

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЫПУСК 26

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
17 – 18 мая 2022 г.*

ЧАСТЬ I

Под общей редакцией профессора С.В. Коновалова

**Новокузнецк
2022**

ББК 74.48.288
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Коновалов С.В.,
д-р физ.-мат. наук, профессор Громов В.Е.,
д-р техн. наук, профессор Фрянов В.Н.,
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.,
д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.,
д-р техн. наук, доцент Фастыковский А.Р.,
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 17–18 мая 2022 г. Выпуск 26. Часть I. Естественные и технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. С.В. Коновалова – Новокузнецк; Издательский центр СибГИУ, 2022. – 427 с. : ил.

ISSN 2500-3364

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Первая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области естественных наук, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых; металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2022

Библиографический список

1. Лазаревский П.П. Комплексное изучение металлургических характеристик и повышение эффективности использования кварцитов Сунгайского рудопоявления: дисс. канд. техн. наук, спец. 05.16.02 / П.П. Лазаревский – Новокузнецк, 2013. – 120 с.

УДК: 669.15-198

ПОЛУЧЕНИЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ ИЗ ВЫСОКОЗОЛЬНЫХ УГЛЕЙ

Мосин Р.А., Лазаревская М.Н., Лазаревский П.П.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Уманский А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: lazura@ya.ru*

В рамках исследовательской работы высокотемпературная пиролизация длиннопламенных высокозольных улей. В результате высокой концентрации кремнезема в золе угля при изотермической выдержке произошла реакция восстановления кремния до карбида.

Ключевые слова: углеродистый восстановитель, карбид кремния, кремнезем, пиролиз.

Традиционно одним из требований к углеродистым восстановителям при выплавке кремнистых сплавов является низкое содержание золы [1]. Однако в составе золы различных углей содержится кремнезем. При этом его концентрация изменяется в широких пределах. Целью исследований является определение возможности получения карбида кремния из высокозольных углей.

Опытные работы проводили в индукционной печи УИ-35П при температуре 1650 – 1680 °С. В качестве исходного сырья использовали уголь марки Д (фр. 0 – 40 мм). Технический анализ углей: зола A_d 12,91%, летучие V_d 28,78%, влаг W_t 4,25, содержание SiO_2 в золе 63,41%. Навеску угля помещали в графитовую трубу ($\varnothing_{внутр} = 80$ мм.), установленную в тигель индукционной печи, и производили набор мощности. В результате воздействия электромагнитного поля происходила передача тепловой энергии нагреваемой графитовой трубы к углю. С целью предотвращения взаимодействия угля с воздухом в процессе нагрева верхний торец трубы плотно закрывали асбестовой крышкой. Для отвода образующихся газов в крышке выполнено отверстие 10 мм в которое установлена кварцевая трубка. Контроль температуры осуществляли посредством термопары ВР5/20 спай, которой размещен в центр реакционной зоны графитовой трубы. Схема лабораторной установки приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема лабораторной установки

В процессе нагрева углей наблюдалось обильное газообразование сопровождающееся «плотным» оранжево-белым дымом. После достижения температуры 1650°C производилась изотермическая выдержка до прекращения интенсивного дымообразования. Таким образом, суммарная продолжительность процесса составила 34 мин. После изотермической выдержки содержимое печи выгружали в стальную изложницу. Фотографии угля до и после термообработки (пиролиза) приведены на рисунке 2.

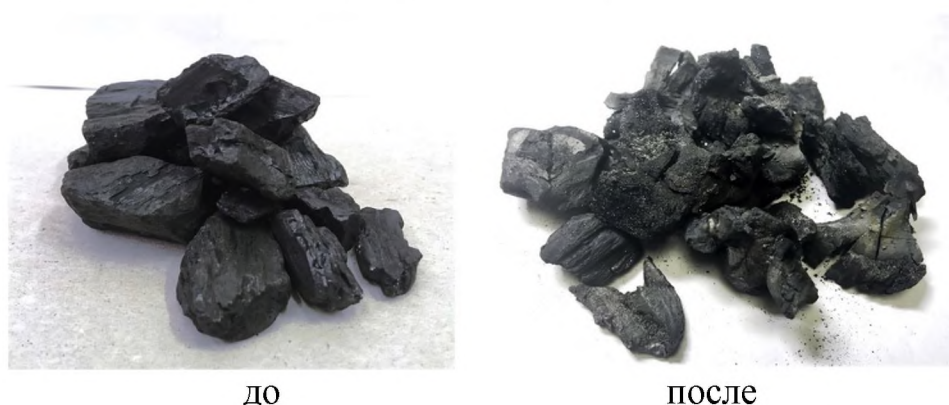


Рисунок 2 – Образцы угля до и после термообработки (пиролиза)

Получен продукт, представленный пористым пиролизным остатком с многочисленными порами и трещинами. При этом на поверхности наблюдалось образование черных блестящих кристаллов размером до 1 мм.

Потеря массы от исходной навески угля составила 33 %, в результате отсева пиролизного остатка количество мелкой фракции менее 5 мм составило 44 %.

Полученный пиролизный остаток подвергли химическому и рентгенофазовому анализу результаты приведены в таблице 1 и на рисунке 3.

Таблица 1 – Результаты химического и рентгенофазового анализа

Технические параметры	Показатели, %
зола Ad	29,35
летучие Vd	1,23
влага Wt	0,11
углерод (C)	85,07
сера (S)	1,81
фосфор (P)	0,07
Состав золы	Содержание компонентов, %
Fe ₂ O ₃	15,71
CaO	8,17
MgO	3,64
Al ₂ O ₃	10,7
SiO ₂	отсутствует
K ₂ O	0,14
Na ₂ O	3,11
TiO ₂	0,49
Si	1,17
SiC	53,06
Рентгенофазовый анализ (РФА)	
Много: двухмерноупорядоченный углерод;	
Присутствует: SiC (4H);	
Немного: C (графит), α- Fe ₂ O ₃ (гематит), примеси	

Из результатов химического и рентгенофазового анализа следует, что в золе полученного продукта отсутствует остаточный кремнезем (SiO₂), при этом кремний представлен в виде карбида (SiC), что свидетельствует о полном протекании реакции восстановления кремния.

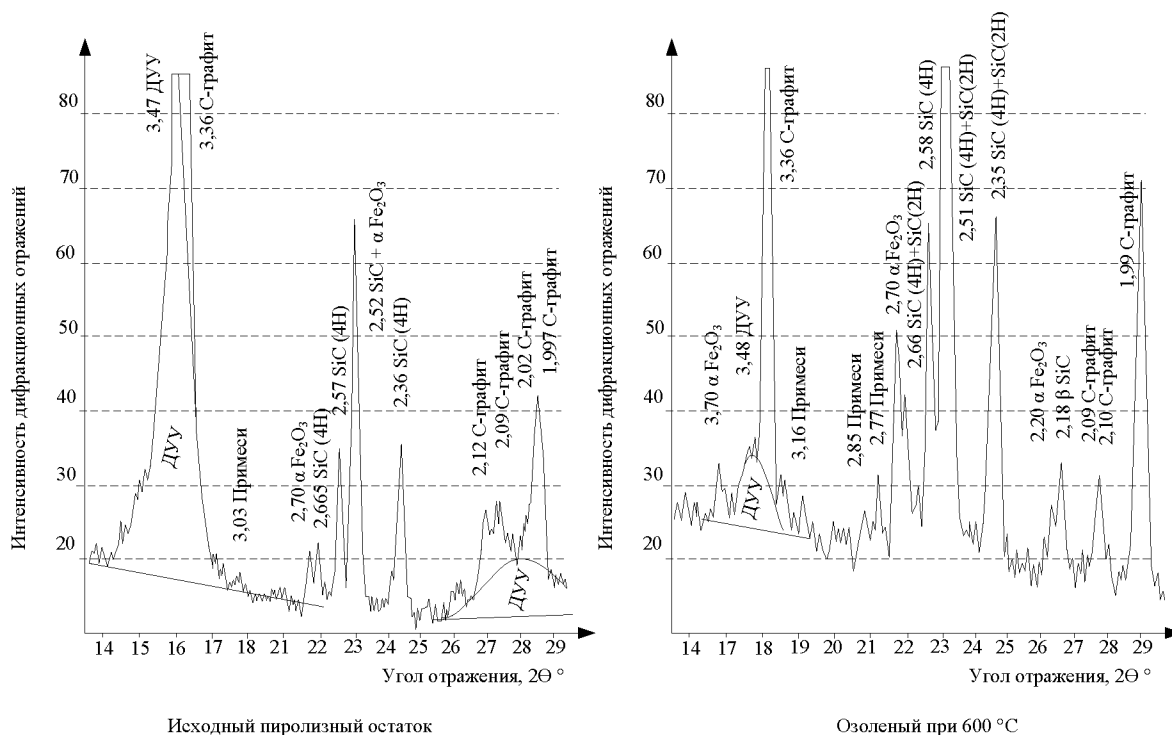


Рисунок 3 – Участок рентгенофазовой дифрактограммы

Кроме того результаты рентгенофазового анализа показывают, что весь карбид кремния находится в виде α модификации с 4-х гексагональной решеткой, что также характеризует полноту протекания реакции синтеза карбида кремния с последующей перекристаллизацией [2].

Таким образом, полученные результаты показывают принципиальную возможность синтеза карбида кремния из кремнезема, содержащегося в золе углей с получением высокорекреационного углеродистого материала. Полученные качественные показатели пиролизного остатка отвечают требованиям, предъявляемым к углеродистому восстановителю типа и позволяют рассматривать его как сырье для производства ферросплавов.

Библиографический список

1. Мизин, В. Г. Углеродистые восстановители для ферросплавов / В.Г. Мизин, Г. В. Серов – М.: Metallurgy, 1976. – 272 с.
2. Лазаревский П.П. Комплексное изучение металлургических характеристик и повышение эффективности использования кварцитов Сунгайского рудопроявления: дисс. канд. техн. наук, спец. 05.16.02 / П.П. Лазаревский – Новокузнецк, 2013. – 120 с.

УДК: 669.15-198

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСИЛИЦИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗООБРАЗНОГО АЗОТА

Лазаревская М.Н. Лазаревский П.П.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Уманский А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: lazura@ya.ru*

В рамках исследовательской работы проведена серия экспериментальных плавов ферросилиция с продувкой печного пространства газообразным азотом. По результатам испытаний определены технологические параметры выплавки ферросилиция с применением газообразного азота

Ключевые слова: ферросилиций, газообразный азот, печь постоянного тока.

Ранее проведенные исследования по оценке металлургических характеристик брикетированной моношихты для производства технического кремния на плазменной печи теоретически подтвердили влияние газообразного азота на восстановительные процессы при производстве кремнистых сплавов. Согласно разработанным технологическим решениям в рудотермической однофазной печи постоянного тока (W 250 кВА) проведена серия опытных плавов ферросилиция.

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТАХ <i>Тайлаков А.О., Кундро К.А.</i>	192
ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА НА УГОЛЬНОЙ ШАХТЕ <i>Тайлаков А.О., Кундро К.А.</i>	197
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ГОРНОРУДНОЙ ОТРАСЛИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН <i>Никитина А.М., Риб С.В.</i>	201
РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕР ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ГОРНОРУДНОЙ ОТРАСЛИ В РОССИИ <i>Никитина А.М., Риб С.В.</i>	204
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПЕРЕБОЙНОЙ РАБОТЫ МЕЛЬНИЦ МОКРОГО САМОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ <i>Гельгенберг И.О., Садов Д.В.</i>	209
АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ИМПОРТНОГО ПРОХОДЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ШАХТАХ КУЗБАССА <i>Гельгенберг И.О.</i>	213
III МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	219
БРИКЕТИРОВАННАЯ ШИХТА ДЛЯ ВЫПЛАВКИ КРЕМНИСТЫХ СПЛАВОВ <i>Мосин Р.А. Лазаревская М.Н. Лазаревский П.П.</i>	219
ПОЛУЧЕНИЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ ИЗ ВЫСОКОЗОЛЬНЫХ УГЛЕЙ <i>Мосин Р.А., Лазаревская М.Н., Лазаревский П.П.</i>	226
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ВЫПЛАВКИ ФЕРРОСИЛИЦИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗООБРАЗНОГО АЗОТА <i>Лазаревская М.Н. Лазаревский П.П.</i>	229
КОМБИНИРОВАННАЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КАК СПОСОБ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ <i>Кашин С.С.</i>	233
ПОЛУЧЕНИЕ ХРОМОНИКЕЛЕВЫХ ЧУГУНОВ МЕТОДОМ ПРЯМОГО ЛЕГИРОВАНИЯ <i>Трошкин М.В., Лазаревский П.П.</i>	237
РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ И ВЫБОРУ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ РОТОРНЫХ ПЕЧЕЙ <i>Трошкин М.В. Лазаревский П.П.</i>	243
АНАЛИЗ ГАЗОНАСЫЩЕННОСТИ ЧУГУНОВ ВЧ50 И ЧХЗ <i>Арапов С.Л., Мурзин А.К., Давыдыч Р.Е.</i>	247
ЦИФРОВИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЕМ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ <i>Кокорин В.С., Буркова А.А., Морозов М.А.</i>	252