

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

Исследования указывают на снижение загрязненности наплавленного металла силикатами недеформирующимися и отсутствие силикатов хрупких.

Выводы:

1. Показана принципиальная возможность использования барий – стронциевого карбонатита в качестве добавки в сварочные флюсы на основе шлака производства силикомарганца.

2. Использование барийстронциевого карбонатита позволяет снизить загрязненность сварного шва неметаллическими включениями: силикатами недеформирующимися, оксидами точечными и силикатами хрупкими.

Библиографический список

1. Study of the relationship between the composition of a fused flux and its structure and properties/ Amado Cruz Crespo, Rafael Quintana Puchol, Lorenzo Perdomo González, Carlos R. Gómez Pérez, Gilma Castellanos, Eduardo Díaz Cedréa & Tamara Ortíz / Welding International. – 2009.- Volume 23. - №2. - p. 120-131

2. Special features of agglomerated (ceramic) fluxes in welding/V. V. Golovko & N. N. Potapov//Welding International.– 2011.- Volume 25. - №11. - p. 889-893.

3. The influence of the air occluded in the deposition layer of flux during automatic welding: a technological aspect to consider in the quality of the bead/Rafael Quintana Puchol, Jeily Rodríguez Blanco, Lorenzo Perdomo Gonzalez, Gilma Castellanos Hernández & Carlos Rene Gómez Pérez//Welding International.– 2009.- Volume 23. - №2. - p. 132-140.

4. Obtaining a submerged arc welding flux of the MnO–SiO₂–CaO–Al₂O₃ – CaF₂ system by fusion/A.C. Crespo, R.Q. Puchol, L.P. Gonzalez, L.G. Sanchez, C.R. Gomez Perez, E.D. Cedre, T.O. Mendez & J.A. Pozol//Welding International.– 2007.- Volume 21. - №7. - p. 502-511.

5. Using a new general-purpose ceramic flux SFM-101 in welding of beams/ Yu. S. Volobuev, O. S. Volobuev, A. G. Parkhomenko, E. I. Dobrozhele & O. S. Klimenchuk//Welding International.– 2012.- Volume 26. - №8. - p. 649-653.

6. The development and properties of a new ceramic flux used for reconditioning rolling stock components/Yu.S. Volobuev, A.V. Surkov, O.S. Volobuev, P.N. Kipiani, D.V. Shestov, N.V. Pavlov, A.I. Savchenko/ Welding International.– 2010.- Volume 24. - №4. - p. 298-300.

7. A criterion for evaluating the activity of fused welding fluxes/N N Potapov, S A Kurlanov/ Welding International.– 1987.- Volume 1. - №10. - p. 951-954.

8. Determination of hydrogen in the form of moisture in basic electrode coatings and fluxing materials in metallurgical production/P L Babushkin, V Yu Persits/ Welding International.– 1991.- Volume 5. - №9. - p. 741-742.

9. Изготовление сварочных флюсов с использованием отвальных шлаков производства силикомарганца / Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Козырева О.Е., Липатова У.И. // Обработка материалов: современные проблемы и пути решения: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов / Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – С. 90-95.

10. О возможности использования шлака производства силикомарганца для изготовления сварочных флюсов / Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Липатова У.И., Козырева О.Е. // *Металлургия: технологии, инновации, качество: труды XIX научно-практической конференции: В 2 ч. Ч. 2 / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. Е.В. Протопопова. – Новокузнецк: Изд.центр СибГИУ, 2015. С. 188-191.*

УДК [661.665.1 : 621.762.21] : 669.02/.09

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ И СОСТАВА ПРОДУКТОВ ПЛАЗМООБРАБОТКИ МИКРОПОРОШКА КАРБИДА КРЕМНИЯ

Руднева В.В., Галевский Г.В., Черновский Г.Н.

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

Аннотация: *Исследованы условия плазмообработки микрошлифпорошка карбида кремния, фазовый и химический составы, наноуровень и механизм образования нанокристаллического карбида кремния.*

Ключевые слова: *карбид кремния, плазмообработка, фазовый и химический составы, нанокристаллическое состояние, механизм карбидообразования.*

RESEARCH OF CONDITIONS AND STRUCTURE OF PLASMA PROCESSING PRODUCTS OF SILICON CARBIDE MICROPOWDER

Rudneva V.V., Galevsky G.V., Chernovsky G.N.

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

Abstract: Conditions of plasma processing of microsection powder silicon carbide, phase and chemical structures, nanolevel and the mechanism of formation of nanocrystal silicon carbide are investigated.

Keywords: silicon carbide, plasma processing, phase and chemical structures, nanocrystal state, mechanism formation of carbides.

Современное производство карбида кремния почти полностью основано на способе Ачесона. Процесс углеродотермического синтеза карбида кремния осуществляется периодическим блоком процессом в электропечах сопротивления мощностью 4,5-5,5 МВА при температурах 2500-2900 К [1, 2]. В качестве нагревателя служит коксовый керн, выкладываемый в центре печи, вокруг которого насыпается шихта из кварцевого песка и нефтекоса. Применение мелких, достаточно чистых и тщательно перемешанных материалов, медленного нагрева (6 – 7 ч.) и длительной выдержки (20 – 22 ч.) обуславливают протекание реакций, в т.ч. и твердофазного типа, в режимах, близких к равновесным. Процесс развивается в практически неподвижной массе твердых реагентов с медленным перемещением фронта реакции от керна к наружной поверхности рабочего пространства печи. За время электротермического процесса в результате протекания химических реакций образуется кристаллический карбид кремния, а также продукты неполного восстановления: аморф, сростки и силоксикон. Значительная часть шихты играет роль теплоизоляции и не претерпевает заметного изменения состава. Химический состав зерна технического карбида кремния приведен в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Химический состав технического карбида кремния в зерне

Вид карбида кремния	Содержание компонентов, % масс.								
	SiC	Si	SiO ₂	C	Fe	Al	Ca	Mg	Ti
Зеленый	98,0-99,5	0,1-1,0	0,1-0,2	0,1-0,3	0,05-0,2	0,01-0,08	0,01-0,1	0,01-0,05	0,01-0,05
Черный	98,0-99,0	0,1-1,5	0,1-0,5	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,2	0,05-0,2	0,01-0,1	0,01-0,1

Отсортированный кусок карбида кремния размером менее 400 мкм направляется на производство шлифматериалов (шлифовальное зерно и шлифовальные порошки), представляющее многостадийный передел [2]. Зернистость особо тонких микрошлифпорошков обозначают по верхнему пределу размеров зерен основной фракции в соответствии с таблицей 2 [4]. Химический состав особо тонких микрошлифпорошков карбида кремния должен соответствовать требованиям таблицы 3. Порошки карбида кремния наноуровня могут быть получены плазмообработкой микрошлифпорошков.

Таблица 2 – Зернистость особо тонких микрошлифпорошков

Зернистость	M3	M2	M1
Размер зерен основной фракции, мкм	3,0 – 2,0	2,0 – 1,0	1,0 – 0,5

Таблица 3 – Химический состав особо тонких микрошлифпорошков из карбида кремния зеленого

Марка	Зернистость	Химический состав, % масс.		
		SiC	Fe	C _{своб.}
		не менее	не более	
64С	M2	92,0	0,4	0,4
63С		90,0	0,6	0,7

Для плазмообработки выбран микрошлифпорошок КЗ 64С М5 с удельной поверхностью 4500 м²/кг, содержащий примеси азота, кислорода и железа в количестве 0,7; 3,3 и 0,5 % масс. соответственно. Микрофотография микрошлифпорошка карбида кремния зеленого представлена на рисунке 1, а дифрактограмма – на рисунке 2. На дифрактограмме имеются все основные рефлексии α-SiC_{II} и β-SiC, что хорошо согласуется с приведенными в [5] данными о политипном составе технического карбида кремния.

При проведении исследований в качестве теплоносителя и транспортирующего газа использовался азот технической чистоты. Начальная температура азотного плазменного потока в зависимости от подводимой к плазматронам мощности составляла 3300, 5000, 5400, 5600 К. Закалка конденсированных продуктов обработки осуществлялась при температуре 2800 К путем адиабатического расширения газового потока на выходе из реактора.

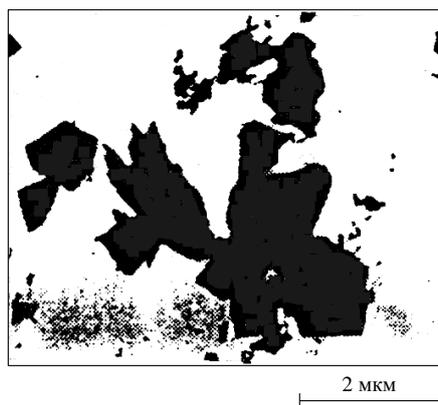


Рисунок 1 – Микрофотография микрошлифпорошка карбида кремния К3 64С М5

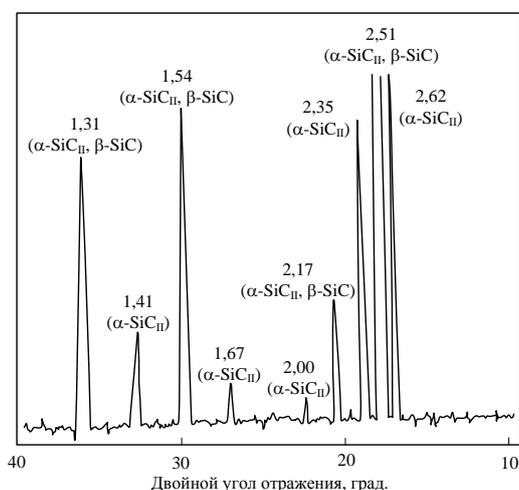


Рисунок 2 – Дифрактограмма микрошлифпорошка карбида кремния К3 64С М5

Изучалось влияние на процесс начальной температуры плазменного потока и массового расхода карбида кремния. Физико-химическая аттестация продуктов плазмообработки проводилась с использованием методик исследования нанокристаллических материалов, описанных в работах [6 – 11]. Полученные результаты приведены в таблице 4 и на рисунке 3.

Таблица 4 – Влияние начальной температуры плазменного потока на фазовый состав и дисперсность порошков карбида кремния

Начальная температура плазменного потока, К	Массовый расход, кг SiC/м ³ N ₂	Фазовый состав, % масс.		Удельная поверхность, м ² /кг
		β-SiC	α-SiC _{II}	
5600	0,06	95,0	5,0	30000
5400	то же	95,0	5,0	28000
5000	– " –	89,0	11,0	24000
3300	– " –	19,0	81,0	12000
5600	0,15	25,0	79,0	19000
5400	то же	23,0	77,0	18000
5000	– " –	22,0	78,0	17000
3300	– " –	15,0	85,0	13000

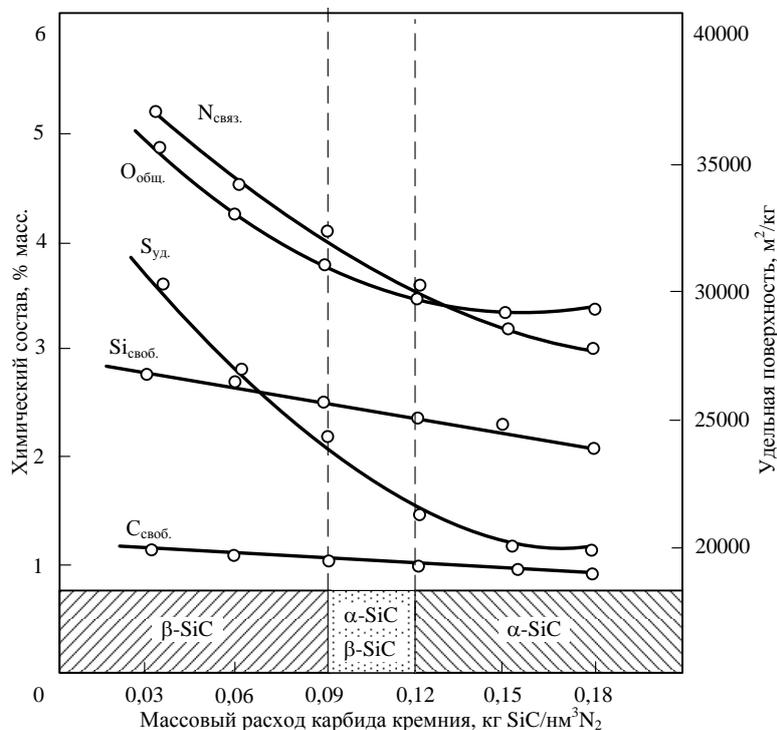


Рисунок 3 – Зависимость фазового и химического составов, удельной поверхности продуктов плазмообработки от массового расхода карбида кремния

При массовом расходе карбида кремния 0,06 кг SiC / нм³ N₂ основным продуктом является β-SiC, причем чем выше начальная температура плазменного потока, тем больше удельная поверхность, а, следовательно, и дисперсность частиц порошка. При более высоком массовом расходе карбида кремния структурное превращение α-SiC_{II} → β-SiC не происходит. При этом дисперсность продуктов плазмообработки с возрастанием начальной температуры потока изменяется незначительно.

Влияние массового расхода карбида кремния на кристаллическую структуру, удельную поверхность и химический состав продуктов плазмообработки исследовано при начальной температуре потока 5600 К и температуре закалки 2800 К. Как видно из рисунка 3, удельная поверхность получаемого карбида кремния уменьшается с повышением массового расхода исходного микрошлифпорошка. При этом содержание кислорода в порошке изменяется от 4,9 до 3,4 % масс. (во всех случаях больше, чем в исходном, составляющем 3,0 % масс.). Содержание азота в продуктах плазмообработки при минимальном массовом расходе карбида кремния достигает 5,2 % масс. Однако рентгенофазовым анализом нитридной и оксинитридной фаз кремния не обнаружено. Это дает основание считать, что азот в карбидсодержащих продуктах плазмообработки находится в виде твердого раствора замещения. Структура образующегося карбида кремния существенно зависит от массового расхода исходного микрошлифпорошка и, следовательно, способности плазменного потока гомогенизировать процесс, т.е. перевести в паровую фазу исходное порошкообразное сырье. При малом массовом расходе (0,06-0,09 кг SiC / нм³ N₂) при нагреве происходит преимущественно диспропорционирование карбида кремния, испарение кремния с последующей карбидизацией, что подтверждается достигаемыми при этом значениями удельной поверхности, характерными для порошков плазмометаллургического синтеза. Закономерным результатом протекающих при этих условиях в плазменном потоке процессов является преимущественное образование карбида кремния в виде β-модификации по механизму "пар – кристалл". Дифрактограмма полученного плазмообработкой при массовом расходе 0,06 кг SiC / нм³ N₂ нанодисперсного порошка карбида кремния приведена на рисунке 4. Можно видеть, что в результате плазмообработки рефлексы α-SiC_{II} (2,62; 2,35 Å) значительно уменьшились; другие рефлексы α-SiC_{II} (2,00; 1,67; 1,41 Å) исчезли. В то же время высота совместных рефлексов α-SiC_{II} и β-SiC (2,51; 2,17; 1,54; 1,31 Å) осталась примерно той же. Значительное уменьшение и исчезновение рефлексов α-SiC_{II} (2,62; 2,35; 2,00; 1,67; 1,41 Å) свидетельствует об уменьшении содержания этого полиморфа в нанопорошке, что подтверждается количественным определением содержания фаз. Следовательно, нанопорошок представлен в основном β-SiC при незначительном содержании α-SiC_{II}.

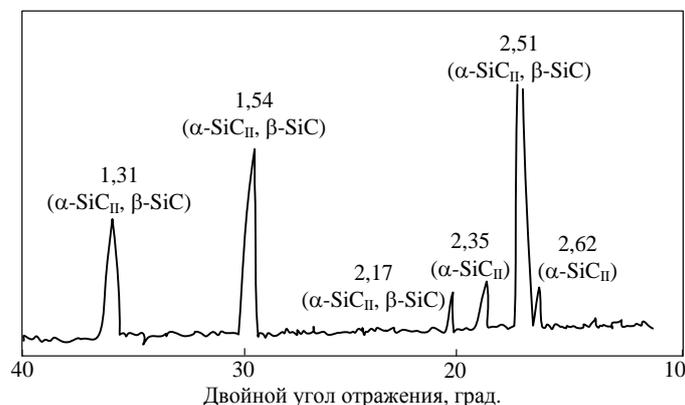


Рисунок 4 – Дифрактограмма плазмообработанного карбида кремния

При более высокой загрузке реактора (0,15-0,18 кг SiC / $\text{нм}^3 \text{N}_2$) теплосодержание плазменного потока оказывается недостаточным для испарения микрошлифпорошка карбида кремния и, следовательно, осуществления структурного превращения $\alpha\text{-SiC}_{\text{II}} \rightarrow \beta\text{-SiC}$. В связи с этим в данном случае наиболее вероятным механизмом диспергирования становится термическое растрескивание и разрушение частиц микрошлифпорошка карбида кремния.

Таким образом установлено, что продукты плазмообработки характеризуются высокой дисперсностью (20000-30000 $\text{м}^2/\text{кг}$), соответствующей наноуровню. Однако полученный данным способом НДП карбида кремния содержит значительное (5-10 % масс.) количество SiO_2 , обусловленное окислением продуктов кислородом и парами воды, вносимыми плазмообразующим газом. В связи с этим дальнейшие экспериментальные исследования плазмообработки микрошлифпорошка карбида кремния проводились в следующих двух направлениях:

1) Плазмообработка в осушенных и очищенных технологических газах.

2) Плазмообработка микрошлифпорошка в технологических газах, содержащих добавки углеводородов, для предотвращения окисления исходных материалов и продуктов синтеза.

При экспериментальных исследованиях начальная температура плазменного потока составляла 5600 К. Закалка продуктов синтеза осуществлялась при температуре 2800 К. Во всех экспериментах массовый расход микрошлифпорошка составлял 0,12 кг SiC на 1 $\text{нм}^3 \text{N}_2$. Сушка и очистка плазмообразующего газа проводилась в аппарате колонного типа с хромоникелевым наполнителем и электрическим обогревом до температуры 750-850 К. Добавки углеводорода – технического пропана вводились вместе с исходным порошком в зону соударения плазменных струй в количествах, изменяющихся от половины необходимого по стехиометрии для связывания кислорода в СО до четырехкратного избытка. Результаты исследований приведены в таблице 5. Для сравнения в таблице представлены также данные, полученные при плазменной обработке микрошлифпорошка в неподготовленных технологических газах.

Таблица 5 – Влияние состава технологических газов на характеристики продуктов плазмообработки микрошлифпорошка

№	Состав технологических газов	Фазовый состав, % масс.		Химический состав, % масс.				$S_{\text{уд.}}$, $\text{м}^2/\text{кг}$
		$\beta\text{-SiC}$	$\alpha\text{-SiC}_{\text{II}}$	$\text{Si}_{\text{своб.}}$	$\text{C}_{\text{своб.}}$	SiO_2	Fe	
1	$\text{N}_2+0,5\%\text{об. O}_2$	57,0	43,0	2,25	1,07	6,6	0,32	21500
2	$\text{N}_2+0,007\%\text{об. O}_2$	56,0	44,0	3,00	0,88	2,7	0,37	26000
3	$\text{N}_2+0,5\%\text{об. O}_2+$ $0,1\%\text{об. C}_3\text{H}_8$	55,0	45,0	2,05	0,82	3,8	0,29	23000
4	$\text{N}_2+0,5\%\text{об. O}_2+$ $0,44\%\text{об. C}_3\text{H}_8$	52,0	48,0	1,05	0,78	2,5	0,31	21000
5	$\text{N}_2+0,5\%\text{об. O}_2+$ $0,84\%\text{об. C}_3\text{H}_8$	59,0	41,0	1,01	0,91	2,5	0,27	19000
6	$\text{N}_2+0,5\%\text{об. O}_2+$ $1,4\%\text{об. C}_3\text{H}_8$	56,0	44,0	1,12	1,1	2,3	0,29	22000

Как видно из таблицы 5, очистка технологических газов от кислорода и паров воды и введение углеводорода в количестве от 2х-кратного избытка по стехиометрии и более приводит к значительному уменьшению окисленности продуктов (содержание 2,7 и 2,5 % масс. SiO_2 в опытах № 2 и № 4-5 соответственно) по сравнению с карбидом кремния, обработанным в неподготовленных техноло-

гических газах (6,6 % масс. SiO₂ в опыте № 1) при сопоставимых фазовом составе и дисперсности. Микрофотография НДП карбида кремния, полученного при условиях опыта № 6, приведена на рисунке 5.

Можно видеть, что порошок содержит частицы осколочной и ограненной форм, что косвенно подтверждает двухканальный механизм диспергирования частиц исходного микрошлифпорошка: термическое растрескивание с сохранением фазы α-SiC_{II} и испарение с последующей конденсацией по схеме "пар – кристалл" с образованием β-SiC.

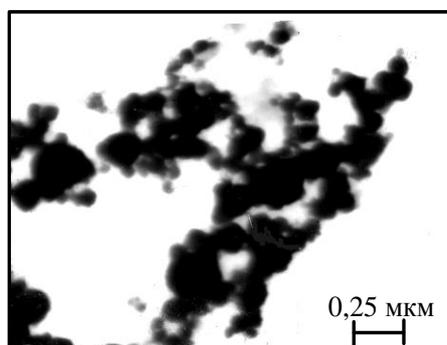


Рисунок 5 – Микрофотография плазмообработанного карбида кремния

Оптимальные значения технологических факторов и основные характеристики продукта плазмообработки, полученные при пятикратном дублировании опытов, приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры процесса плазмообработки микрошлифпорошка и основные характеристики получаемого нанодисперсного карбида кремния (мощность реактора 80 кВт)

Параметры плазменной обработки и характеристики	Значения
Состав газа – теплоносителя, % об. - азот	100
Крупность сырья, мкм - микрошлифпорошка - бора	4-5 -1*
Производительность по сырью, кг/ч	1,60
Количество восстановителя, % об. от объема газа - теплоносителя	0,44-0,84
Содержание бора в шихте, % масс.	3,00*
Начальная температура плазменного потока, К	5600
Температура закалки, К	2800
Фазовый состав	β-SiC, α-SiC _{II} , SiO ₂ ам.
Химический состав, % масс. - основная фаза	90,00-92,00
- сопутствующие примеси	
кремний	1,00-1,15
оксиды	3,00-3,50
свободный углерод	0,90-1,0
общий бор	2,45-2,63*
летучие	2,12-2,72
Удельная поверхность, м ² /кг	19000-21000
Средний размер частиц, нм	100-110
Форма частиц	ограненная, осколочная
Производительность по целевому продукту, кг/ч	1,45
Примечание: * при получении карбида кремния, легированного бором	

Выводы.

Исследован процесс плазмообработки карбида кремния, включающий введение его микрошлифпорошка марки КЗ 64 М5 в плазменный поток азота с начальной температурой 5600 К, плазмообработку и закалку при температуре 2800 К. Установлено, что продуктом обработки является карбид кремния в нанодисперсном состоянии, фазовый состав которого зависит от массового расхода исходного микропорошка: β-SiC при 0,03-0,12 кг/нм³ N₂, β-SiC+α-SiC_{II} при 0,12-0,15 кг/нм³ N₂, α-SiC_{II} при 0,15 и выше кг/нм³ N₂. Выявлен двухканальный механизм диспергирования исходных карбидных

частиц: термическое растрескивание с сохранением фазы α -SiC_{II} и испарение с последующей конденсацией по схеме "пар – кристалл" с образованием β -SiC. Подтверждена возможность повышения окислительной устойчивости нанокристаллического карбида кремния при добавке в плазменный поток азота углеводородов (пропан) в количестве 0,44-0,84 % об. от объема газа – теплоносителя. Определены оптимальные значения технологических факторов и основные характеристики нанокристаллического карбида кремния: содержание основной фазы – до 92,00 % масс., кремния и свободного углерода – до 1,00 % масс., оксидов (в пересчете на SiO₂) – до 3,50 % масс.; удельная поверхность 19000-21000 м²/кг; средний размер частиц 100-110 нм.

Библиографический список

1. Данцис Я.Б. Электротермические процессы химической технологии : учеб. пособ. для вузов / Я.Б. Данцис [и др.]. – Л. : Химия, 1984. – 464 с., ил.
2. Порада А.Н. Электротермия неорганических материалов / А.Н. Порада, М.И. Гасик. – М. : Metallurgia, 1990. – 232 с.
3. NeHudLit.Ru. Нехудожественная библиотека [Электронный ресурс] / база данных содержит сведения о математике, физике, химии и других науках. – Электрон. дан. – М., [200-]. – Режим доступа: <http://nehudlit.ru>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
4. ОСТ 2 МТ 71-1-82. Материалы шлифовальные. Особо тонкие микрошлифпорошки. Технические условия. – Введ. 01.01.83. – М. : Минстанкопром, 1983.
5. Косолапова Т.Я. Неметаллические тугоплавкие соединения / Т.Я. Косолапова [и др.]. – М. : Metallurgia, 1985. – 224 с.
6. Ширяева Л.С. Исследование композиционных электрохимических покрытий никель – нанокристалл хрома / Л.С. Ширяева, И.В. Ноздрин, Г.В. Галевский, В.В. Руднева // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2014. - № 2. – Т. XXII. – С. 51 – 57.
7. Руднева В.В. Термоокислительная устойчивость нанопорошков тугоплавких карбидов и боридов / В.В. Руднева, Г.В. Галевский // Изв. вузов. Черная металлургия. – 2007. - № 6. – С. 6 – 8.
8. Галевский Г.В. Особенности применения традиционных методов исследования физико-химических и технологических свойств тугоплавких карбидов и боридов для аттестации их высокодисперсного состояния / Г.В. Галевский, В.В. Руднева, С.Г. Галевский // Вестник горно-металлургической секции РАЕН. Отделение металлургии : сб. науч. трудов. - СибГИУ, Новокузнецк, 2003. – В. 12. – С. 78 – 86.
9. Галевский Г.В. Металлургия алюминия. Мировое и отечественное производство : оценка, тенденции, прогнозы/ Г.В. Галевский, Н.М. Кулагин, М.Я. Минцис.– М.: Флинта: Наука, 2004.– 278 с.
10. Руднева В.В. Исследование термоокислительной устойчивости нанопорошков тугоплавких карбидов и боридов / В.В. Руднева, Г.В. Галевский // Изв. вузов. Цветная металлургия. – 2007. - № 2. – С. 59 – 63.
11. Руднева В.В. Особенности электроосаждения и свойства композиционных покрытий с наноконтактами/ В.В. Руднева, Г.В. Галевский // Изв. вузов. Черная металлургия.– 2007.- № 3.– С. 39– 43.

УДК 519.237: 669.018.25

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ СИСТЕМЫ Fe-C-Si-Mn-Cr-Mo-Ni-V-Co

Гусев А.И., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Попова М.В., Корнев Е.С.

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

Аннотация: Изучено влияние введения ванадия и кобальта в шихту порошковой наплавочной проволоки системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Mo-Ni, используемой при наплавке узлов и деталей оборудования и механизмов, работающих при абразивно и абразивно-ударных нагрузках. В лабораторных условиях изготовлены образцы порошковых проволок с использованием соответствующих порошкообразных материалов и в качестве углеродфторсодержащего материала - пыли газоочистки алюминиевого производства.

Ключевые слова: сварка, флюс, шлак, порошковая проволока, наплавка, микроструктура, твердость, износостойкость, многофакторный анализ.

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 СЛОЕВ 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., Стафецкий 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.	
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., Спириин 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., Берсенов 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 РЕСУРСΟΣБЕРЕЖЕНИЯ	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
Бульжёв 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
Полтойнин 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