

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ
И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ
им. А.А. Байкова
Российской академии наук
(ИМЕТ РАН)
119334, Москва, Ленинский пр., 49
Тел. (499) 135-20-60, факс: 135-86-80
E-mail: imet@imet.ac.ru http://www.imet.ac.ru
ОКПО 02698772, ОГРН 1027700298702
ИНН/КПП 7736045483/773601001

№ 12202

На №

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИМЕТ РАН
чл.-корр. В.С.Комлев

« 19 » 2019г.

Отзыв ведущей организации

на диссертацию Овчинниковой Елены Владимировны

на тему: «ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВИДА МАГНЕЗИАЛЬНОГО ФЛЮСА НА
ФАЗОВЫЙ СОСТАВ АГЛОМЕРАТА С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ПРОЧНОСТНЫХ
ХАРАКТЕРИСТИК», представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких
металлов

Актуальность темы диссертации. Обеспечение высокой эффективности производства чугуна и снижения затрат на его выплавку определяется в основном качеством подготовки исходных шихтовых материалов. Ввиду того, что на комбинатах с полным циклом агломерат является одним из основных компонентов доменной шихты, вопрос повышения его прочностных характеристик при соблюдении требований к его химическому составу (в частности к содержанию оксида магния), по-прежнему является актуальным.

Известно, что при использовании в процессе агломерации различных магнезиальных материалов металлургические свойства агломерата заметно отличаются в положительную или отрицательную сторону и при этом для многих этих флюсов механизмы их влияния на формирование фазового состава и, соответственно, холодную прочность агломерата изучены недостаточно полно. В этой связи диссертационная работа Овчинниковой Елены Владимировны представляет научный и практический интерес, так как отражает результаты, полученные при вовлечении в процесс спекания с магнетитовыми рудами магнезиальной добавки на основе силикатов магния, а именно, отходов магнетитового производства – серпентинитомагнетитов.

Цель диссертационного исследования Овчинниковой Е. В. заключалась в исследовании влияния вида магнезиального флюса на прочностные свойства и фазовый состав агломерата и разработке на основе полученных научных результатов технологического решения повышения прочности магнезиальных агломератов.

Для достижения поставленной цели были решен ряд задач:

1) Методами термодинамического моделирования определено влияние вида флюса на минералогический состав агломерата и дан прогноз о возможных изменениях качества готового агломерата.

2) Проведены лабораторные опыты спекания агломератов с использованием аглоруды БРУ при разнонаправленном изменении в них содержания оксидов магния и кальция (постоянная суммарная основность $(\text{CaO}+\text{MgO})/\text{SiO}_2 = 1,75$ и $2,0$ ед.), изучены свойства агломератов.

3) Проведены лабораторные опыты спекания с использованием разных магнийсодержащих материалов для получения агломератов постоянной простой основности $\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 1,5$ ед. и $1,75$, изучены свойства агломератов.

4) Установлена причинно-следственная связь между минералогическим составом и прочностными свойствами агломератов в зависимости от вида используемого магнийсодержащего материала, а также содержания MgO в спеке.

5) На основе проведенного исследования предложен оптимальный состав магнийсодержащего компонента аглошихты, обеспечивающий получение готового агломерата с более высокими показателями прочности.

Структура и содержание работы:

Во введении диссертационной работы представлена ее общая характеристика, обоснована актуальность темы, обозначены цель и задачи исследования, сформулированы научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе проведен анализ современного состояния исследований и разработок в области производства магнезиальных агломератов. Обоснована необходимость проведения исследования по установлению влияния вида флюса на минералогический состав и свойства готового агломерата с целью повышения его качества.

Во второй главе дана краткая характеристика материалов и методов, выбранных для исследования. По результатам синхронного термогравиметрического анализа было установлено, что бакальская аглоруда, по минералогическому составу представляющая собой сидероплезит, в зоне высоких температур на стадии формирования расплава вносит магний в виде магнезиоферрита и оксида магния, в то время как серпентиномагнезит превращается в смесь форстерита, энстантита и оксида магния.

В третьей главе представлены результаты термодинамического моделирования, которые позволяют установить влияние вида флюса на минералогический состав агломерата и дать прогноз о возможных изменениях свойств готового агломерата. Было установлено, что замена магнийсодержащего флюса в виде магнезиального сидерита - бакальской аглоруды (аглоруда БРУ) на серпентинит (серпентиномагнезит Халиловского месторождения) позволяет сократить количество фазы Ca_2SiO_4 , снижающей прочность агломерата. Увеличение основности модельной системы не изменяет тренд на снижение количества двухкальциевого силиката Ca_2SiO_4 при замене магнийсодержащего флюса сидерита на серпентинит. Также определено, что в процессе спекания серпентинит может способствовать образованию силикатных фаз, образующих легкоплавкие эвтектики в системе $\text{CaO} - \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.

В четвертой главе отражены результаты экспериментальных спеканий магнезиального агломерата с использованием бакальского сидерита при постоянных соотношениях $(\text{CaO}+\text{MgO})/\text{SiO}_2$ и CaO/SiO_2 . Полученные данные позволили сделать вывод, что сохранение соотношения $(\text{CaO}+\text{MgO})/\text{SiO}_2$ при одновременном увеличении содержания MgO осложняет условия определения роли каждого оксида в формировании спека.

При постоянном содержании CaO и увеличении содержания MgO прочностные свойства спека и показатели процесса спекания (за исключением скорости спекания)

улучшаются. Минимальные показатели прочности агломератов состава $MgO=2\%$ и $CaO/SiO_2 = 1,5$ ед. обусловлены присутствием в их структуре двухкальцевого силиката. Увеличение содержания оксида магния в агломерате или его основности по CaO/SiO_2 ведет к постепенной смене силикатной связки на ферритную, что является основной причиной улучшения его прочностных характеристик.

Пятая глава посвящена результатам исследования свойств агломератов постоянной основности CaO/SiO_2 , полученных с использованием серпентинитомagneзита. Установлено, что применение магнезиальной добавки на основе силиката магния оказывает благоприятное влияние на прочностные показатели агломерата во всем рассматриваемом интервале изменения содержания оксида магния и основности, но при этом заметно ухудшаются показатели процесса спекания.

Причиной роста прочности агломератов состава $MgO=2\%$ и $CaO/SiO_2 = 1,5$ ед. относительно «базового» уровня является развитие реакций образования твердых растворов ферроокерманита в матрице силикатного расплава ранкинитового состава. Увеличение содержания MgO или CaO также, как и в случае с бакальским сидеритом ведет к смене силикатной связки на ферритную.

Улучшение качества готового агломерата при сохранении показателей спекания на требуемом уровне возможно при использовании смеси бакальского сидерита с серпентинитомagneзитом. Оптимальное соотношение компонентов, установленное на основе экспериментальных данных, составляет 90:10 соответственно.

В шестой главе представлен анализ условий работы агломерационного цеха АО «Уральская Сталь», в котором проводились опытно-промышленные испытания исследуемых магнезиальных добавок. Была подтверждена целесообразность использования комбинированного флюса СМ-10 в условиях реального агломерационного производства.

Основные научные результаты, полученные и сформулированные автором:

1) Методом термодинамического моделирования показана возможность выявить влияние вида флюса на минералогический состав агломерата и дать прогноз о возможных изменениях в качестве готового агломерата. Расчетным способом установлено, что замена магнийсодержащего флюса в виде сидерита на серпентинит позволяет сократить количество фазы Ca_2SiO_4 , снижающей прочность агломерата. Увеличение основности модельной системы не изменяет тренд на снижение количества двухкальцевого силиката Ca_2SiO_4 при замене магнийсодержащего флюса сидерита на серпентинит.

2) Экспериментально установлено различие в механизмах формирования силикатных и ферритных связок агломерата в зависимости от вида магнезиального флюса, а также установлена взаимосвязь микроструктуры связок с холодной прочностью агломерата. Показано, что MgO , внесенный в шихту в виде бакальского сидерита, не предотвращает образование двухкальцевого силиката $\beta-Ca_2SiO_4$, являющегося причиной низкой прочности офлюсованных в исследуемой области основности агломератов. Использование серпентинитомagneзита, основу которого составляют силикаты магния, напротив, позволяет заметно сократить количество $\beta-Ca_2SiO_4$ в агломерате.

3) Выявлено, что в агломератах, полученных с добавлением серпентинита, основностью 1,5 и 1,75 с повышенным содержанием оксида магния (4%) ферриты, составляющие основу связки, кристаллизуются в форме близкой к магнетиту. Предложен механизм их формирования.

Практическая значимость представленной диссертационной работы заключается в следующем:

1) Показана принципиальная возможность использования магнезиальных добавок на основе силикатов магния в агломерационном производстве с целью значительного упрочнения магнезиальных агломератов «критической» основности ($\text{CaO/SiO}_2 = 1,5$ ед.) при сохранении содержания железа в агломерате на требуемом уровне.

2) Предложен магниесодержащий компонент агломерационной шихты, представляющий собой смесь магнезиальных материалов, при составлении которой учитывались преимущества и недостатки каждого из ее компонентов, и обеспечивающий заметное улучшение прочностных показателей спека без заметного ухудшения показателей процесса спекания.

3) Предварительные расчеты экономической эффективности исследуемых опытных технологий применительно к условиям аглодоменного передела АО «Уральская Сталь» подтвердили целесообразность использования серпентинитомagneзита как в «чистом» виде, так и в составе комбинированного флюса.

Достоверность результатов подтверждается качественным согласованием расчетных и экспериментальных данных, подтверждением данных, полученных в лабораторных условиях опытно-промышленными испытаниями, обеспечивается применением известных и апробированных экспериментальных методик, применением современных методов химического и микроструктурного анализов образцов.

Личный вклад автора заключается в самостоятельном сборе, систематизации, а также анализе информации, полученной при изучении вопроса о современном состоянии исследований и разработок по теме диссертационной работы, а также в организации и проведении лабораторных и опытно-промышленных испытаний, исследованиях микроструктур опытных образцов методами рентгеноспектрального анализа с последующей обработкой, интерпретацией и обобщением полученных данных.

Автореферат отражает содержание диссертации. Основные результаты, положения и выводы диссертации изложены в приведенных публикациях и соответствуют содержанию диссертации.

По работе имеются следующие **замечания**:

1. В названии и в тексте диссертации встречаются неуклюжие предложения и не принятые пока в научно-технической литературе слова типа "тренд".
2. Состав основных материалов для агломерации и всех исследований выбран на базе данных ОХМК 10-летней давности.
3. Выводы, полученные на основе термодинамического расчёта по известной программе, можно было сделать исходя из химических составов серпентинита и сидерита.
4. Разработанная технология спекания с учётом добавок в шихту смеси серпентинита и сидерита (10% серпентинита) в чистом виде не может быть рекомендована предприятию, так как во всей работе не оценено влияние на ход доменной плавки других материалов, используемых дополнительно в агломерации: пыль аспирации, колошниковая пыль и другие присадки.

Высказанные замечания представляют дополняющий, уточняющий и дискуссионный характер, не несут принципиального характера против защищаемых положений и не оказывают негативного влияния на научную и практическую значимость полученных результатов.

Заключение

Диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу на актуальную тему, выполненная автором на высоком научном и методическом уровне. Результаты, полученные диссертантом и изложенные в работе, обладают научной новизной и практической значимостью.

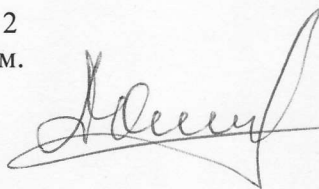
Изложенные автором результаты исследования можно рекомендовать к использованию непосредственно на металлургических предприятиях для возможности расширения сырьевой базы магнийсодержащих материалов, а также в научно-исследовательских институтах, научно-производственных организациях и других учреждениях, ориентированных на разработку технологических решений, способствующих улучшению качества окискованного сырья для доменного производства.

Диссертация соответствует требованиям ВАК по п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2014 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор Овчинникова Елена Владимировна за разработку и научное обоснование технологического решения повышения прочности магниевых агломератов для нужд металлургической промышленности России заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 — Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Доклад по диссертационной работе заслушан и одобрен на расширенном заседании коллоквиума лабораторий:

- «Проблем металлургии комплексных руд им. академика И.П. Бардина» - № 1;
- «Физикохимии металлических расплавов им. академика А.М. Самарина» - № 2;
- «Физикохимии и технологии переработки железорудного сырья» - № 3;
- «Диагностики материалов» - № 17.

Председатель коллоквиума, заведующий лабораторией «Физикохимии металлических расплавов им. академика А.М. Самарина» - № 2 Института металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, проф., д.т.н.



В.Я. Дашевский

Ученый секретарь секции Диссертационного совета Д002.060.03, к.т.н.

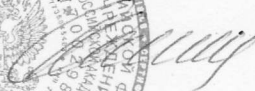


Т.Н. Ветчинкина

Подписи проф., д.т.н. Дашевского В.Я. и к.т.н. Ветчинкиной Т.Н. удостоверяю:

Ученый секретарь ИМЕТ РАН,

к.т.н.

Фомина О.Н.