

ОТЗЫВ

**научного консультанта на диссертационную работу
докторанта Аубакирова Алмата Мукановича
«Исследование и разработка технологии коксования слабоспекающихся
углей с получением восстановителей для производства феррохрома»
представленную на соискание степени доктора философии PhD по
специальности 8D07201– Металлургия»**

Работа, выполненная докторантом, обладает высокой научной и прикладной актуальностью. Исследование направлено на решение стратегической задачи снижения зависимости казахстанской ферросплавной промышленности от импортных углеродистых восстановителей. Текущий объем импорта кокса составляет около 350 тыс. тонн ежегодно, что эквивалентно затратам в размере 146 млн долларов США создавая экономическую и сырьевую уязвимость отрасли. Актуальность работы подтверждается ее выполнением в рамках проекта грантового финансирования «Жас Галым» что подчеркивает ее значимость для Республики Казахстан.

Целью диссертации является разработка научно обоснованной технологии получения специального восстановителя для ферросплавного производства с использованием местных углей.

Для достижения поставленной цели докторантом был реализован комплексный подход, сочетающий теоретические исследования и масштабные экспериментальные работы. Методология включала термодинамическое моделирование в программном комплексе HSC Chemistry 9.0 (модули «Reaction Equations», «Equilibrium Compositions»), математическое планирование эксперимента (методика Малышева В.П.), а также обширный физико-химический и микроструктурный анализ (ТГ/ДТА, РЭМ).

На основе математического моделирования и экспериментальных данных определен оптимальный технологический диапазон состава шихты: 75-85 % угля Жалын, который обеспечивает требуемый баланс механической прочности и реакционной способности. Была установлена критическая технологическая граница, при которой содержание неспекающегося угля Шубарколь, превышающее 35 %, приводит к резкому обвальному падению структурной прочности (P_c до 44,1 %). Этот эффект объясняется недостаточным количеством пластической массы Жалынского угля для формирования сплошного, непрерывного углеродного каркаса, что приводит к переходу структуры от прочного композита к механически слабому конгломерату.

Анализ микроструктуры композиционных спецкоксов (РЭМ) показал, что увеличение доли неспекающихся углей Шубарколь до 25 % приводит к утончению стенок пор с 6,48 до 4,67 мкм. Такое изменение морфологии создает развитую микропористую структуру, которая является структурной предпосылкой для увеличения реакционной способности и высокого удельного электросопротивления при сохранении структурной прочности.

Термогравиметрический анализ (ТГА/ДТА) установил, что основные процессы пиролиза, сопровождающиеся интенсивным выделением летучих веществ, происходят в интервале 350-700 °С. Была зафиксирована четкая корреляция между процессами дегазации и формированием электропроводящей структуры: снижение удельного электросопротивления (УЭС) в диапазоне до 600 °С совпадает с периодом интенсивного выделения летучих компонентов, обладающих высоким электрическим сопротивлением.

Практическая значимость диссертации подтверждена крупно-лабораторными испытаниями по коксованию новых композиционных смесей и выплавкой высокоуглеродистого феррохрома в рудно-термической печи мощностью 80 кВА.

Использование спецкокса Ж-75 в условиях плавки обеспечило получение высокоуглеродистого феррохрома с содержанием фосфора $P = 0,030 \%$, что соответствует требованиям ГОСТ 4757-91 для премиальных марок. Кроме того, повышенная реакционная способность Ж-75 позволила достичь извлечения хрома в сплав до 92,1 % и снизить удельный расход электроэнергии до 3800 кВт·ч/т.

Основные положения работы отражены в 8 публикациях, включая 2 статьи в журналах, индексируемых в базах данных Scopus/Web of Science, и 3 статьи в изданиях, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК. На разработанный способ получен патент на изобретение.

Диссертационная работа Аубакирова Алмата Мукановича представляет собой законченный научно-исследовательский труд, обладающий высоким теоретическим уровнем и значимой практической ценностью. Докторант продемонстрировал достаточную теоретическую подготовку и научную настойчивость. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

По своему научному уровню, актуальности и практической значимости диссертационная работа полностью отвечает требованиям Комитета по обеспечению контроля в сфере науки и высшего образования МНВО РК, предъявляемым к работам на соискание степени доктора философии PhD.

Автор заслуживает присуждения степени доктора философии PhD по образовательной программе 8D07201 – Металлургия.

**Научный консультант
диссертационной работы
доктор технических наук,
ассоц. профессор кафедры «Металлургия»
НАО Торайгыров университет**

 **А.Г. Калиакпаров**

