

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Администрация Правительства Кузбасса

Научно-образовательный центр мирового уровня «Кузбасс»

Сибирский государственный индустриальный университет

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО
*«Металлургия – 2022»***

***Труды
XXIII Международной научно-практической конференции
23– 25 ноября 2022 г.***

Часть 1

**Новокузнецк
2022**

12.Босякова Н.А. Алюмопериклазоуглеродистые огнеупоры производства ООО «Огнеупор» / Н.А. Босякова, С.А. Поморцев, Р.Г. Гизатуллин, Ю.Л. Клесов, С.В. Лаптов, И.Д. Кашеев, К.Г. Земляной // Новые огнеупоры. 2021. № 7. С. 10 – 13.

УДК 669

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА

Павлов В.В., Романенко Ю.Е., Годик Л.А., Фейлер С.В., Фейлер Д.Т.

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

Аннотация. Рассмотрена возможность улучшения технико-экономических показателей производства ферросилиция марки ФС65 путем оптимизации энерготехнологического режима плавки. Опробован опытный электротехнологический режим работы при выплавке сплава ФС65. Отмечены положительные результаты работы печи: увеличение производительности печи, снижение удельного расхода электроэнергии и пылеобразования.

Ключевые слова: производство ферросилиция, технико-экономические показатели производства, энерготехнологический режим плавки

OPTIMIZATION OF THE ENERGY-TECHNOLOGICAL MODE OF FERRO-SILICONE-MANGANESE SELTING

Pavlov V.V., Romanenko YU.E., Godik L.A., Fejler S.V., Fejler D.T.

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

Abstract. The possibility of improving the technical and economic indicators of the production of ferrosilicon grade FS65 by optimizing the energy-technological mode of smelting is considered. An experimental electrotechnological operating mode was tested during smelting of the FS65 alloy. Positive results of the furnace operation were noted: an increase in the furnace productivity, a decrease in the specific energy consumption and dust generation.

Keywords: ferrosilicon production, technical and economic indicators of production, energy-technological mode of smelting.

При производстве ферросилиция в условиях печи РКО-9 было отмечено, что при уменьшении длительности плавки, но при незначительном снижении снимаемой мощности на плавку происходит улучшение технико-экономических показателей производства. Тем самым, оптимизируя энерготехнологический режим плавки, можно существенно улучшить технико-экономические показатели выплавки сплава.

Для анализа был определен экспериментальный энерготехнологического режим из соображений оптимального позиционирования электродов в печи по ходу плавки. После выпуска металла, период обработки колошника производят на пониженной мощности трансформатора. После выравнивания колошника электроды посажены глубоко и съём электроэнергии производить на максимальной активной мощности трансформатора. По мере наполнения колодцев жидким расплавом происходит подъём электродов и в этот период съём электроэнергии производят при более низкой активной мощности трансформатора.

Опытный режим плавки (от выпуска до выпуска), длительностью 3 часа (8 плавов в сутки), условно разделили на четыре стадии (I-IV). Стадия I – начало выпуска, характеризуется значением пониженной мощности и технологической операцией обработкой колошника. Стадия II, III – активная фаза введения максимально возможной мощности; стадия IV – подготовка к выпуску, таблица 1.

Таблица 1 – Опытный энерготехнологический режим работы печи

Стадия	I	II	III	IV	Σ
Полезная снимаемая мощность, МВт	9,5	10,0	9,5	8,5	9,3
Съём, МВт/час	7,04	5,0	4,75	11,0	28

Проверочный балансовый расчет среднесуточного производства за каждый период (до, опытный, после) производили на базе фактического производства по бригадам, исходя из средневзвешанной бригадной производительности в каждый период. Результаты расчет приведены в таблице 2. Видно, что расчетная и фактическая производительность отличаются не значительно.

Таблица 2 – Расчетное и фактическое суточное производство сплава по ходу эксперимента

Периоды выплавки		до	опытный	после
Производство, т/сут	расчет	28,84	32,24	30,1
	факт	28,6	31,7	29,36
Расхождение «расчет-факт», %		0,83	1,7	1,7

Незначительная ошибка в 1,7 % отн. позволяет в дальнейшем анализе принимать расчетные данные как достоверные.

На рисунке 1 представлено графическое изображение фактического энерготехнологического режима плавки по бригадам, для возможности визуального определения «почерка» ведения плавов разными бригадами.

По действующей технологии (до опытный период) можно выделить три фазы плавки:

1. Начало – загрузка шихты, обработка колошника, активная мощность трансформатора 8,2 – 8,6 МВт. Продолжительность периода составляет 0,4 – 0,6 часа.

▲ Суточное производство сплава при энерготехнологическом режиме бригады

● **Съем электроэнергии в периоде плавки**

Цифры у точек активная мощность трансформатора на период плавки

1. удельный расход электроэнергии, МВт*час/т

2. общий съём электроэнергии на плавку, МВт

3. эффективность использования электроэнергии, т/МВт*час

Цифры на оси абсцисс - порядковый номер периода плавки

Рисунок 1 – Циклограмма энерготехнологической работы печи

2. Основной период – сьем заданной электроэнергии. Мощность трансформатора при этом составляет 8,8 – 8,9 МВт. Продолжительность периода- 2,4 – 2,6 часа.

3. Снижение мощности трансформатора в конце плавки перед выпуском до величин 8,4 – 8,6 МВт. Продолжительность периода составляет 0,3 – 0,6 часа.

В целом все бригады обеспечивают заданную технологию.

Учитывая вышеизложенное, на базе показателей работы бригад I – III можно стандартизировать параметры ведения плавки по действующей технологии (рисунок 2).

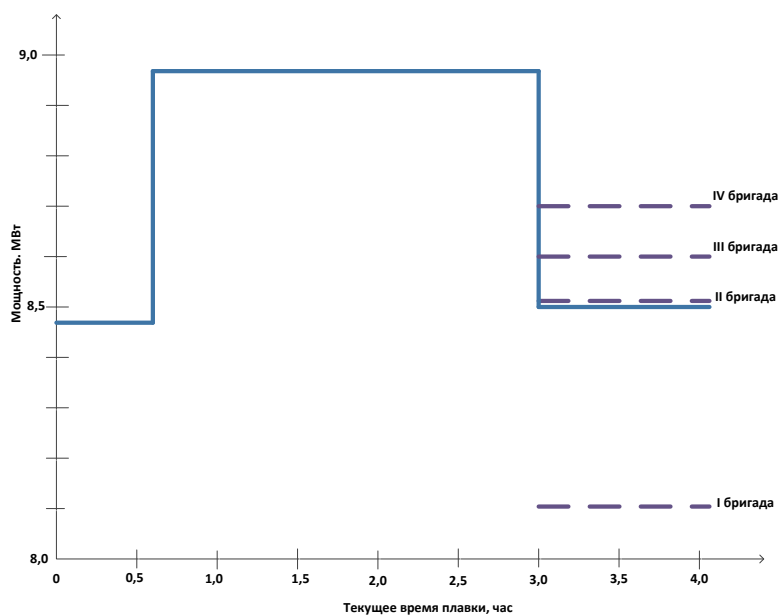


Рисунок 2 – Энерготехнологические параметры технологии до эксперимента

Работа печи в конце плавки на высокой мощности трансформатора, когда уровень жидкого сплава заполняет подэлектродные колодцы и, соответственно, приводит к поднятию электродов. Большая снимаемая активная мощность трансформатора в этот период усугубляет этот процесс. На третьей фазе плавки печь работает «верхом», что существенно снижает технико-экономические показатели плавки. Работа печи на третьей фазе плавки с активной мощностью трансформатора 8,4 МВт не приводит к существенному снижению технико-экономических показателей. Из стандартной диаграммы видно, что все бригады заканчивают 1 и 2 фазы плавки за три часа, и кто имеет меньший сьем электроэнергии в 3 фазу, имеет и лучшие показатели эффективности плавки (таблица 3).

Таким образом, представляется существенным влияние алгоритма распределения снимаемой мощности по ходу плавки. В период глубокой посадки необходимо сьем вести на высокой активной мощности трансформатора. Необходимо уменьшить продолжительность 1 фазы плавки до 0,3 – 0,4 часа и за счет этого увеличить эффективный период плавки.

Таблица 3 – Техничко-экономические показатели плавки действующей технологии

Показатель \ Бригада	I	II	III	IV
Доля сьема на 3 фазе % (мощность тр-ра)	17 (8,4)	11 (8,5)	9,5 (8,6)	13,5 (8,7)
Эффективность использования эл.эн., т/МВт*ч	0,134	0,137	0,145	0,125
Удельный расход эл.эн., МВт*ч/т	7,5	7,3	6,9	8,0
Суточное пр-во, т	29,1	28,9	29,8	26,5
Сьем. МВт*ч	31,1	30,0	29,4	30,4

Учитывая влияние сьема электроэнергии на производительность печи и на удельный расход электроэнергии (рисунок 3) установить норматив сьема на плавку 28 – 30 МВт*час.

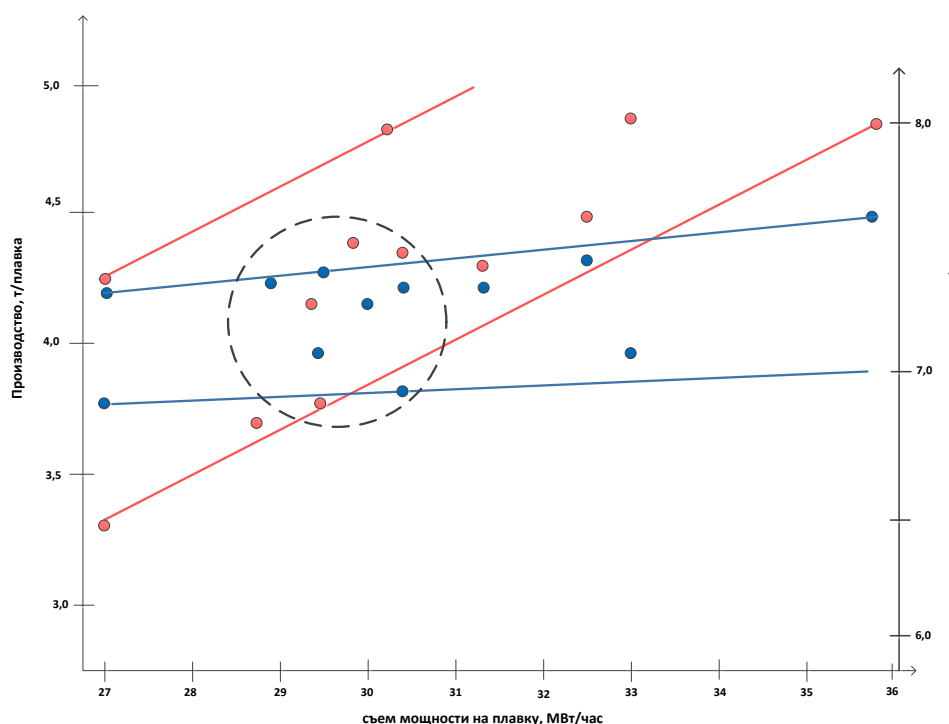
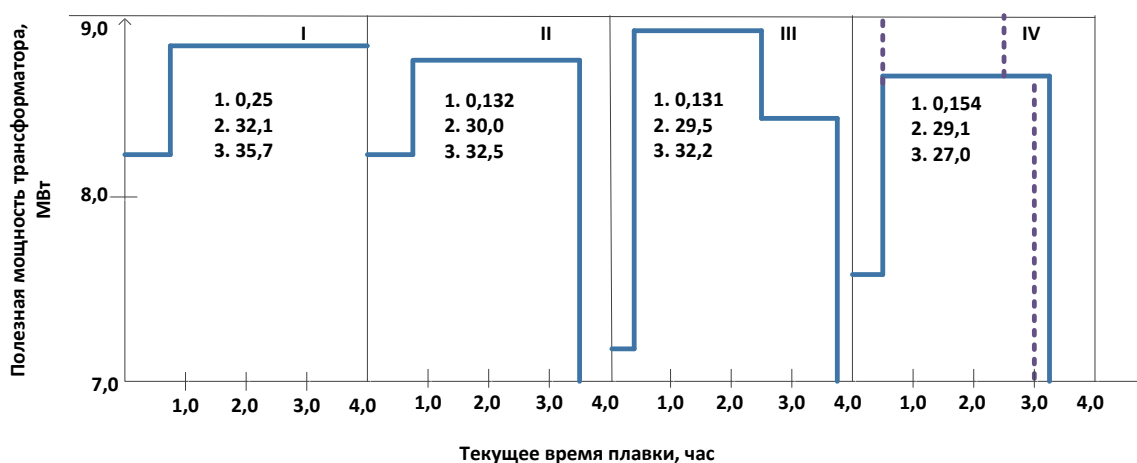


Рисунок 3 – Зависимость массы плавки (●) и удельного расхода электроэнергии (●) от сьема мощности на плавку

Большой размах значений удельного расхода электроэнергии и, соответственно, коэффициентов эффективности плавки связаны, как раз, с ее энерготехнологическим режимом.

На рисунке 4 приведены диаграммы энерготехнологического режима.



1 – коэффициент эффективности; 2 – суточное производство;
3 – съем электроэнергии на плавку

Рисунок 4 – Приведенные диаграммы энерготехнологического режима бригад в опытный период и после проведения эксперимента

В ходе опробования опытного электротехнологического режима в предложенном варианте при выплавке сплава ФС65 отмечены положительные результаты работы печи: увеличение производительности печи, снижение удельного расхода электроэнергии и пылеобразования. При изменении энерготехнологического режима, графически отображенного на рисунке 4 штрихпунктирной линией, возможно ожидать увеличения съема до 28,2 МВт*ч, а производство на уровне 33 – 34 т/сут. Таким образом, стандартизация энерготехнологического режима выплавки сплавов позволит существенно улучшить технико-экономические показатели работы печи.

Библиографический список

1. Воскобойников В.Г. Общая металлургия: учебник для вузов / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.Н. Якушев. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 768 с.
2. Роцин В.Е. Электрометаллургия и металлургия стали / В.Е. Роцин, А.В. Роцин. – Челябинск: ИЦ ЮУрГУ, 2013. – 569 с.
3. Электрические промышленные печи. Дуговые печи и установки специального нагрева / А.Д. Свенчанский [и др.]. – М.: Энергоиздат, 1981. – 293 с.
4. Справочник Производство ферросилиция / Ю.П. Снитко, С.С. Жиляков, Г.А. Чашин, В.Ф. Гуменный, В.Ф. Сорокин, Ю.П. Канаев, Э.И. Шкрабов, М.М. Долин. – Новокузнецк: Металлургическое предприятие, 2001 – С. 342–344.
5. Павлов В.В., Романенко Ю.Е. Анализ энерготехнологического режима при выплавке ферросилиция // В сборнике: Металлургия: технологии, инновации, качество. Труды XXI Международной научно-практической конференции. В 2-х частях. Под редакцией Е.В. Протопопова. – 2019. – С. 445-450.

СОДЕРЖАНИЕ

КУЗНЕЦКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЕ ЛИТЕЙЩИКОВ 90 ЛЕТ <i>Князев С.В., Усольцев А.А., Куценко А.И.</i>	4
СЕКЦИЯ 1: ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	13
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОЙ РАБОТЫ ГОЛОВКИ КИСЛОРОДНОЙ ФУРМЫ ДЛЯ ПРОДУВКИ В БОЛЬШЕГРУЗНЫХ КОНВЕРТЕРАХ <i>Протопопов Е.В., Уманский А.А., Морозов И.С., Чернышева Н.А.</i>	13
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ МЕЛЮЩИХ ТЕЛ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ ИЗ РЕЛЬСОВЫХ СТАЛЕЙ РАЗЛИЧНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА <i>Уманский А.А., Байдин В.В., Симачев А.С., Думова Л.В.</i>	21
АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ КАЧЕСТВА СТРУКТУРЫ НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК ШАРОВЫХ СТАЛЕЙ С ЭКСПЛУАТАЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ МЕЛЮЩИХ ТЕЛ <i>Уманский А.А., Протопопов Е.В., Морозов И.С., Симачев А.С., Думова Л.В.</i>	29
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАМА КОНВЕРТЕРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ <i>Сафонов С.О., Лопатина А.О.</i>	34
ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ КРЕМНИСТЫХ ФЕРРОСПЛАВОВ ИЗ ФОСФАТНОГО СЫРЬЯ <i>Шевко В.М., Утеева Р.А., Лавров Б.А., Полатова К.М., Каратаева Г.Е.</i>	38
ПЕРЕРАБОТКА БОГАТЫХ ПЫЛЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОМАРГАНЦА С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ <i>Шевко В.М., Айткулов Д.К., Синельников И.П., Удалов Ю.П., Бадикова А.Д.</i>	45
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЗОВОГО СОСТАВА ПЯТИКОМПОНЕНТНОГО ЭКВИАТОМНОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ Co-Cr-Fe-Mn-Ni <i>Панченко И.А., Дробышев В.К., Бессонов Д.А., Кольчурина М.А., Коновалов С.В.</i>	55
ВЫПЛАВКА ЧУГУНА ДЛЯ СМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ИЗЛОЖНИЦ В ИНДУКЦИОННЫХ ПЕЧАХ СРЕДНЕЙ И МАЛОЙ ЕМКОСТИ <i>Лубяной Д.Д., Кузнецов И.С., Кухаренко А.В., Князев С.В., Лубяной Д.А.</i>	62
ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ АГЛОМЕРАЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Бурова Ю.Е., Вязникова Е.А., Дмитриев А.Н., Витькина Г.Ю., Алекторов Р.В.</i>	70
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК K_2O , Na_2O , MgO , Al_2O_3 НА СВОЙСТВА ШЛАКА ПРИ СВАРКЕ ПОД ФЛЮСОМ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ <i>Гизатулин Р.А., Дунашин Н.С., Валуев Д.В., Худоёргов С.С., Заиркулов Э.Ё.</i>	79
КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЛЕГИРОВАННЫХ ЧУГУНОВ В АТМОСФЕРЕ АНОДНЫХ ГАЗОВ АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ ЭКОСОДЕРБЕРГ <i>Пинаев Е.А., Темлянцев М.В., Большаков Д.Г., Темлянцева Е.Н., Куценко А.И.</i>	87
КИНЕТИКА ОБЕЗУГЛЕРОЖИВАНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ СМОЛОСВЯЗАННЫХ ОГНЕУПОРОВ ДЛЯ ФУТЕРОВОК СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ <i>Якушевич Н.Ф., Запольская Е.М., Темлянцев М.В., Протопопов Е.В., Темлянцева Е.Н., Приходько М.С.</i>	92
ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА <i>Павлов В.В., Романенко Ю.Е., Годик Л.А., Фейлер С.В., Фейлер Д.Т.</i>	98

РЕЦИКЛИНГ ПРОКАТНОЙ ОКАЛИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ	
<i>Годик Л.А., Фейлер С.В., Фейлер Д.Т., Романенко Ю.Е.</i>	104
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО РАСПЛАВА В УСЛОВИЯХ LD-КОНВЕРТИРОВАНИЯ В ДВУХ ПАРАЛЛЕЛЬНО РАБОТАЮЩИХ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ КОНВЕРТЕРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАТИСТИЧЕСКОГО МЕТОДА	
<i>Бондар В.И., Мельник С.Г.</i>	109
ФУТЕРОВКА СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОГНЕУПОРНЫМ МАТЕРИАЛАМ И УСЛОВИЯМ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ	
<i>Плохих П.А., Алексеева В.А., Возжол Н.А., Плохих П.А.</i>	118
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ОКИСЛЕННОСТЬ КОНВЕРТЕРНОГО ШЛАКА	
<i>Сущенко А.В.</i>	127
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЕЙНОГО ФЛЮСА НА ОСНОВЕ СМЕСИ КРЕМНЕФТОРИДА И ФТОРИДА НАТРИЯ	
<i>Аслонов А.А., Ахмадшоев И.Ш., Наимов Н.А., Рузиев Дж.Р., Сафиев Х.</i>	137
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ТИТАНОТЕРМИИ	
<i>Усольцев А.А., Козырев Н.А., Шевченко Р.А., Михно А.Р., Князев С.В.</i>	142
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ГАФНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ОТЛИВОК В СПЛАВЕ 1570	
<i>Зорин И.А., Дриц А.М., Арышенский Е.В., Коновалов С.В.</i>	149
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАФНИЯ И ЭРБИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ ЛИТЕЙНОЙ ЗАГОТОВКИ В ВЫСОКОМАГНИЕВОМ АЛЮМИНИЕВОМ СПЛАВЕ ЭКОНОМНОЛЕГИРОВАННЫМ СКАНДИЕМ	
<i>Арышенский В.Ю., Арышенский Е.В., Рагазин А.А., Бахтегареев И.Д., Коновалов С.В.^{1,2}</i>	156
О ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА МЕТАЛЛИЗАЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ	
<i>Якушевич Н.Ф., Строкина И.В., Полях О.А., Ноздрин И.В., Безрукова Е.С., Ноздрин Е.В.</i>	162
ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В ВАННЕ ЭЛЕКТРОПЕЧИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ФЕРРОСИЛИЦИЯ	
<i>Якушевич Н.Ф., Полях О.А., Ноздрин И.В., Аникин А.Е., Ядыкина М.А., Комрони М.</i>	168
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОБРАЗОВАНИЯ ФЕРРОШПИНЕЛЕЙ	
<i>Строкина И.В., Полях О.А., Ноздрин И.В., Сюльдина С.А., Комрони М.</i>	175
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КАРБОТЕРМИЧЕСКОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА КРЕМНИЯ В ПЕЧИ СОПРОТИВЛЕНИЯ	
<i>Полях О.А., Ноздрин И.В., Строкина И.В., Якушевич, Н.Ф., Хорощенко А.А., Комрони М.</i>	180
ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГЛИНОЗЕМСОДЕРЖАЩЕГО ПРОДУКТА С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ	
<i>Бурдонов А.Е., Новиков Ю.В., Шонходоев З.Ч., Хвостанцева Д.С., Максименко О.А.</i>	187
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОКСИДНОГО ВОЛЬФРАМОВОГО СЫРЬЯ В СТРУЙНОМ ПЛАЗМЕННОМ РЕАКТОРЕ	
<i>Ноздрин И.В., Полях О.А., Лепихов В.С., Аникин А.Е., Комрони М.</i>	196
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА В КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКЕ	
<i>Сафонов С.О., Лопатина А.О.</i>	205

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕПЦИИ МИКРОЛЕГИРОВАНИЯ НА НАСЛЕДСТВЕННУЮ СТРУКТУРУ В СТАЛИ 09Г2С <i>Солоницын А.Р.</i>	211
ПЕРЕРАБОТКА БЕМИТ-КАОЛИНИТОВЫХ БОКСИТОВ БИСУЛЬФАТОМ АММОНИЯ: ОСАЖДЕНИЕ ГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ ИЗ РАСТВОРА АЛЮМОАММОНИЙНЫХ КВАСЦОВ <i>Валеев Д.В.</i>	215
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ CoCrFeMnNi ПРИ ИЗМЕНЕНИИ СОДЕРЖАНИЯ Fe И Mn <i>Панченко И.А., Гостевская А.Н., Коновалов С.В., Безродная Е.А., Бессонов Д.А.</i>	220
МЕТОДИКА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ <i>Рыбенко И.А., Конголи Ф.</i>	225
СЕКЦИЯ 2: ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	231
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАХВАТА ПОЛОСЫ ПРИ АСИММЕТРИЧНОЙ ЛИСТОВОЙ ПРОКАТКЕ <i>Кожевников А.В., Смирнов А.С., Платонов Ю.В., Кожевникова И.А.</i>	231
ПОВЕРХНОСТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ ТВЕРДОГО СПЛАВА ВК10КС ПОСЛЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОГО ЭЛЕКТРОВЗРЫВНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ <i>Осколкова Т.Н., Фастыковский А.Р.</i>	236
ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРУКТУРЫ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ ПРИ ДЕФОРМАЦИИ СЖАТИЕМ <i>Аксёнова К.В., Громов В.Е., Кибко Н.В., Ващук Е.С.</i>	242
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА, СТРУКТУРУ И КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ В СРЕДЕ СЕРОВОДОРОДА ПРОКАТА ИЗ СТАЛИ 20 <i>Валюгин М.А., Мурсенков Е.С.</i>	248
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ АСИММЕТРИЧНОЙ ПРОКАТКИ <i>Платонов Ю.В.</i>	255
СПОСОБ РАСЧЕТА СКОРОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ «МЯГКОГО» ОБЖАТИЯ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ УСАДКИ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ОСЕВОЙ РЫХЛОСТИ <i>Кабаков З.К., Габеляя Д.И., Чуев А.А.</i>	261
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДРЕССИРОВКИ ШИРОКИХ ГОРЯЧЕКАТАНЫХ ТРАВЛЕННЫХ ПОЛОС <i>Антонов П.В., Парфенов Н.С., Болобанова Н.Л., Тимофеева М.А.</i>	267
ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ТАКТОВОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ УНИВЕРСАЛЬНОГО РЕЛЬСОБАЛОЧНОГО СТАНА <i>Головатенко А.В., Фастыковский А.Р., Мусатова А.И.</i>	272
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОРТОВЫХ ПРОФИЛЕЙ ПРОКАТКОЙ <i>Фастыковский А.Р., Осколкова Т.Н., Вахроломеев В.А., Глухов М.И., Прудников А.Н.</i>	278
ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ СОСТОЯНИЙ И ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ ДЛИННОМЕРНЫХ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО ЗАКАЛЕННЫХ РЕЛЬСОВ ПОСЛЕ ЭКСТРЕМАЛЬНО ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ <i>Кузнецов Р.В., Юрьев А.А., Шлярова Ю.А., Громов В.Е., Коновалов С.В., Иванов Ю.Ф.</i>	284
СИНТЕЗ КОМПЛЕКСНОЙ НОРМАТИВНОЙ МОДЕЛИ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПАРТИИ ПРОКАТНОЙ ПРОДУКЦИИ <i>Мусатова А.И., Кулаков С.М., Фастыковский А.Р.</i>	289

ВЛИЯНИЕ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КОМПОЗИТА Ti/TiB, ПОЛУЧЕННОГО МЕТОДОМ ИСКРОВОГО ПЛАЗМЕННОГО СПЕКАНИЯ <i>Озеров М.С., Поволяева Е.А., Громишова Д.В., Волокитина Е.И.</i>	298
ТЕРМИЧЕСКОЕ УПРОЧНЕНИЕ ПРЕССОВОК ИЗ ЗАЭВТЕКТИЧЕСКОГО СИЛУМИНА <i>Прудников А.Н., Прудников В.А., Рексис В.С.</i>	303
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАГРЕВА В КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩЕЙ СРЕДЕ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ <i>Афанасьев В.К., Попова М.В., Жибинова И.А.</i>	310
ПРИМЕНЕНИЕ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВА И ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАЭВТЕКТИЧЕСКИХ СИЛУМИНОВ <i>Афанасьев В.К., Попова М.В., Прудников А.Н., Жибинова И.А.</i>	315
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ МАРКИ К76Ф НА УДАРНУЮ СТОЙКОСТЬ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ <i>Уманский А.А., Симачев А.С., Думова Л.В., Сафонов С.О.</i>	323
ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА С ДОБАВКАМИ ДИОКСИДА ТИТАНА <i>Хамид. Махан М., Коновалов С.В., Куценко А.А., Куценко А.И., Цветков А.В., Панченко И.А.</i>	327
ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКА ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ СТРУКТУРОЙ И СВОЙСТВАМИ СТАЛЕЙ В ПРОЦЕССАХ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ <i>Васильев А.А., Колбасников Н.Г.</i>	332
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОКАТКИ РЕЛЬСЫ В НЕПРЕРЫВНОЙ ГРУППЕ КЛЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ QFORM <i>Белолипецкая Е.С., Соловьев В.Н.</i>	341
УПРАВЛЕНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СТРУКТУРОЙ ТРУБНЫХ МАРОК СТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ <i>Колбасников Н.Г., Жуков Н.В.</i>	348
ПРИЧИНЫ И МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ТИПА «МОРЩИНА» ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКЕ СОРТОВОЙ СТАЛИ <i>Колбасников Н.Г., Адигамов Р.Р., Шишов И.А., Зайцев А.М.</i>	356
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МНОГОСТУПЕНЧАТОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СПЛАВЫ СЕРИИ AL-MG-Si С ИЗБЫТКОМ КРЕМНИЯ И НЕБОЛЬШИМИ ДОБАВКАМИ СКАНДИЯ И ЦИРКОНИЯ <i>Арышенский Е.В., Лапшов М.А., Солопаев М.В., Коновалов С.В.</i>	367
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ РЕЛЬСОВ <i>Сарычев В.Д., Филяков А.Д., Чумаков И.И., Коновалов С.В.</i>	374
ВЛИЯНИЕ МЕДИ НА СТРУКТУРУ И ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ СПЛАВОВ Al – 40%Si <i>Афанасьев В. К., Попова М.В., Малюх М.А.</i>	379