

ОТЗЫВ

официального оппонента члена-корреспондента РАН, доктора технических наук Заякина Олега Вадимовича на диссертационную работу 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 выбранной темы

Согласно Распоряжения Правительства Российской Федерации от 28.12.2022 г № 4260-р утверждена Стратегия развития металлургической промышленности РФ на период до 2030 г, в которой сказано, что наша страна должна иметь технологический суверенитет по основным отраслям промышленности, и в частности, производства ферросплавов на основе марганца, сырье для которых в современных условиях в полном объеме импортируется из стран Африки. В то же время, Россия обладает крупной сырьевой базой марганцевых руд, входя в десятку мировых держателей их запасов, однако товарно-сырьевую продукцию не производит. Отечественные руды имеют ряд особенностей по химическим и минералогическим характеристикам, что требует выполнения дополнительных научно-исследовательских работ и разработки технологических решений, позволяющие расширить сырьевую базу металлургической предприятий.

Объем и структура диссертации

Диссертация содержит введение, четыре главы, заключение, список литературы из 153 наименований, использованной автором, одного приложения – акта внедрения результатов НИР в ПАО «ММК». Общий объем работы составляет 127 страниц машинного текста, содержит 17 рисунков и 47 таблиц.

Научная новизна работы

Установлена закономерность изменения степени извлечения марганца и кремния в металл при росте доли кремниймарганцевой руды Ниязгуловского месторождения в составе шихты для производства ферросиликомарганца. При увеличении ее содержания в шихте от 30 до 100 % степень извлечения марганца уменьшается на 42,9 % отн. при росте степени извлечения кремния на 49,8 % отн.

Выявлены зависимости распределения кремниймарганцевой руды в колошниковом пространстве доменной печи при совместной ее загрузке с железорудным сырьем лотковым загрузочным устройством (ЗУ) в условиях изменения места размещения ее в бункере ЗУ и углового положения лотка для одно- и двухскипового режимов загрузки.

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»
за № _____
Дата регистрации <u>02.04.2025</u>
Фамилия регистратора _____

Представлено научное обоснование эффективности промывки коксовой насадки в горне печи при локальном размещении кремниймарганцевой руды по радиальным кольцевым зонам колошника в зависимости от горячей прочности кокса по CSR.

Практическая значимость работы

Полученные в работе результаты обеспечили рациональную промывку локальных зон горна с наихудшей дренажной способностью коксовой насадки, что позволило повысить производительность печей на 0,48 % и снизить удельный расход кокса на 0,43 % на каждые 10 кг/т чугуна кремниймарганцевой руды в интервале 21,4-40,6 кг/т чугуна. Результаты подтверждены актом внедрения в ПАО «ММК».

Мелкие фракции кремниймарганцевой руды (менее 20 мм), не используемые в составе шихты доменных печей в качестве промывочного материала, эффективны при производстве ферросиликамарганца за счёт комплексности переработки таких руд и частичного импортозамещения.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Подтверждается использованием ГОСТ 25732-88, 22772.0-96, 16598-80 в процессе исследований физико-механических свойств кремниймарганцевой руды, применением критериев подобия при моделировании режимов загрузки кремниймарганцевой руды на модели лоткового ЗУ, многовариантными промышленными экспериментами при исследовании различных режимов загрузки кремниймарганцевой руды, использованием современной электрической вертикальной печи с рамой, реакционной камерой и весовой системой фирмы «Лесо» при моделировании твердофазного восстановления, индукционной печи ИСТ-0,06 при жидкофазном процессе.

Введение

Изложена общая характеристика диссертационной работы: актуальность, соответствие специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов, степень разработанности темы, цель и задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, личный вклад автора в выполнение исследований, описание оборудования и методов исследований, сформулированы положения, выносимые на защиту.

Глава 1.

Описано состояние вопроса. Дана классификация марганцевых руд, представлены основные месторождения в России и за рубежом. Выявлены основные технологические проблемы использования отечественного марганецсодержащего сырья в металлургическом

производстве, заключающиеся в ограниченности месторождений по запасам и пониженном содержании марганца в рудах. Рассмотрены особенности поведения марганцевых руд в доменных и рудовосстановительных печах. Описаны существующие практики применения кремниймарганцевой руды в качестве промывочного материала горна доменной печи. Обоснована актуальность использования водорода в структуре селективного извлечения железа.

Глава 2.

Представлен химический и минералогический состав кремниймарганцевой руды Месторождения Ниязгулово. Описана структура комплексного использования данной руды в металлургии черных металлов, позволяющая вовлекать в переработку фракции более 20 мм для промывки горна доменных печей и менее 20 мм для производства ферросиликомарганца, удовлетворяющего техническим условиям предприятий. Представлена разработанная методика лабораторных и промышленных исследований режимов загрузки кремниймарганцевой руды в доменные печи в качестве промывочного материала от спели, мелочи кокса и высокоосновных минералов. Изложена методика лабораторных исследований предварительного твердофазного восстановления элементов кремниймарганцевой руды в среде водорода, жидкофазного восстановления с получением ферросиликомарганца.

Глава 3.

Представлены результаты лабораторных и промышленных исследований загрузки кремниймарганцевой руды в доменные печи. Установлено, что изменение дренажной способности коксовой насадки в зоне с повышенной рудной нагрузкой наиболее информативно отражают показатели: количество шлака, остающегося в горне печи после выпуска продуктов плавки и расчетная вязкость шлака. Изменение дренажной способности коксовой насадки в зоне с пониженной рудной нагрузкой и на периферии описываются показателями: индекс DMI и растворимость углерода в чугуна. Физическим и математическим моделированием получены зависимости количества руды, выгружаемой из бункера БЗУ в колошниковое пространство в смеси с железорудным сырьем, от места размещения ее в бункере и порядкового номера станции лотка для условий односкиповой и двухскиповой режимов загрузки. Выявлены и внедрены рациональные режимы загрузки кремниймарганцевой руды Ниязгуловского месторождения в зависимости от горячей прочности кокса по CSR, для условий ПАО «ММК».

Глава 4.

Описаны результаты лабораторного исследования частичного твердофазного восстановления элементов кремниймарганцевой руды в среде водорода.

Экспериментальные абсолютные степени восстановления марганца и железа водородом при температуре 1100 °С составляют 33,3 и 65,6 %, соответственно. Рассчитаны варианты получения ферросиликомарганца из шихты на основе кремниймарганцевой руды Ниязгуловского месторождения. Приведены результаты по двум вариантам выплавки ферросиликомарганца жидкофазным способом: соответствующего и несоответствующего ГОСТ 4756-91.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность

Работа содержит все необходимые для кандидатской диссертации составные части, носит завершенный характер, написана хорошим техническим языком, грамотно оформлена. Содержание автореферата полностью соответствует диссертации, раскрывает идею, защищаемые положения, научную новизну и выводы.

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

Замечания по диссертационной работе

По содержанию диссертационной работы имеются следующие вопросы и замечания:

1. В доменной печи оксиды марганца могут образовывать силикатные соединения видов: родонит, тефроит, кнебелит. Необходимо пояснить механизм их воздействия на промывку горна доменной печи. Какой из этих силикатов сильнее действует на очистку от спели, а какой – от высокоосновных соединений?

2. При применении марганцевой руды в доменной печи следует учитывать сквозное влияние всех вносимых элементов: марганца, кремния и вредных примесей на состав и качество металла с учетом последующих переделов.

3. Необходимо рассчитать сквозную степень извлечения марганца в металл.

4. На большинстве металлургических предприятий, особенно использующих в дутье ПУТ, горячая прочность по CSR существенно превышает характеристики исследуемых в работе материалов, применимых исключительно для условий ПАО «ММК». Возможно ли обеспечить применимость полученных в работе результатов для других металлургических предприятий?

5. В чем причина разнонаправленного изменения показателей дренажа горна?

6. На страницах 96 диссертации и 15 автореферата указано, что использование в процессе жидкофазного восстановления кремниймарганцевой руды, предварительно восстановленной в среде водорода при температуре 1100 °С, позволит сэкономить 46,5 и 160,5 кг кокса на 1 тонну руды. Чем обусловлено различие в экономии кокса? Можно ли рекомендовать предприятиям промышленное внедрение установок по предварительному

восстановлению элементов марганцевой руды водородом, на основе полученных в работе результатов?

7. Результаты и выводы, представленные в работе, относятся к кремниймарганцевым рудам Ниязгуловского месторождения. Необходимо уточнить возможность использования полученных результатов для марганцевых руд других месторождений в зависимости от разнообразия их химического и минералогического составов.

Отмеченные замечания не снижают ценности диссертационной работы и ее основных результатов.

Заключение

Диссертация Закуцкой Любови Анатольевны представляет собой квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне, в которой на основании выполненных автором исследований, изложены новые научно обоснованные технологические разработки эффективного использования бедных кремниймарганцевых руд при выплавке чугуна и разновидностей ферросиликомарганца, имеющие существенное значение для развития РФ.

Диссертационная работа соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, согласно пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», а соискатель, Закуцкая Любовь Анатольевна, достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallurgy черных, цветных и редких металлов.

Автор отзыва дает согласие на обработку персональных данных.

Официальный оппонент, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией стали и ферросплавов Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт металлургии имени академика Н.А. Ватолина Уральского отделения Российской академии наук», член-корр. РАН, доктор технических наук (05.16.02 - Metallurgy черных, цветных и редких металлов).

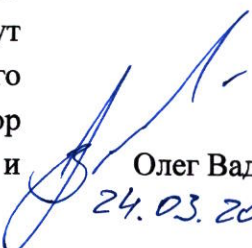
620119 Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Амундсена, 101

Тел. +7 (343)232-91-39, Email: zferro@mail.ru

Подпись гл.н.с., член-корр. РАН, д.т.н.

Заякина О.В. подтверждаю:

Ученый секретарь ИМЕТ УрО РАН, к.х.н.


Заякин
Олег Вадимович
24.03.2025.

Котенков
Павел Валерьевич

