мощным толчком к их эффективному решению, а труды конференции внесут весомый вклад в пропаганду передовых достижений мировой и отечественной металлургии.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ НА АГРЕГАТЕ «КОВШ-ПЕЧЬ» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ

Уманский А.А.¹, Козырев Н.А.¹, Бойков Д.В.², Думова Л.В.¹

¹*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, umanskii@bk.ru*

²*АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат»
г. Новокузнецк, Россия*

Аннотация: В ходе проведения экспериментальных исследований в условиях электросталеплавленного цеха АО «ЕВРАЗ ЗСМК» показано снижение концентрации кислорода, связанного в оксидные неметаллические включения, в рельсовой стали при увеличении длительности продувки инертным газом на агрегате «ковш-печь» до 100 мин. Практическая реализация технологии с увеличенной длительностью продувки рельсовой стали достигнута за счет внедрения последовательной обработки на двух агрегатах «ковш-печь».

Ключевые слова: внепечная обработка, рельсовая сталь, оксидные включения, стойкость рельсов, контактно-усталостные дефекты

DEVELOP THE SECONDARY TREATMENT OF RAIL STEEL ON THE UNIT "LADLE-FURNACE" WITH THE AIM OF INCREASING THE OPERATIONAL STABILITY OF RAILS

Umanskii A.A.¹, Kozyrev N.A.¹, Boikov D.V.², Dumova L.V.¹

¹*Siberian State Industrial University,
Novokuznetsk, Russian Federation, umanskii@bk.ru*

²*«EVRAZ Consolidated West Siberian Metallurgical Plant»
Novokuznetsk, Russian Federation*

Abstract: In the course of conducting experimental research in electric-furnace melting shop of "EVRAZ ZSMK" shows the decrease in the concentration of oxygen bound in oxide non-metallic inclusions in rail steel by increasing the length of an inert gas purge on the unit "ladle-furnace" up to 100 min. Practical implementation of technology with increased duration of the purge rail steel achieved through the implementation of sequential processing of two units "ladle-furnace".

Key words: ladle treatment, rail steel, oxide inclusions, the resistance of the rail contact fatigue defects.

Результаты комплексных исследований ВНИИЖТ и ИМЕТ РАН им. Байкова [1-4] свидетельствуют, что основной причиной преждевременного вывода из эксплуатации рельсов является образование контактно-усталостных дефектов в рабочей выкружке головки рельсов, возникновение которых связано со скоплением неметаллических включений, а именно хрупкоразрушенных оксидных включений.

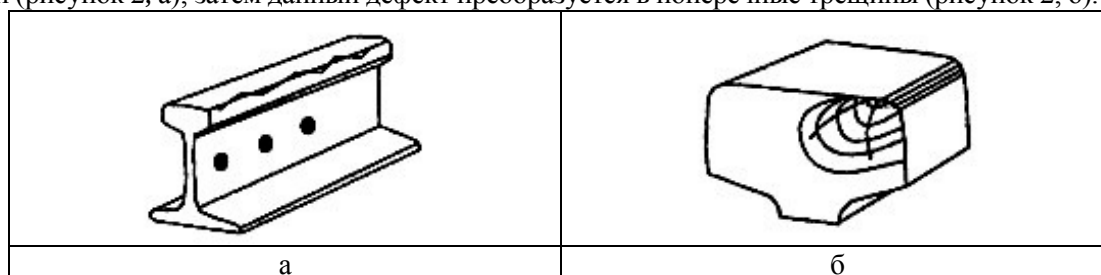
Хрупкоразрушенные оксидные включения по степени пластичности при деформации занимают промежуточное положение между так называемыми «пластичными» включениями, которые изменяют свою форму и вытягиваются в строчки при прокатке (сульфидные включения, пластичные силикаты), и «хрупкими» включениями, которые при аналогичной обработке не вытягиваются, а дробятся (глинозём, кремнезём).

Хрупкоразрушенные оксидные включения, представляющие собой в основном сложные окислы (алюминаты, силикаты, шпинели), при деформации способны вытягиваться в строчки, однако при достижении некоторого предельного значения степени деформации разрушаются. Основная масса хрупкоразрушенных оксидных включений в рельсовой стали (в частности алюминаты кальция – рисунок 1) образуется при ее раскислении. Причем данный факт имеет место, несмотря на отказ от использования алюминия в качестве раскислителя для рельсовых сталей – алюминий в качестве побочного продукта вносится ферросплавами (феррованадий, силикомарганец).



Рисунок 1 – Аллюминаты кальция в рельсовой электростали

Образование указанных дефектов происходит по следующей схеме (рисунок 2): в начальный момент в зоне скопления хрупкоразрушенных оксидных включений возникает продольная наклонная трещина, развитие которой приводит к отслоению металла – выкрашиванию металла на боковой выкружке головки (рисунок 2, а); затем данный дефект преобразуется в поперечные трещины (рисунок 2, б).



а – образование продольной наклонной трещины; б – образование поперечных трещин

Рисунок 2 – Стадии формирования контактно-усталостных дефектов в головке рельсов в процессе эксплуатации

В связи с резко негативным влиянием указанных неметаллических включений на эксплуатационную стойкость рельсов действующей нормативной документацией, распространяющейся на производство рельсового проката различных категорий, предусмотрена жесткая регламентация не только общего содержания кислорода в готовых рельсах (не более 20 ppm), но и кислорода, связанного в хрупкоразрушенные оксидные включения (не более 10 ppm).

На АО «ЕВРАЗ ЗСМК», являющемся в настоящее время одним из ведущих отечественных производителей железнодорожных рельсов [5, 6], на протяжении последних лет целенаправленно проводятся работы по снижению загрязненности рельсовой стали кислородом и оксидными неметаллическими включениями. Так за период с 2005 г. по 2013 г. за счет внедрения комплекса технических и технологических мероприятий по совершенствованию технологических режимов выплавки, раскисления, внепечной обработки и вакуумирования рельсовой стали [7-9] удалось достичь снижения общего содержания кислорода в рельсах более, чем в 2 раза – до уровня 14 ppm (рисунок 3).

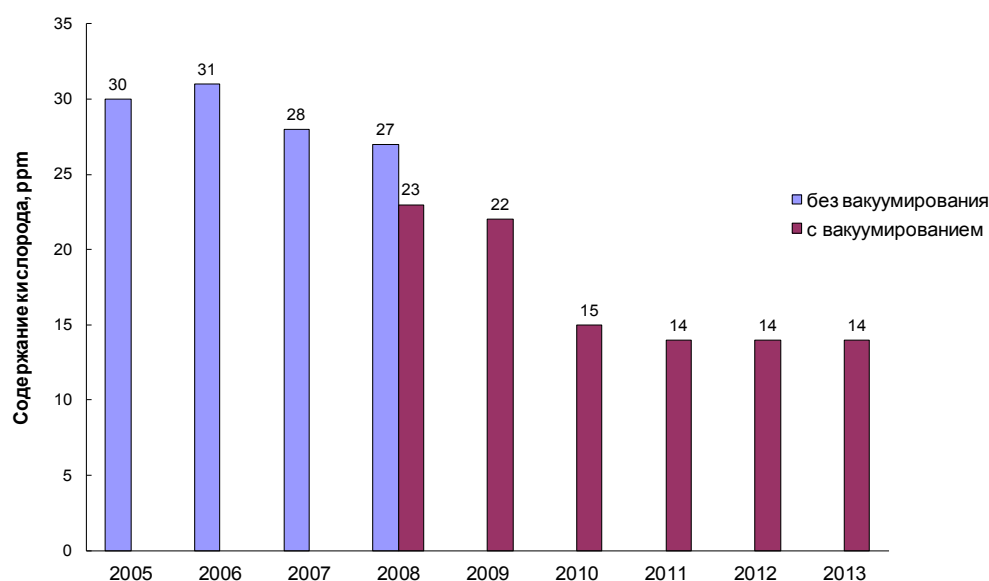


Рисунок 3 – Динамика содержания кислорода общего в готовых рельсах производства АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

Однако для гарантированного выполнения требований стандартов по концентрации кислорода, связанного в хрупкоразрушенные оксидные включения (не более 10 ppm), необходимо дальнейшее снижение содержания общего кислорода в рельсовом металле до уровня не более 12-13 ppm.

Исследования проводили методом множественного регрессионного анализа. Объектом исследования явилась случайная выборка из 190 плавов рельсовой стали марки Э76Ф текущего производства.

При проведении исследования анализировали влияние следующих технологических параметров на содержание общего кислорода в рельсовом прокате:

- содержание кремния в стали в первой пробе на АКП;
- содержание углерода на выпуске из печи;
- расход коксовой мелочи при раскислении стали на выпуске из печи;
- расход силикомарганца при раскислении стали на выпуске;
- продолжительность продувки инертным газом при обработке на АКП;
- продолжительность обработки стали на вакууматоре.

Проведенным анализом установлено значимое влияние на содержание общего кислорода в металле длительности продувки металла на установке «ковш-печь». По полученным данным при увеличении длительности продувки стали на АКП в интервале 40-128 мин. наблюдается снижение концентрации общего кислорода в металле (рисунок 4). При этом снижение содержания общего кислорода достигается за счет снижения содержания кислорода, связанного в неметаллические включения.

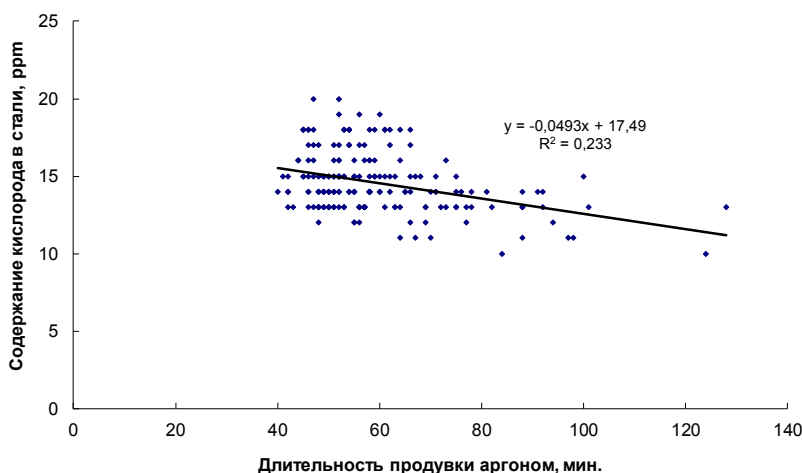


Рисунок 4 – Зависимость содержания кислорода в рельсовой стали от длительности продувки инертным газом при внепечной обработке

Полученная зависимость объясняется известным явлением интенсификации процессов переноса неметаллических включений в шлак при увеличении длительности продувки. Поскольку процесс переноса включений пузырьками газа обусловлен общим свойством не смачиваемых жидкостью твердых частиц прилипать к находящимся в жидкости пузырькам газа – флотацией, то значительное влияние на степень рафинирования расплава оказывают силы адгезии, которые в свою очередь определяются размерами неметаллических включений и их составом.

Таким образом, выбор оптимальной длительности продувки зависит от параметров, оказывающих влияние на состав образующихся неметаллических включений, в частности от марки стали, используемых раскислителей и легирующих добавок. Так применительно к условиям производства рельсовой стали марки Э76ХФ в электросталеплавильном цехе ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» значительное уменьшение концентрации хрупкоразрушенных оксидных включений наблюдается при увеличении длительности продувки более 100 мин.

Отсутствие взаимосвязи между содержанием кислорода в стали и параметрами, характеризующими окисленность расплава (содержание углерода на выпуске из печи и содержание кремния в первой ковшевой пробе на АКП) обусловлено используемым порядком присадки раскислителей. В настоящее время присадка коксовой мелочи осуществляют после присадки силикомарганца, то есть в раскисленный металл. Отсутствие зависимости содержания кислорода в стали от основности шлака в процессе обработки на АКП обусловлено достаточно узким интервалом изменения значений данного параметра (2,2-2,8).

Для анализа изменения технико-экономических показателей производства стали при использовании технологии внепечной обработки с увеличенной продолжительностью продувки стали

инертным газом проведена серия из 15 опытных плавов, на которых длительность продувки составляла не менее 100 мин. В качестве базы для сравнительного анализа использованы 19 плавов текущего производства, произведенных в этот же период.

По полученным данным (таблица 1) увеличение средней длительности продувки металла на АКП с 63 мин. до 122 мин. привело к увеличению удельного расхода электроэнергии в среднем на 27,3 кВт·ч/т (с 64,9 кВт·ч/т до 92,2 кВт·ч/т стали); удельный расход аргона увеличился на 0,32 м³/т (с 0,24 м³/т до 0,46 м³/т).

При этом содержание общего кислорода и кислорода, связанного в хрупкообразующие неметаллические включения, в рельсах, полученных из стали опытных плавов, ниже на 2 ppm по сравнению с рельсами от плавов текущего производства. Длина строчек неметаллических включений на рельсах, полученных из стали опытных плавов, ниже на 0,004 мм.

Также был проведен анализ влияния новой технологии с увеличенной длительностью продувки стали инертным газом на механические свойства рельсов после прокатки (до закалки). В результате установлено (таблица 2), что рельсы, полученные из стали опытных плавов, имеют несколько лучшие показатели по сравнению с рельсами, полученными от плавов текущего производства (отмечено повышение таких показателей, как предел прочности, предел текучести, относительное сужение, относительное удлинение, твердость).

Таблица 1 – Анализ изменения технико-экономических показателей при использовании технологии с увеличенной длительностью продувки

Наименование показателя	Средние значения показателя	
	опытные плавки	плавки текущего производства
Длительность продувки на АКП, мин.	126,4	63,0
Расход аргона на продувку, м ³ /т	0,46	0,24
Температура, °С:		
в начале обработки на АКП	1549	1545
в конце обработки на АКП	1620	1620
Удельный расход электроэнергии на АКП, кВт·час/т	92,2	64,9
Расход феррованадия азотированного, кг/т	1,44	1,44
Содержание общего кислорода в рельсовом прокате, ppm	12	14
Содержание кислорода, связанного в хрупкообразующие неметаллические включения, в рельсовом прокате, ppm	8	10
Длина строчки хрупкообразующих оксидных включений, мм	0,008	0,012

Таблица 2 – Анализ влияния новой технологии внепечной обработки стали на механические свойства рельсов после прокатки (до закалки)

Наименование показателя	Средние значения показателя		Требования ГОСТ (не менее)
	опытные плавки	плавки текущего производства	
1. Предел текучести (σ_t), Н/мм ²	700	620	-
2. Предел прочности (σ_b), Н/мм ²	1150	1130	1111
3. Относительное удлинение (δ), %	11,5	10,5	8,1
4. Относительное сужение, %	18,3	14,5	-
5. Твердость, HB	339	333	-

Увеличение длительности продувки до 100 мин. и более, как было показано выше, способствует уменьшению концентрации хрупкообразующих оксидов в стали, что и приводит к повышению прочностных и пластических характеристик рельсового проката.

Таким образом, установлено, что использование новой технологии внепечной обработки стали с увеличенной длительностью продувки стали инертным газом позволяет снизить концентрацию кислорода, связанного в хрупкообразующие оксидные неметаллические включения, в рельсах до уровня в соответствии с требованиями стандартов и, при этом повысить механические свойства рельсов после прокатки. Однако, использование указанной технологии влечет за собой увеличение себестоимости производства стали за счет повышения удельных расходов аргона и электроэнергии.

На основании проведенных исследований в ЭСПЦ АО «ЕВРАЗ ЗСМК» внедрена технология внепечной обработки рельсовой стали последовательно на двух агрегатах «ковш-печь», что позволило достичь рекомендуемых значений длительности продувки инертным газом [10].

Библиографический список

1. Дерябин А.А., Добужская А.В. Исследование эффективности процессов раскисления, модифицирования и микролегирования рельсовой стали // Сталь. 2000. №11. С. 38-43.
2. Дерябин А.А., Рабовский В.А., Шур Е.А. Повышение требований к качеству железнодоменных рельсов в новом национальном стандарте // Сталь. 2000. № 11. С. 82-85.
3. Deryabin A.A., Mogil'nyi V.V. More effective removal of oxide inclusions from rail steel in the intermediate ladle // Steel in Translation. 2010. Vol. 40. No 5. pp. 464-471.
4. Deryabin A.A., Semenov V.E., Matveev V.V., Dobuzhskaya A.B., Karimov Kh.I. Quality of rails from steel alloyed with chromium and vanadium // Stal'. 2004. No 1. pp. 58-61.
5. Golovatenko A.V., Umansky A.A., Dorofeev V.V. Analysis of the main trends in the development of rail production in Russia and abroad // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 150 (2016) 012002.
6. Golovatenko A.V., Umansky A.A., Kadykov V.N. Improvement of rolling modes of long length rails on the universal rail and structural steel mill "EVRAZ ZSMK" // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 150 (2016) 012028.
7. Yurev A.B., Kozyrev N.A., Boikov D.V., Feiler S.V., Zakharova T.P. Influence of melt oxidation on the quality of rail steel // Steel in Translation. 2013. Vol. 43. No 2. pp. 42-46.
8. Kozyrev N.A., Protopopov E.V., Aizatulov R.S., Boikov D.V. New production technology for rail steel // Steel in Translation. 2012. Vol. 42. No 2. pp. 110-113.
9. Korneva L.V., Yunin G.N., Kozyrev N.A., Atkonova O.P., Polevoi E.V. Quality comparison of «NKMK» and imported rails // Steel in Translation. 2010. Vol. 40. No 12. pp. 1047-1050.
10. Kozyrev N.A., Protopopov E.V., Umanskii A.A., Boikov D.V. Improving the reduction and ladle treatment of electrosteel for rail production // Steel in Translation. 2015. Vol. 45. No 10. pp. 717-722.

УДК 669.187

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАРГАНЦА В ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Дмитриенко В.И., Протопопов Е.В., Дмитриенко А.В., Носов Ю.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г.Новокузнецк, Россия, dmvliv@gmail.com*

Аннотация: Термодинамическими расчетами изучены возможные пределы повышения остаточного содержания марганца в окислительных условиях сталеплавильных процессов. В условиях действующего производства исследовано поведение марганца при окислении углерода для конвертора (300т) и электросталеплавильной печи (100т). Промышленные данные подтвердили термодинамические расчеты. Предложены технологические приёмы внедрение которых позволит снизить расход марганцевых ферросплавов.

Ключевые слова: марганец, углерод, окисление, конвертор, электропечь.

RESEARCH OF MANGANESE BEHAVIOR IN OXIDATIVE CONDITIONS OF STEELMAKING PROCESS

Dmitrienko V.I., Protopopov E.V., Dmitrienko A.V., Nosov U.N.

*Siberian state industrial university,
s.Novokuznezk, Russia, dmvliv@gmail.com*

Abstract: Wherewith thermodynamic calculations studied possible limits of rising remaining content of manganese in oxidative conditions of steelmaking process. Manganese behavior has been explored during oxidation of carbon for converter (300 tons) and electric steelmaking furnace (100 tons). Industrial data confirmed thermodynamic calculations. Implantation of technologies that has been proposed let reduce con-

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	4
КОНВЕРТЕРНОЕ ПРОИЗВОДСТВО СТАЛИ: СОСТОЯНИЕ, ДОМИНИРУЮЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ, ПРОГНОЗЫ	4
Протопопов Е.В., Кузнецов С.Н., Фейлер С.В., Ганзер Л.А., Калиногорский А.Н. ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДВИЖЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО РАСПЛАВА ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКЕ.....	9
Протопопов Е.В., Числавлев В.В., Фейлер С.В. ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АЛЮМИНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛАВКИ МАРГАНЦА МЕТАЛЛИЧЕСКОГО	14
Рожихина И.Д., Нохрина О.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СООТНОШЕНИЯ ЧУГУНА И МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЛОМА В ШИХТЕ ЭЛЕКТРОПЛАВКИ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОИЗВОДСТВА РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ	18
Уманский А.А., Думова Л.В. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДАЧИ СЫРЬЯ (АПС).....	23
Григорьев В.Г., Тепикин С.В., Кузаков А.А. Пьянкин А.П., Тимкина Е.В., Пинаев А.А. О ГРАФИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ РАБОТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ В МЕТАЛЛУРГИИ	29
Кулаков С.М., Мусатова А.И., Кадыков В.Н. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВАНАДИЯ В СИСТЕМЕ $V_2O_5 - C - Si$	35
Голодова М.А., Рожихина И.Д., Нохрина О.И., Рыбенко И.А. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РЕЛЬСОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАЛИ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ	39
Уманский А.А., Думова Л.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ НА АГРЕГАТЕ «КОВШ-ПЕЧЬ» С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ	44
Уманский А.А., Козырев Н.А., Бойков Д.В., Думова Л.В. ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАРГАНЦА В ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ	48
Дмитриенко В.И., Протопопов Е.В., Дмитриенко А.В., Носов Ю.Н. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗБРЫЗГИВАНИЯ ШЛАКА В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ.....	51
Синельников В.О., Калиш Д., Шуцки М. ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НА УКП ОСНОВНЫХ БОРСОДЕРЖАЩИХ ШЛАКОВ – ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ КОВШЕВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ	56
Бабенко А.А., Жучков В.И., Смирнов Л.А., Сычев А.В., Сельменских Н.И., Уполовникова А.Г. НЕРАВНОВЕСНЫЕ ДИССИПАТИВНЫЕ СТРУКТУРЫ И УПРАВЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА В СТРУЙНО-ЭМУЛЬСИОННОМ АГРЕГАТЕ	61
Цымбал В.П., Сеченов П.А., Рыбенко И.А., Оленников А.А. ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫСОТЫ ВАННЫ РУДОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ	67
Кравцов К.И. ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВУ АЛЮМИНИЯ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБУЧАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ «АЛЮМИНЦИК».....	71
Мартусевич Е.А., Буинцев В.Н. ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ИНЖИНИРИНГ МЕТАЛЛУРГИЯ» ДЛЯ РЕШЕНИЯ ШИРОКОГО КРУГА ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧ	75
Рыбенко И.А. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДАЧИ ШЛАКООБРАЗУЮЩЕЙ СМЕСИ В КРИСТАЛЛИЗАТОР МНЛЗ.....	82
Гусев А.А., Царуш К. А., Лицин К.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИССИПАТИВНЫХ СТРУКТУР И СИСТЕМНОЙ ДИНАМИКИ	85
Сеченов П.А., Цымбал В.П.	

ГАЗОФАЗНОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ХРОМОРУДНОГО СЫРЬЯ.....	90
Заякин О.В., Жучков В.И. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДОМЕННОГО ПРОЦЕССА В ЗАДАЧАХ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА	92
Гилева Л.Ю., Мясоедов С.В., Загайнов С.А., Титов В.Н. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА АДЕКВАТНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ НОВОГО НЕПРЕРЫВНОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СЭР	97
Рыбенко И.А., Цымбал В.П. ФИЗИЧЕСКОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАФИНИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА АРГОНОМ	101
Лубяной Д.А., Толстикова Ю.А., Черепанов А.Г. МЕТОД И ИНСТРУМЕНТ РАЗРАБОТКИ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СУЩЕСТВУЮЩИХ И СОЗДАНИИ НОВЫХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	107
Рыбенко И.А. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОКИСЛЕНИЯ АЛЮМИНИЯ В ХОДЕ КАМЕРНОГО ВАКУУМИРОВАНИЯ СТАЛИ	113
Сафонов В.М., Еланский Д.Г., Кислица В.В., Мурысев В.А., Мороз Д.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ФЕРРОСИЛИЦИДОВЫХ ПЕЧЕЙ И ХАРАКТЕРИСТИК ПЕЧНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ	116
Кашлев И.М.	

СЕКЦИЯ 2: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ: ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ, ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА 124

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ УСКОРЕННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ СОСТОЯНИЯ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ.....	124
Громов В.Е., Белов Е.Г., Коновалов С.В., Комиссарова И.А., Иванов Ю.Ф. КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ БОРА И АЗОТА НА ОБРАТИМУЮ ОТПУСКНУЮ ХРУПКОСТЬ.....	128
Мазничевский А.Н., Сприкут Р.В., Заславский А.Я., Гойхенберг Ю.Н. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА СОВМЕЩЕННОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЛИБРОВАННЫХ ПРУТКОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 6082	134
Сидельников С.Б., Берсенов А.С., Загиров Н.Н., Беспалов В.Н. РЕЖИМ СТАРЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ ПОРШНЯ ИЗ СПЛАВА ТИПА АК21	140
Прудников А.Н., Прудников В.А. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ В ЗОНЕ КОНТАКТА НИКЕЛЯ И АЛЮМИНИЯ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ.....	144
Анфилофьев В. В., Шелепова С. Ю., Туякбаев Б. Т., Джес А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХОЛОДНОКАТАНЫХ, ОТОЖЖЕННЫХ И СВАРНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ИЗ ОПЫТНЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ AL-MG, ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННЫХ СКАНДИЕМ	149
Баранов В.Н., Сидельников С.Б., Фролов В.Ф., Зенкин Е.Ю., Орелкина Т.А., Константинов И.Л., Ворошилов Д.С., Якивчук О.В., Белоконова И.Н. КОМПЛЕКСНЫЕ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТАЛИ 110Г13Л ПОСЛЕ ТЕРМООБРАБОТКИ	154
Балановский А.Е., Штайгер М.Г., Кондратьев В.В., Карлина А.И. РАЗРАБОТКА НОВОЙ СИСТЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ КОНТЕЙНЕРА В УСТАНОВКЕ КОНФОРМ.....	159
Горохов Ю.В., Губанов И.Ю., Иванов А.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЫДАВЛИВАНИЯ ПОЛЫХ ИЗДЕЛИЙ В ШТАМPE С ПОДВИЖНОЙ МАТРИЦЕЙ	165
Евстифеев В.В., Александров А.А., Евстифеев А.В., Ковальчук А.И. ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВ КАТАНКИ ИЗ СПЛАВА АВЕ С ПОМОЩЬЮ СОВМЕЩЕННЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ	169
Сидельников С.Б., Лопатина Е.С., Клейменова Ю.Ю., Самчук А.П., Терентьев А.А.	

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВА И ТЕРМООБРАБОТКИ	174
Попова М.В., Малюх М.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ СТАЛИ СТЗ ПОСЛЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ УПРОЧНЕНИЯ	181
Балановский А.Е., Штайгер М.Г., Кондратьев В.В., Карлина А.И. АКТИВНОСТЬ МАГНИЯ В РАСПЛАВАХ СИСТЕМЫ FE-MG-SI	187
Власов В.Н., Агеев Ю.А. ОСОБЕННОСТИ ЗАТУХАНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В СТАЛИ 20ГЛ	191
Каравайцева А.А., Квеглис Л.И., Павлов А.В. РАСЧЕТ СОДЕРЖАНИЯ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ, ВЫДЕЛЯЮЩЕЙСЯ ПРИ ЗАТВЕРДЕВАНИИ РАСПЛАВА	196
Рафальский И.В., Лущик П.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПОЛУЧЕНИЯ ТРУБНЫХ ЗАГОТОВОК ГВС МЕТОДОМ ВОЛОЧЕНИЯ ИЗ СПЛАВА БРБ2	200
Сидельников С.Б., Бер В.И., Вагнер А.В., Дударев В.М., Семиряков М.А. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ БОРОАЛИТИРОВАНИЯ НА ТОЛЩИНУ ДИФФУЗИОННОГО СЛОЯ НА СТАЛИ 20	206
Мишигдоржийн У.Л., Улаханов Н.С., Сизов И.Г., Шурыгин Ю.Л., Хараев Ю.П. РАЗРАБОТКА СКОРОСТНЫХ РЕЖИМОВ ПРОКАТКИ ТРАМВАЙНЫХ РЕЛЬСОВ В НЕПРЕРЫВНОЙ РЕВЕРСИВНОЙ ГРУППЕ КЛЕТЕЙ	211
Сметанин С.В., Перетягтько В.Н. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГОРЯЧЕКАТАНОЙ ДРЕССИРОВАННОЙ ЛЕНТЫ	216
Медведева Е.М., Голубчик Э.М., Гулин А.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ КОКИЛЬНОГО ЛИТЬЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ	221
Васюхно А.Ю., Черномас В.В. ПЛАЗМЕННО-ДУГОВАЯ ПОВЕРХНОСТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛОВ В ЖИДКОЙ СРЕДЕ	230
Балановский А.Е., Гречнева М.В., Ву Ван Хун, Штайгер М.Г., Кондратьев В.В., Карлина А.И.	

СЕКЦИЯ 3: ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ, ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ И ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОКРЫТИЙ

ОКИСЛЕНИЕ НАНОДИБОРИДА ТИТАНА НА ВОЗДУХЕ	235
Галевский Г.В., Руднева В.В., Ефимова К.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФЛЮС-ДОБАВОК ДЛЯ СВАРКИ И НАПЛАВКИ СТАЛИ	241
Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Усольцев А.А., Кислов А.И., Свистунов А.Д. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ WO_3 УГЛЕРОДОМ И КРЕМНИЕМ	245
Крюков Р.Е., Козырев Н.А., Бендре Ю.В., Горюшкин В.Ф., Шурупов В.М. АНТИФРИКЦИОННЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА БАЗЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С КЕРАМИЧЕСКИМИ НАПОЛНИТЕЛЯМИ	249
Калашников И.Е., Болотова Л.К., Кобелева Л.И., Колмаков А.Г., Катин И.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СИНТЕЗА ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ПОРОШКА КАРБИДА КРЕМНИЯ КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ	254
Квашина Т.С., Крутский Ю.Л., Чушенков В.И. ВЛИЯНИЕ ИНГИБИРУЮЩИХ ДОБАВОК ТУГОПЛАВКИХ КАРБИДОВ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ	257
Крутский Ю.Л., Веселов С.В., Тюрин А.Г., Черкасова Н.Ю., Кузьмин Р.И., Чушенков В.И., Воробьев Р.С., Квашина Т.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАСТЕРНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ФАЗЫ NI_3Al ПРИ СПЕКАНИИ ПОРОШКОВ NI И Al	262
Джес А.В., Носков Ф.М., Квеглис Л.И., Казначеева А.М.	

КЛАСТЕРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МАРТЕНСИТНОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ В НИКЕЛИДЕ ТИТАНА.....	267
Джес А.В., Носков Ф.М., Квеглис Л.И., Казначеева А.М. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ.....	273
Вотинова Е.Б., Шалимов М.П., Табатчиков А.С. ИССЛЕДОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ СТРУКТУРЫ СИЛУМИНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНЕСЕНИЕМ НА ЕГО ПОВЕРХНОСТЬ ПОКРЫТИЯ СИСТЕМЫ $Al-Y_2O_3$ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ.....	277
Осинцев К.А., Бахриева Л.Р., Бутакова К.А., Мусорина Е.В., Коновалов С.В., Загуляев Д.В., Громов В.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДАМИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ СТРУКТУРЫ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА BT1-0, СФОРМИРОВАННЫХ ПОСЛОЙНЫМ СПЕКАНИЕМ ПОРОШКОВ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ НАПЛАВЛЕНИЕМ.....	283
Батрагин А.В., Федоров В.В., Клименов В.А., Клопотов А.А., Абзаев Ю.А., Волокитин Г.Г., Курган К.А. ЦИРКУЛЯЦИЯ ЙОДИДОВ ЖЕЛЕЗА И ХРОМА ПРИ ДИФФУЗИОННОМ ХРОМИРОВАНИИ.....	288
Христюк Н.А. Богданов С.П. ПОЛУЧЕНИЕ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЭПФ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	293
Насакина Е.О., Байкин А.С., Конушкин С.В., Сергиенко К.В., Каплан М.А., Федюк И.М., Севостьянов М.А., Колмаков А.Г., Клименко С.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ КАРБИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА КАЧЕСТВО ТВЕРДЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ WC-CO.....	295
Чушенков В.И., Крутский Ю.Л., Квашина Т.С. РАШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОИЗВОДСТВА АКТИВИРУЮЩИХ ФЛЮСОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УЛЬТРАДИСПЕРСНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ КРЕМНИЯ.....	300
Иванчик Н.Н., Балановский А.Е., Кондратьев В.В., Сысоев И.А., Карлина А.И. ВЛИЯНИЯ ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ НА АНОДНОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВА $Al + 2,18\% Fe$ В НЕЙТРАЛЬНОЙ СРЕДЕ.....	305
Ганиев И.Н., Джайлоев Дж.Х., Амонов И.Т., Эсанов Н.Р. ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ФАЗОВОГО ИЗМЕНЕНИЯ СПЛАВА И РАЗМЕРА ЧАСТИЦ НА НАПРЯЖЕНИЕ И СВОЙСТВА СЛОЯ ПОКРЫТИЯ.....	311
Шувень Сюй, Сичжан Чен ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ СИЛУМИНА МОДИФИЦИРОВАННЫХ ОКСИДОМ ИТТРИЯ.....	318
Громов В.Е., Иванов Ю.Ф., Загуляев Д.В., Толкачев О.С., Петрикова Е.А., Коновалов С.В. ФОРМИРОВАНИЕ И КОНТРОЛЬ ПОРИСТОСТИ ВО ВРЕМЯ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ ДВУХФАЗНЫХ ОЦИНКОВАННЫХ СТАЛЕЙ DP780.....	321
Хуанг Л., Чэнь С., Коновалов С., Ма Х. ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА СПЛАВА И ЕГО РАЗМЕРА ЧАСТИЦ ПРИ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ НА НАПРЯЖЕНИЕ И СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ.....	327
Зиу С., Чэнь С. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В КАРБИДООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМАХ $Ti - C - N - H$, $Ti - O - C - N - H$	334
Гарбузова А.К., Галевский Г.В., Руднева В.В. О КРИСТАЛЛИЗАЦИИ БИНАРНОГО СПЛАВА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ТУГОПЛАВКИМИ НАНОЧАСТИЦАМИ.....	338
Черепанов А.Н., Черепанова В.К. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СВАРКИ ДЛИННОМЕРНЫХ РЕБРИСТЫХ ТИТАНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ НА АВТОМАТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКЕ УСП-5000.....	344
Григорьев В.В., Бахматов П.В. ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ЭЛЕМЕНТОВ АЛЮМИНИЕВОГО ТРУБОПРОВОДА НА ПОРООБРАЗОВАНИЕ.....	350
Ващук И.А., Бахматов П.В. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ГАЗОДИНАМИКА И ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС ПРИ СВАРКЕ ПЛАВЛЕНИЕМ.....	358
Чинахов Д.А., Солодский С.А., Майорова Е.И., Григорьева Е.Г.	

СЕКЦИЯ 4: ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОС В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ И АГРЕГАТАХ. РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ И УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ.....	363
ОБРАЗОВАНИЕ И ВЫБРОСЫ ДИОКСИДА СЕРЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ.....	363
Галевский Г.В., Минцис М.Я. СОКРАЩЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ НА ТЭЦ С ПЕРЕВОДОМ ОТОПЛЕНИЯ КОТЛОВ НА ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО	366
Коротков С.Г., Сазонова Я.Е. К ВОПРОСУ О ПЕРСПЕКТИВАХ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БУРЫХ УГЛЕЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ.....	369
Прошунин Ю.Е., Школлер М.Б. ЭМИССИЯ ПАУ ИЗ САМООБЖИГАЮЩИХСЯ АНОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ.....	375
Минцис М.Я., Галевский Г.В. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ГАЗООЧИСТНЫХ УСТАНОВОК ОК РУСАЛ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ОТ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРОВ С САМООБЖИГАЮЩИМСЯ АНОДОМ.....	377
Григорьев В.Г., Тепикин С.В., Шемет А.Д., Высотский Д.В., Кузаков А.А., Тенигин А.Ю. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ГОРЕЛКЕ СО ВСТРОЕННЫМ РАДИАЦИОННЫМ РЕКУПЕРАТОРОМ.....	383
Стерлигов В.В., Стариков Д.А. ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИЛИКОМАНГАНЦЕВОГО ШЛАКА	388
Павлович Л.Б., Исмаилов З.Р., Дятлова К.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ КОКСОХИМИИ	394
Полях О.А., Пономарев Н.С., Журавлев А.Д. ПЛАЗМОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ГАЛОГЕНОСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ХИМИЧЕСКОЙ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	398
Гимпелевич И., Мегидов Е., Мишне И., Рам Ш., Шимон Ю. РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОКРЕМНЕЗЕМА.....	401
Кондратьев В.В., Колосов А.Д., Горовой В.О., Небогин С.А., Ёлкин К. С., Немаров А.А., Иванов А.А. ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ ОКАЛИНЫ ПРОКАТНЫХ ПРОИЗВОДСТВ	406
Горшкова О. С., Матюхин В. И. СИСТЕМА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА СИЛИКАТНОЙ СТРУИ ПРИ ПЛАВЛЕНИИ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ.....	409
Волокитин Г.Г., Скрипникова Н.К., Волокитин О.Г., Шеховцов В.В. УСКОРЕННАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ОТХОДОВ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО ОБОГАЩЕНИЯ	412
Водолеев А.С., Бердова О.В., Юмашева Н.А. ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ.....	417
Коляда Л.Г., Тарасюк Е.В. ТЕПЛОВАЯ РАБОТА ВОДООХЛАЖДАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭДП.....	421
Корнеев С.В., Трусова И.А. О ТЕХНОЛОГИЯХ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.....	427
Ёлкин К.С., Ёлкин Д.К., Карлина А.И. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУХОЙ СЕПАРАЦИИ МИКРОКРЕМНЕЗЁМА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ПРОДУКТОВ	432
Кондратьев В.В., Небогин С.А., Колосов А. Д., Горовой В.О., Немаров А.А., Иванов А.А., Запольских А.С.	432
НАПРАВЛЕНИЯ СОКРАЩЕНИЯ РАСХОДА ФТОРИСТЫХ СОЛЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЮМИНИЯ	436
Ржецкий Э.П., Петровский А.А., Немчинова Н.В., Карлина А.И. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК ПРИМЕНЕНИЕМ УПРУГИХ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В СОЧЛЕНЕНИЯХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР	439
Никитин А.Г., Абрамов А.В.	

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ	443
Зими́на Т.И., Ива́нов Н.Н., Захаров С.В., Трошина А.О., Паньков А.М.	
РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА	446
Ершов В.А., Зими́на Т.И., Говорков А.С., Ива́нов Н.А., Захаров С.В., Трошина А.О.	
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ СПОСОБ РЕЗАНИЯ НА НОЖНИЦАХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ИЗОГНУТОЙ ПОЛОСЫ	449
Никитин А.Г., Демина Е.И.	
СОСТАВ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОЙ ЧАСТИ ОТРАБОТАНОЙ ФУТЕРОВКИ – ОТХОДА КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ	452
Ржечицкий Э.П., Петровский А.А., Немчинова Н.В.	
ИЗВЛЕЧЕНИЕ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ КАТАЛИЗАТОРОВ В ПЛАЗМЕННЫХ ПЕЧАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ	457
Девятых Е.А., Девятых Т.О., Швыдкий В.С.	
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СИСТЕМ ГАЗООЧИСТКИ АЛЮМИНИЕВЫХ ЗАВОДОВ	461
Ершов В.А., Зими́на Т.И., Колмогорцев И.В., Горовой В.О., Трошина А.О.	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОЙ РАБОТЫ КАМЕРНОЙ ПЕЧИ БАРАБАННОГО ТИПА.....	464
Черемискина Н.А., Щукина Н.В., Лошкарев Н.Б., Лавров В.В.	

Научное издание

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО**
«Металлургия – 2017»

Труды XX Международной научно-практической конференции

Часть 2

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. 27,6 Уч.-изд. л. 30,0 Тираж 300 экз. Заказ № 521

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