

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Мухамбетгалиева Ербола Кенжегалиулы на тему **«Теоретические и технологические основы получения алюмосиликомарганца из высококремнистой марганцевой руды и высокозольных углей»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Metallургия черных, цветных и редких металлов

1. Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Мухамбетгалиева Е.К. представляет комплекс теоретических и экспериментальных исследований, направленных на решение важной проблемы разработки технологических приемов производства универсального по химическому составу и области применения комплексного ферросплава на основе марганца, кремния и алюминия на базе высокозольных углей и высококремнистой марганцевой руды.

В настоящее время мировой объём производства стали превысил 1,6 млрд.т в год. В странах СНГ в 2016 г по сравнению с 2015 г производство стали увеличилось на 0,8% и достигло более 102млн.т. В России за этот период объём производства стали достиг 70,8 млн.т. Наблюдаемый рост объёмов производства стали требует увеличения производства ферросплавов. Однако в условиях наблюдаемого, например, дефицита качественного марганцевого сырья и коксующихся углей остро стоит перед ферросплавщиками вопрос, связанный с поиском эффективных технологических приемов переработки некондиционных марганцевых руд и использования высокозольных каменных углей. Одним из перспективных направлений решения проблемы является организация производства комплексных ферросплавов на базе некондиционного сырья. В этой связи диссертационную работу Мухамбетгалиева Е.К., направленную на разработку технологических основ получения алюмосиликомарганца из высококремнистой марганцевой руды и высокозольных углей, следует признать актуальной.

2. Научные результаты в рамках требований, предъявляемых к кандидатским диссертациям, свидетельствуют об их высокой научной и практической значимости, соответствующей уровню кандидатской диссертации, что подтверждается следующими достижениями соискателя:

- используя известные полуэмпирические методы расчета уточнены стандартные энтальпии и энтропии образования и плавления основных соединений, входящих в систему Fe-Si-Al-Mn, и получены данные,

характеризующие зависимость теплоемкости формируемых соединений в твердом и жидком состоянии от температуры;

- результаты термодинамически-диаграммного метода анализа позволили установить фазовое строение системы Fe-Si-Al-Mn в субсолидусной области, являющейся модельной для алюмосиликомарганцевого сплава в широком диапазоне химического состава;
- получены экспериментальные данные и установлены численные значения энергии активации процессов, протекающих при нагреве высококремнистой марганцевой руды и ее смеси с высококозольным углем;
- обобщение результатов, характеризующих фазовые превращения и изменения удельного электросопротивления в шихтовых материалах, позволило выявить решающую роль свойств высококозольного угля на поведение шихтовых материалов при электроплавке;
- результаты экспериментальных исследований различных вариантов раскисления стали марки ЗСП подтвердили высокую эффективность использования алюмосиликомарганца в качестве комплексного раскислителя.

В связи с изложенным диссертационная работа Мухамбетгалиева Е.К. представляется завершенным квалификационным трудом, отвечающим требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискания ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Metallургия черных, цветных и редких металлов. Она обосновано представлена на защиту.

3. Достоверность и обоснованность полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований подтверждается результатами крупнолабораторных испытаний разработанных технологических приемов выплавки комплексного сплава - алюмосиликомарганца.

4. Степень новизны научных результатов, сформулированных в диссертации:

- результаты расчетов с использованием полуэмпирических моделей позволили уточнить термодинамические параметры основных соединений, составляющих металлическую систему Fe-Si-Al-Mn. Получены новые данные, характеризующие стандартные энтальпии и энтропии образования и плавления и температурные зависимости теплоемкости этих соединений в интервале температур от 298,15 К до температуры плавления;
- используя термодинамически-диаграммный метода анализа, изучено фазовое строение системы Fe-Si-Al-Mn и созданы математические модели, описывающие фазовые превращения в этой системы. **В** зависимости от содержания алюминия в сплаве алюмосиликомарганца выделены характерные области соединений, внутри которых ограничиваются их составы;

— метода неизотермической кинетики получены экспериментальные данные энергии активации процессов, протекающих в высококремнистой марганцевой руде и в ее смеси с высокозольным углем при нагреве. Установлено, что диффузионные процессы, протекающие при термической обработке в присутствии высокозольного угля, протекают с минимальными затратами. Например, кажущаяся энергия активации диффузионных процессов в интервале температур 560 — 590°С для марганцевой руды находится на уровне 27,93кДж/моль и снижается для смеси марганцевой руды с высокозольным углем до 10,44кДж/моль;

— изучены температурная зависимость удельного электросопротивления, усадка и температура начала размягчения шихт с использованием в качестве восстановителя высокозольного угля. Установлено, что удельное электросопротивление шихты с применением высокозольного угля при температуре 900°С находится на уровне 1 Ом*м, а температура начала размягчения изменяется в пределах 1000-1150°С.

5. Оценка внутреннего единства полученных результатов

Внутреннее единство диссертации заключается в том, что выполненный комплекс теоретических и экспериментальных исследований объединен единой целью, направленной на решения важной проблемы - проблемы разработки технологических приемов производства универсального по химическому составу и области применения комплексного ферросплава на основе марганца, кремния и алюминия на базе высококремнистой марганцевой руды и высокозольных углей.

6. Направленность полученных соискателем результатов на решение актуальной проблемы, теоретической или прикладной задачи

В диссертационной работе решается актуальная проблема разработки на базе выполненных теоретических и экспериментальных исследований технологических основ выплавки комплексного сплава алюмосиликомарганца из высококремнистой марганцевой руды и высокозольных углей.

7. Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов и выводов диссертации

Основные положения и результаты диссертации Мухамбетгалиева Е.К. изложены в научно-технических изданиях и обсуждены на Международных и Всероссийских научных и научно-практических конференциях в достаточной степени.

По результатам выполненных исследований опубликовано 20 печатных работ, в т.ч. 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК для опубликования

результатов кандидатских и докторских диссертаций, получено 2 инновационных патента РК.

8. Соответствие автореферата содержанию диссертации

Автореферат диссертации достаточно полно раскрывает содержание, отражает структуру диссертационной работы и полностью соответствует ее основным положениям.

9. Недостатки по содержанию и оформлению диссертации

В качестве замечаний следует отметить:

1. Не совсем понятно, почему при оценке стандартной энтальпии образования соединений, составляющих металлическую систему Fe-Si-Al-Mn рассмотрены только два бинарных соединения, а при стандартной энтропии уже девять бинарных соединений?
2. Почему для усреднения рассчитанных значений стандартных энтальпии и энтропии использовали не все, приведенные в табл.2.6 и 2.16 диссертации данные?
3. Из приведенных в диссертации на стр.82 выводов не совсем понятно, какие составы образующихся металлических продуктов (химический или фазовый) можно прогнозировать из выделенных на рис.3.5 квазиобъемов в системе Fe-Si-Al-Mn?
4. Не понятно для регулировки каких технологических параметров процесса выплавки алюмосиликомарганца использовали дополнительные присадки в шихту кварцита месторождения Тектурмас?
5. Из приведенных на рис.5.4 не видно какая область графика относится к выплавке АМС, а какая к сплаву алюмосиликомарганца?
6. В разделе 5.4 диссертации приведены результаты исследования фазового состава опытных образцов сплава алюмосиликомарганца. Интересно на сколько экспериментально определенный фазовый состав сплава соответствует приведенным в главе 3 результатам термодинамически-диаграммного анализа?
7. В работе не приведена методика лабораторного эксперимента по раскислению стали ЗСП алюмосиликомарганцем. При этом не понятно как можно было сравнивать образцы стали ЗСП, отобранные с промышленной плавки после обработки на установке ковш-печь с опытными образцами лабораторного эксперимента?
8. Не понятно за счет чего и каких неметаллических включений было меньше в опытных образцах металла?

Высказанные замечания не носят принципиального характера и являются в некоторой степени дискуссионными. Диссертационная работа соискателя представляет собой совокупность теоретических и экспериментальных исследований, выполненных на актуальную тему, содержит новые результаты, имеющие как научное, так и практическое значение, удовлетворяет требованиям п.9 положения о порядке присуждения ученых степеней, соответствует специальности 05.16.02, а ее автор, Мухамбетгалиев Ербол Кенжегалиулы, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Metallurgy черных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент
Доктор технических наук,
Главный научный сотрудник
Института металлургии
Уральского отделения РАН
620016, г.Екатеринбург, ул.Амундсена, 101
e-mail: babenko251@gmail.com

Бабенко А.А.

Подпись Бабенко А.А. заверяю:
Ученый секретарь ИМЕТ УрО РАН, к.х.н.



Пономарев В.И.