В диссертационный совет
Д 212.285.05 на базе ФГАОУ ВО
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина"

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

О Т З Ы В

официального оппонента, доктора технических наук, старшего научного сотрудника, консультанта-металлурга отдела систем регулирования и метрологии ООО Научно-производственное предприятие "Уралэлектра" Фролова Юрия Андреевича
на диссертацию Нурмаганбетовой Бакыт Назарбековны
"Разработка технологии агломерации мелочи хромовых руд с применением алюмосиликатных флюсов", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов

На отзыв представлена диссертационная работа Б.Н. Нурмаганбетовой "Разработка технологии агломерации мелочи хромовых руд с применением алюмосиликатных флюсов", изложенная на 142 страницах машинописного текста, включающего введение, пять глав, заключение и содержащая 34 рис., 34 табл., список литературы из 75 наименований и 1 приложение.

Накапливание в отвалах мелкой фракции хромовой руды (≤ 10 мм) в количестве 20-50% от общего объема ее добычи сопровождается дефицитом и ростом стоимости кусковой руды на ферросплавных заводах Республики Казахстан и Российской Федерации. Содержание Cr_2O_3 в некондиционных по фракционному составу руд, например, Кемпирсайского месторождения, составляет 49,0-50,5%, что на 10-15% превышает содержание хрома в кусковых рудах, используемых в производстве ферросплавов.

Поэтому проблема вовлечения мелочи хромовой руды в производство ферросплавов весьма актуальна. Для организации наиболее перспективного метода окускования мелочи – агломерации необходимо снизить максимальную температуру процесса спекания, которая ухудшает технико-

экономические показатели работы агломашин из-за низкой удельной производительности и стойкости оборудования.

Производительность действующего производства агломерационного цеха АксЗФ составляет 60-70% от проектной величины (60 т/ч). Увеличение объема производства агломерата из мелочи хромовой руды обеспечит сокращение ее складирования в отвалах и замену дорогостоящей кусковой хромовой руды агломератом при производстве высокоуглеродистого феррохрома.

Снизить максимальные температуры спекания мелочи можно путем применения флюсующих добавок, главным образом, на основе кремнезема.

Имеющиеся в литературе немногочисленные сведения о применении различных флюсующих материалов природного и техногенного происхождения редко включают их сравнение, а также не систематизированы. Исследования, направленные на определение температур спекания хромовой руды с оценкой показателей качества и технико-экономической эффективности метода агломерации, а также применения агломерата при производстве ферросплавов отсутствуют. Немногочисленны и сведения о физико-химических процессах, протекающих при нагреве и спекании хромовых руд в присутствии флюсов, а также о формировании структуры спека.

Поэтому работа диссертанта, направленная на повышение технико-экономических показателей производства агломерата из мелочи хромовой руды – качества агломерата и удельной производительности агломашины, а также на поиск более дешевых и эффективных флюсующих добавок, несомненно, **является актуальной**.

Представленные в диссертации исследования, их результаты и анализ выполнены **при личном участии соискателя**.

Научные положения, выводы и рекомендации диссертации обоснованы проведенными комплексными теоретическими и экспериментальными исследованиями и практикой работы агломерационных машин.

Степень достоверности и апробация результатов базируется на проведении исследований на современных сертифицированных приборах по стандартным методикам, соответствующим ГОСТам, и подтверждении теоретических и экспериментальных данных результатами полупромыш-ленных испытаний. При проведении исследований применены современные методы химического, рентгеноспектрального и рентгенофазового анализа.

Ряд положений, представленных в работе, обладают элементами научной новизны, корректно сформулированных диссертантом, а именно:

- Получены новые экспериментальные данные о температурах начала и температурном интервале размягчения мелочи хромовой руды, силикатных и алюмосиликатных флюсов и их смесей, что позволило сравнить влияние на процесс агломерации различных по природе флюсов и определить их рациональное количество для снижения максимальной температуры спекания.
- Методами рентгеноструктурного микроанализа, рентгенофазового и дифференциально-термического анализа получены новые данные о процессе спекания мелочи хромовой руды с различными флюсами, структуре и фазовому составу исходных материалов и спека, а также последовательности превращений при их нагреве в интервале температур от 50 до 1500 °С; в результате установлено, что добавление глин в агломерационную шихту обеспечивает меньший эндотермический эффект в интервале температур 900-1300 °С по сравнению с "классическими" силикатными флюсами.
- Определены оптимальные параметры процесса спекания мелочи хромовой руды и прочностные характеристики полученного агломерата с различными флюсами; установлено их рациональное количество и состав, обеспечивающие наиболее высокую производительность и прочностные характеристики агломерата.

Практическая значимость работы

- Установлено, что добавка 10% алюмосиликатной карасорской глины снижает температуру конца размягчения на 220-230 °С, а ее использование в качестве флюса, в том числе, в смеси с микросиликой, обеспечивает повышение удельной производительности агломашины на 19%.
- По результатам серии опытных спеканий установлено преимущество применения алюмосиликатных глин, а также их смесей с техногенным отходом ферросплавного производства (микросиликой) в качестве флюсов взамен используемых в настоящее время при агломерации мелочи хромовой руды мелочи кварцита, строительного и оборотного песка, обеспечивающее повышение скорости процесса спекания, выхода годного и прочности агломерата.

- Обоснована технико-экономическая эффективность применения алюмосиликатных глин при агломерации мелочи хромовых руд.
- Установлена возможность производства высокоуглеродистого феррохрома из 100% хромового агломерата и проведено сравнение работы электропечи на опытном и базовом вариантах применения окускованного материала. Оценены перспективы использования полученного агломерата в сравнении с производимым в настоящее время на предприятии агломератом, показаны преимущества предлагаемой технологии.

Содержание автореферата соответствует основным идеям и выводам диссертации.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №14-03-31167 и Международной стипендии "Болашак" Правительства Республики Казахстан с привлечением оборудования центра коллективного пользования "Урал-М".

Результаты опытно-промышленных испытаний технологии подтверждены актом испытаний АО "Аксуский завод ферросплавов"

Основные материалы диссертации обсуждены на отечественных и международных научно-практических конференциях.

По результатам работы опубликовано 22 научные работы, в том числе 7 статей в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК РФ, из которых 3 статьи проиндексированы в базе данных Scopus; 1 патент на изобретение Республики Казахстан; 14 статей в сборниках трудов Всероссийских и Международных конференций.

Диссертационная работа и автореферат находятся в полном соответствии и по содержанию отвечают паспорту специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Замечания и вопросы по диссертационной работе

1. Проводились ли какие-либо измерения состава отходящих из слоя спекаемой шихты газов? В диссертации эти данные оппонентом не выявлены. С большой степенью вероятности можно предположить, что при спекании хромовых руд, осуществляемом при большом расходе твердого топлива и высоких температурах в слое, имеют место значительные выбросы CO, NO_x и других вредных составляющих в атмосферу. Поэтому очень важно

сравнение выбросов в базовом и предлагаемом вариантах.

2. В главах № 2 (С. 34-38) и № 3 (С. 50-57) возобновляется обзор литературы, выполненный в гл. 1 (2.1 - Теоретические основы процесса размягчения минерального сырья, 3.1 - Теоретические основы агломерации хромовой руды), на основе которого выбираются методики проведения исследований. На взгляд оппонента эти разделы логичнее было представить в гл. 1, специально отведенной для обзора исследований.

3. Гл.4. с.77. Из анализа данных табл. 4.1 и 4.2 следует, что в фазовом составе спеченных образцов с карасорской глиной должен присутствовать муллит.

4. Раздел 4.3. Учитывал ли автор при анализе результатов ДТА, что в реальном агломерационном процессе завершение реакций дегидратации, диссоциации и др. должно сместиться в область более высоких температур?

5. В тексте диссертации встречаются неудачные выражения и ошибки, например:

5.1) С. 7. **Цель работы:** изучение процесса и разработка технологии агломерации хромовой мелочи с применением новых флюсующих добавок ***с целью*** повышения производительности агломашины и качества агломерата с последующим испытанием полученного продукта при выплавке высокоуглеродистого феррохрома;

5.2) С. 26. "Одной из серьезных проблем данной технологии является стойкость **стальной ленты** конвейерной машины " (правильно – паллет или спекательных тележек);

5.3) С. 27. "Проблемой спекания хромовых руд является высокая температура плавления, как зерен рудного материала, так и вмещающей хром пустой породы " (вероятно, содержащей). И ряд других.

Замечания по работе Нурмаганбетовой Бакыт Назарбековны, некоторые из которых носят дискуссионный характер, не снижают теоретическую и практическую значимость диссертационной работы.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные разработки, имеющие существенное значение для теории, практики и экономики цветной металлургии. Работа выполнена на высоком уровне, имеет научную и практическую значимость и

соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Ее автор, Нурмаганбетова Бакыт Назарбековна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов

Официальный оппонент,
доктор технических наук,
Заслуженный изобретатель России,
консультант-металлург ООО НПП "Уралэлектра"
Фролов Юрий Андреевич

Подпись Фролова Ю.А. заверяю
Главный бухгалтер ООО НПП "Уралэлектра"
_____ Катаева Т.А.
20.10.2017г.

620043, г. Екатеринбург, ул. Черкасская, 23
ООО НПП "Уралэлектра"
Тел. (343) 351-0-77
www.uralelektra.ru