

## **ОТЗЫВ НАУЧНОГО КОНСУЛЬТАНТА**

на диссертационную работу Махамбетова Ерболат Нысаналыулы  
«Разработка технологии выплавки комплексных кальцийсодержащих  
ферросплавов из отвальных металлургических шлаков и высокозольных  
углей», представленной на соискание степени доктора PhD  
по специальности 6D070900 «Металлургия»

### **1. Структура и содержание работы**

Диссертационная работа состоит из содержания, нормативных ссылок, определений, обозначений и сокращений, введения, основной части из четырех глав, заключения и приложений.

Во введении приводится краткое обоснование актуальности решаемой прикладной научно-технической проблемы, связанной с разработкой новой технологии выплавки комплексных кальцийсодержащих ферросплавов, новизна научно-технических разработок, цель и основные задачи диссертационной работы, практическая ценность, данные по структуре диссертации.

В первой главе приведен краткий анализ современного состояния вопроса технологий выплавки комплексных ферросплавов с использованием в качестве восстановителя высокозольных углей.

Во второй главе изложены результаты теоретических исследований, выполненные методом термодинамического анализа фазовых диаграмм состояния системы Ca-Si-Al-Fe. Определены наиболее оптимальные фазовые области, способствующие высокому извлечению кальция.

В третьей главе приведены результаты полного термодинамического моделирования процесса выплавки кальцийсодержащего ферросплава, был определен оптимальный расход твердого восстановителя.

В четвертой главе приведены данные экспериментальных исследований, где были отработаны технологические параметры выплавки комплексного кальцийсодержащего ферросплава в рудно-термической печи с мощностью трансформатора 200 кВА, а также приведены результаты окускования угольных шламов и мелочи. Представлены результаты физико-химического исследования кальцийсодержащего ферросплава методами рентгенофазового, микроструктурного и дифференциально-термического анализа.

В заключении сформулированы основные выводы по диссертационной работе.

### **2. Актуальность темы диссертации и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами**

Диссертационная работа Махамбетова Е.Н. посвящена решению актуальной проблемы для Республики Казахстан: переработке отвальных



металлургических шлаков и высокозольных углей, мало применяемых в энергетическом плане, и вовлечение их в ферросплавный передел, в частности для получения новых комплексных кальцийсодержащих ферросплавов. В работе показано, что полученный комплексный кальцийсодержащий ферросплав может использоваться в качестве эффективного модификатора и раскислителя сталей и чугунов, а также в качестве эффективного восстановителя для металлотермического процесса ферросплавного производства.

### **3. Наиболее существенные научные результаты, их новизна и обоснованность**

Работа диссертанта носит прикладной характер. Новизна заключается в использовании нетрадиционных шихтовых материалов с совершенно новыми свойствами для получения нового комплексного кальцийсодержащего ферросплава. Новизна результатов исследовательской работы подтверждается патентом на изобретение № 35075 РК от 21.05.2021 г. «Шихта для получения комплексных ферросплавов с кальцием в рудно-термической печи».

Диссертантом проведены теоретические исследования металлической системы на основе кремния, алюминия и кальция, методами термодинамического анализа диаграмм состояния (ТДА) с определением фазового состава комплексного кальцийсодержащего ферросплава.

Проведены работы по выявлению микроструктуры и идентификации отдельных фаз, представленных проб опытного сплава при помощи рентгенофазового и металлографического анализов. При сопоставлении данных рентгенофазового и металлографического анализов с результатами ТДА подтверждена применимость последнего в прогнозировании и изучении фазовых превращений, происходящих при карботермическом получении комплексного кальцийсодержащего ферросплава.

Проведены укрупнено-лабораторные испытания, моделирующие промышленные условия, по выплавке комплексного кальцийсодержащего ферросплава в рудно-термической печи с мощностью трансформатора 200 кВА. В результате проведения серий испытаний достигнуты высокие технико-экономические показатели процесса, что доказывает целесообразность использования высокозольных углей и отвальных металлургических шлаков при выплавке комплексных кальцийсодержащих ферросплавов.

### **4. Оценка внутреннего единства полученных результатов**

В работе прослеживается внутреннее единство проведенных исследований и решаемых задач с полученными научно-практическими результатами. Теоретические расчеты, лабораторно-экспериментальные исследования направлены на решение поставленных в диссертации задач.

## 5. Заключение

При работе над диссертацией Махамбетов Ерболат Нысаналыулы проявил себя широко эрудированным специалистом, способным самостоятельно решать сложные научные и технологические проблемы.

Диссертационная работа Махамбетова Ерболата Нысаналыулы на тему «Разработка технологии выплавки комплексных кальцийсодержащих ферросплавов из отвальных металлургических шлаков и высокозольных углей» является актуальным, законченным научным исследованием, содержит совокупность новых обоснованных научных результатов и положений в области производства ферросплавов, соответствует нормативным требованиям МОН РК, а ее автор заслуживает присуждения степени доктора PhD по специальности 6D070900 «Металлургия».

**Научный консультант,  
заведующий лабораторией  
Диагностики материалов  
ИМЕТ им. А.А. Байкова РАН  
д.т.н., профессор, академик РАН,**

**К.В. Григорович**



подпись академика РАН, Григоровича К.В. удостоверяю  
Ученый секретарь ИМЕТ РАН,  
Кандидат технических наук



**О.Н. Фомина**