

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой теплофизики и информатики в металлургии, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Спирина Николая Александровича
на диссертацию Закуцкой Любови Анатольевны
«Научно обоснованные технологические решения комплексного использования кремниймарганцевых руд Ниязгуловского месторождения в металлургии черных металлов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 – Металлургия черных, цветных и редких металлов

Актуальность темы.

Кремниймарганцевые руды служат важным компонентом шихты при выплавке чугуна в доменных печах и при производстве ферросплавов, особую значимость которым придаёт зависимость России по марганцу от импортного сырья. В современных условиях марганецсодержащее сырьё ввозится в Российскую Федерацию из стран Африки. В связи с этим диссертационное исследование, направленное на разработку и научное обоснование технологических решений, обеспечивающих комплексное использование бедных кремниймарганцевых руд Ниязгуловского месторождения при производстве металла для расширения сырьевой базы металлургических предприятий, является актуальным.

Общая характеристика работы

Диссертация изложена на 127 страницах, содержит 47 таблиц, 17 рисунков и одно приложение. Состоит из введения, 4 глав, заключения, библиографического списка из 153 наименований.

В первой главе «Состояние вопроса. Постановка цели и задач» представлен обзор научной и технической литературы, описывающий сырьевые базы марганецсодержащих руд России и зарубежья. Приведен анализ вопроса получения ферросиликомарганца и опыта использования марганцевых руд при промывке горна доменных печей. Сформулированы цель и задачи работы.

Во второй главе «Методика проведения исследований» представлена разработанная диссертантом структура комплексного использования кремниймарганцевых руд в металлургическом производстве. Описана методика определения химического и минералогического состава кремниймарганцевой руды месторождения Ниязгулово, методика физического моделирования загрузки руды в доменные печи в качестве промывочного материала, методики лабораторных исследований твердофазного восстановления кремниймарганцевой руды в среде водорода с

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»	
за №	_____
Дата регистрации	01.04.2025
Фамилия регистратора	_____

использованием печи фирмы «LECO» и жидкофазного восстановления кремниймарганцевой руды в лабораторной индукционной печи. Для адаптации результатов лабораторных испытаний к промышленным условиям были экспериментально определены поправочные коэффициенты, равные 1,14 для марганца и 1,3 для кремния.

В третьей главе «Разработка и внедрение рациональных режимов использования марганецсодержащей руды Ниязгуловского месторождения в доменных печах ПАО «ММК»» представлены результаты физического моделирования распределения кремниймарганцевой руды в колошниковом пространстве. Исследования выполнены применительно к печам №№ 6 и 10 ПАО «ММК», в результате чего получены уравнения, комплексно описывающие долю кремниймарганцевой руды, поступающей на порядковую станцию лотка в строке матрицы, в зависимости от размещения ее в бункере БЗУ для условий односкипового и двухскипового его заполнения. Описаны результаты промышленных исследований 29-ю периодами работы доменных печей № 6 и 10 ПАО «ММК», отличающихся вариантами загрузки кремниймарганцевой руды в колошниковое пространство печи. Ее загружали в зону с повышенной и пониженной рудной нагрузкой, а также равномерно по сечению, что позволило выявить рациональные режимы набора кремниймарганцевой руды Ниязгуловского месторождения для условий ПАО «ММК» в зависимости от горячей прочности кокса по CSR.

В четвертой главе «Физическое моделирование процесса выплавки ферросиликомарганца с применением кремниймарганцевой руды» приведены результаты лабораторных экспериментов получения предварительно восстановленной водородом кремниймарганцевой руды и ферросиликомарганца из сырья Ниязгуловского месторождения и выполненных расчетов по получению ферросиликомарганца с применением руды Ниязгуловского месторождения в различных вариантах. Расчетами установлено, что для обеспечения содержания марганца и кремния в ферросиликомарганце FeMnSi18 по ГОСТ 4756-91 необходимо обеспечивать долю кремниймарганцевой руды Ниязгуловского месторождения в интервале от 40 до 55 и 58 % соответственно при использовании в составе шихты концентрата месторождений Габона и руды Парнокского месторождения. Описаны результаты получения ферросиликомарганца жидкофазным восстановлением шихты различного состава.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Выносимые на защиту научные положения являются достоверными и обоснованными, что подтверждается использованием современных эмпирических и теоретических методов исследований, применением апробированных положений математической статистики, привлечением современных статистических программных пакетов при обработке данных, соблюдением нормативов по ГОСТ 25732-88, 22772.0-96, 16598-80.

Обоснованиями представленных выводов и рекомендаций служат: исследование физико-механических свойств кремниймарганцевой руды, применение критериев подобия при моделировании режимов продвижения кремниймарганцевой руды через загрузочное устройство в колошниковое пространство, многовариантные промышленные эксперименты. Научные положения уточнены результатами экспериментов, выполненных с использованием электрической вертикальной печи с рамой, реакционной камерой и весовой системой фирмы «Лесо» при моделировании твердофазного восстановления, индукционной печи ИСТ-0,06 при жидкофазном процессе.

Научная ценность и практическая значимость результатов диссертации

Научная ценность результатов исследования заключается в установлении зависимостей поступления кремниймарганцевой руды совместно с агломератом и окатышами из лоткового загрузочного устройства на поверхность засыпи от размещения руды в объеме всех материалов, углового положения лотка и массы содержимого бункера БЗУ.

Сформулированы принципы локальной загрузки кремниймарганцевой руды в доменную печь при ухудшении условий дренажа жидких продуктов плавки в горне печи, основанные на прочностных характеристиках кокса. При ее работе на коксе с горячей прочностью CSR более 40 % целесообразно осуществлять промывку в зоне с повышенной рудной нагрузкой. При работе печи с горячей прочностью CSR менее 40 % – осевую зону.

Установлено, что с ростом содержания кремниймарганцевой руды в шихте от 30 до 100 % степень извлечения марганца уменьшилась на 42,9 % отн. при росте степени извлечения кремния на 49,8 % отн.

Практическая ценность заключается в повышении эффективности использования кремниймарганцевой руды при промывке горна доменных печей ПАО «ММК», оснащенных бесконусным загрузочным устройством (БЗУ) лоткового типа. Внедрение в ПАО «ММК» разработанного режима по загрузке обеспечило повышение производительности печи в среднем на 0,48 % и снижение удельного расхода кокса в среднем на 0,43 % на каждые 10 кг/т чугуна кремниймарганцевой руды в интервале 21,4-40,6 кг/т чугуна.

Разработанные технологические решения позволяют использовать кремниймарганцевое сырье крупных и мелких фракций, обеспечивая комплексность переработки таких руд.

Замечания по диссертации

1. В таблице 1.3 показана нестабильность состава кремниймарганцевых руд Ниязгуловского месторождения: содержание Mn и SiO₂ изменяется в 2 и более раз. В дальнейших исследованиях эта проблема автором не обсуждается.

2. В работе прослеживается связь между показателями дренажной способности горна и локальной зоной доменной печи (периферия, рудный гребень или осевая), имеющей затруднение при движении продуктов плавки через слой кокса. Опираясь на эти результаты, определяется режим загрузки кремниймарганцевой руды в колошниковое пространство печи. При этом изменение режима загрузки осуществляют исходя из величины горячей прочности кокса по CSR. Таким образом, автор работы заранее предполагает, что причиной ухудшения дренажа горна является низкая величина CSR кокса притом, что причины могут быть различны. Например, ухудшение условий фильтрации жидких продуктов плавки через слой кокса может быть следствием использования в шихте коксовой фракции, неполное ее расходование до горизонта фурм и загромождение насадки в горне мелочью.
3. Для расчета вязкости шлака используется степень приближения фактического коэффициента распределения серы между чугуном и шлаком к его равновесному значению (3.1) и дана ссылка на книгу Куликова И.С. В данной книге такой формулы рецензент не нашел. Отсутствует обоснование и выбор численного значения K – коэффициента, учитывающего условия работы печи. Чем объясняется невозможность использования обоснованного, широко используемого и надежного метода расчета вязкости шлака с использованием шлаковых диаграмм?
4. Уравнения (3.6)-(3.10) в диссертации, полученные в результате проведения физического моделирования на установке бесконусного загрузочного устройства, были применены при проведении промышленных экспериментов на доменных печах ПАО «ММК» для выявления рациональных режимов загрузки кремниймарганцевой руды на поверхность засыпи. Чем обоснована сходимость результатов лабораторного и промышленного экспериментов?
5. В таблицах с 3.2 по 3.19 представлены усредненные данные работы доменной печи № 6, а в таблицах с 3.20 по 3.25 – №10 в исследуемые периоды. Во всех таблицах без исключения указано на загрузку конвертерного шлака. Известно, что ввод конвертерного шлака в доменную шихту без корректировки режимных параметров работы нецелесообразен, так как существенно ухудшает показатели работы доменной печи. Ввод в шихту доменных печей конвертерного шлака можно производить для повышения концентрации магнезии и монооксида марганца в шлаке и использовать его в качестве основного флюса. Использование конвертерного шлака позволяет увеличить расход неофлюсованных окатышей без изменения основности агломерата, стабилизировать сход шихты в печи при искажении ее профиля без уменьшения интенсивности плавки, обеспечить «срабатывание» из лишнего слоя гарнисажа. Только комплекс этих технологических мероприятий обеспечивает повышение экономичности доменной плавки.

Заключение по диссертации

По теме диссертации опубликовано 13 научных трудов, из них 4 публикации в рецензируемых журналах из перечня, рекомендованного ВАК РФ.

Диссертационная работа Закуцкой Л.А. соответствует паспорту специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов, написана хорошим, техническим, грамотным русским языком, подготовлена в соответствии с требованиями ГОСТ Р7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации, структура и правила оформления». Представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором на высоком научном уровне.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Диссертация соответствует требованиям п.9-11 и 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям и заслуживает положительной оценки, а ее автор, Закуцкая Любовь Анатольевна, достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент, заведующий кафедрой теплофизики и информатики в металлургии, ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина», профессор, доктор технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

Спирин
Николай Александрович

«21» марта 2025г

подпись

620002, Свердловская область, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19.
Тел.: +7 (343) 375-48-15. E-mail: n.a.spirin@urfu.ru

Я, Спирин Николай Александрович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Закуцкой Любови Анатольевны, и их дальнейшую обработку.

Подпись Спирина Н.А., заверяю:

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
УРФУ
МОРОЗОВА В.А.


