

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы

«РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОМПЛЕКСНОЙ ЛИГАТУРЫ ГРУППЫ Fe-Si-Mn-Al С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫСОКОЗОЛЬНЫХ УГЛЕЙ И МАРГАНЦЕВЫХ РУД КАЗАХСТАНА»,

представленной на соискание степени доктора философии (PhD)

по специальности 6D070900 – «Металлургия»

ЖҮНІСҚАЛИЕВА ТАЛҒАТА ТОҚАШҰЛЫ

Целью диссертационной работы является разработка технологии получения Fe-Si-Mn-Al содержащих комплексных лигатур из некондиционных марганецсодержащих шихтовых материалов и высокозольных углей РК. Исследование физико-химических характеристик исходных шихтовых материалов и полученных продуктов. Определение рациональных технологических параметров процесса выплавки комплексной лигатуры.

Задачи исследования

- проведение термодинамически-диаграммного анализа металлической системы Fe-Si-Mn-Al с целью изучения фазового-структурного строения системы;
- проведение термодинамического моделирования с целью прогнозирования и получения новых данных при выплавке комплексных лигатур;
- исследование температурных характеристик размягчения марганцевых руд различных месторождений в зависимости от температуры;
- определение удельных электросопротивлений высокозольных углей различных месторождений в зависимости от температуры;
- проведение лабораторных испытаний с получением образцов лигатуры с использованием марганцевых руд, брикетов и высокозольных углей;
- налаживание и отработка технологии получения комплексной лигатуры из марганцевых руд, брикетов и высокозольных углей;
- исследование физико-химических и металлургических свойств новой Fe-Si-Mn-Al содержащей комплексной лигатуры.

Методы исследования

К основным методам исследований и анализов, применяемых при выполнении диссертационной работы, относятся:

- термодинамический диаграммный анализ исследуемой системы проведены на основе геометрической тетраэдраций методом замыкания треугольника на тетраэдр;
- термодинамическое моделирование процесса выплавки Fe-Si-Mn-Al содержащей комплексной лигатуры с непосредственным применением модуля «Equilibrium Compositions» программного комплекса HSC Chemistry

(Outokumpu, Финляндия), основанного на минимизации энергии Гиббса и вариационных принципах термодинамики;

- определение адекватного уравнения регрессии и построение геометрического изображения параметров на основе рототабельных планов второго порядка;

- определение температуры начала размягчения и температурного интервала размягчения марганцевых руд в соответствии с ГОСТ 26517-85;

- определение электрического сопротивления различных видов углеродсодержащего сырья с использованием метода ИМЕТ УрО РАН;

- выплавка комплексной лигатуры в руднотермических электропечах мощностью 150 и 200 кВА.

Для изучения и анализа фазовых составов и структуры исходных шихтовых материалов и конечных продуктов использованы:

- рентгеновский дифрактометр XRD7000C (Shimadza, Япония) с набором высоко- и низкотемпературных камер, системой поликапиллярной оптики (ИМЕТ УрО РАН, г. Екатеринбург, РФ);

- сканирующий электронный микроскоп FEG SEM (TESCAN MIRA3) с катодом с полевой эмиссией (Карагандинский университет им. академика Е.А. Букетова);

- многофункциональный рентгеновский дифрактометр Rigaku SmartLab (АО «Назарбаев Университет»).

Основные положения (доказанные научные гипотезы и другие выводы, являющиеся новыми знаниями), выносимые на защиту

- результаты термодинамического диаграммного анализа металлической системы Fe-Si-Mn-Al с изучением рассыпаемости сплава на основе фазово-структурного строения комплексной лигатуры;

- результаты термодинамического моделирования процесса получения комплексной лигатуры с применением термохимического программного комплекса с универсальными модулями моделирования технологических процессов;

- результаты полученных новых экспериментальных данных по физико-химическим свойствам марганецсодержащих руд различных месторождений и высокозольных углей для получения комплексных лигатур: начальные, конечные и температурные интервалы размягчения марганцевых руд, удельные электрические сопротивления высокозольных углей;

- результаты исследования по определению оптимального состава брикетов из отсевов марганецсодержащей руды и кокса с изучением микроструктуры при высоких температурах;

- результаты лабораторных и крупно-лабораторных испытаний новой комплексной лигатуры в руднотермических электропечах мощностью 150 кВА и 200 кВА, с получением образцов сплава с использованием марганцевых руд, брикета и высокозольных углей;

- результаты изучения физико-химических и металлургических свойств новой Fe-Si-Mn-Al содержащей комплексной лигатуры.

Описание основных результатов исследования

В результате теоретических и экспериментальных исследований:

- впервые построена диаграмма четырехкомпонентной металлической системы Fe-Si-Mn-Al с использованием тройных соединений Fe-Al-Si и Si-Mn-Al и по результатам исследований определена прогнозируемая область, приводящая к рассыпанию сплава;
- проведено полное термодинамическое моделирование процесса плавки комплексных лигатур с использованием марганцосодержащих брикетов. Установлено, что металлообразующие фазы состоят из: FeSi, Fe₃Si, FeSi₂, FeSi_{2,43}, FeSi_{2,33}, Mn₁₁Si₁₉, MnSi, Mn₅Si₃, Mn₃Si и алюминий в составе виде CaAl₂, CaAl₄;
- получены уравнения адекватной регрессии и определены оптимальные условия для перехода основных элементов комплексной лигатуры в сплав с использованием теоретических методов исследования на основе рототабельных планов второго порядка с построением геометрического образа оптимизационных параметров, имеющих практическую ценность;
- получены новые экспериментальные данные по характеристикам марганцевой руды и высокозольных углей различных месторождений для получения комплексной лигатуры по температурному интервалу размягчения и удельному электрическому сопротивлению;
- разработана и отработана технология плавки Fe-Si-Mn-Al содержащей комплексной лигатуры из марганцевых руд, марганцосодержащих брикетов и высокозольных углей в руднотермических электропечах мощностью 150 и 200 кВА карботермическим и беспшлаковым способом.

Обоснование новизны и важности полученных результатов.

Разработка технологии получения комплексных лигатур, используемых в качестве раскислителей при производстве спокойных и полуспокойных марок сталей, не подвергающихся к саморассыпанию и полученных из некондиционных марганцевых руд, брикетов, изготовленных из отходов марганцевых руд и кокса, а также из высокозольного угля, непригодных с энергетической точки зрения.

Разработка технологии получения комплексных лигатур, в совокупности позволит организовать производство получения и разработку добычи некондиционных марганцевых месторождений, а также увеличение объема добычи угольных месторождений, ранее используемых только в народно-хозяйственном секторе Республики Казахстан. Освоение технологии производства комплексных лигатур с использованием высокозольных углей определит роль угольных месторождений Казахстана как долговременной (на столетия) сырьевой базы ферросплавного производства Казахстана.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам

Тема диссертационной работы соответствует по специализированному научному направлению «Новые материалы многоцелевого назначения на основе

природного сырья и техногенных отходов» и по приоритету «Геология, добыча и переработка минерального и углеводородного сырья, новые материалы, технологии, безопасные изделия и конструкции» Национального научного совета при Правительстве Республики Казахстан.

При выполнении диссертационной работы часть исследовательской работы проводилась в рамках грантового финансирования молодых ученых по научным и (или) научно-техническим проектам на 2020-2022 годы: AP08052301 – «Разработка технологии производства качественного стального литья путем её обработки и рафинирования от неметаллических включений сплавом из высокоактивных элементов Al-Mn-Ca-Si», в котором докторант является исполнителем данного проекта. Заявитель: Филиал РГП на ПХВ «Национальный центр по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан» Комитета индустриального развития и промышленной безопасности министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан «Химико-металлургический институт им. Ж. Абишева».

Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации

Личный вклад автора заключается в выполнении основного объема теоретических и экспериментальных исследований, изложенных в диссертационной работе, включая разработку теоретических моделей, методик экспериментальных исследований, проведение исследований, анализ и оформление результатов в виде публикаций и научных докладов.

По теме диссертационной работы опубликованы 8 научных работ, в том числе: 2 (две) статьи в рецензируемых научных изданиях по научному направлению темы диссертации, индексируемых в Science Citation Index Expanded базы Web of Science (Clarivate Analytics) и по CiteScore в базе Scopus (Elsevier), 1 (одна) статья в отечественном издании в области металлургии, рекомендованном КОКСОН, 1 (одна) статья в отечественном научном журнале и 4 (четыре) статьи в сборниках Международных и Республиканских научно-практических конференциях.

Сведения об основных публикациях, индексируемых в Science Citation Index Expanded базы данных Web of Science (Clarivate Analytics), в рецензируемом научном издании, имеющем процентиль по CiteScore в базе Scopus (Elsevier) по теме диссертации:

1. Zhuniskaliyev, T., Nurumgaliyev, A., Zayakin, O., Mukhambetgaliyev, Y., Kuatbay, Y., Mukhambetkaliyev, A. / Investigation and comparison of the softening temperature of manganese ores used for the production of complex ligatures based on Fe-Si-Mn-Al // Metalurgija. – 2020. Vol 59, Iss. 4. – P. 521-524;

2. Mukhambetgaliyev, Y., Zhuniskaliyev, T., Baisanov, S. / Research of electrical resistance and beginning softening temperature of high-ash coals for melting of complex Alloy // Metalurgija. – 2021. Vol 60, Iss. 3-4. – P. 332-334.

Сведения о публикациях, в отечественных изданиях в области металлургии научных журналах по теме диссертации:

1. Жунискалиев Т., Мухамбетгалиев Е., Нурумгалиев А., Жумагалиев Е. Применение комплексных сплавов для раскисления спокойных марок сталей // Промышленность Казахстана №3 (107) 2019, стр. 80-82;

2. Мухамбетгалиев Е.К., Байсанов С.О., Рошин В.Е., Ахметов К.Т., Жунискалиев Т.Т. Перспективы производства алюмосиликомарганца из сырья Казахстана // Вестник Карагандинского государственного индустриального университета, №1 (28) 2020, стр. 20-27.

Сведение о докладах, доложенных и обсужденных по результатам диссертационной работы на Международных и Республиканских научно-практических конференциях:

1. Жунискалиев Т.Т., Нурумгалиев А.Х., Мухамбетгалиев Е.К., Қуатбай Е.Қ. Перспективы производства комплексной лигатуры группы Fe-Si-Mn-Al из казахстанского сырья // Труды X Международной научно-практической конференции «Конкурентоспособность нации - основное условие повышения благосостояния народа», посвященной 55-летию юбилею Карагандинского государственного индустриального университета, Ч.1. 29-30 ноябрь 2018. РК. г. Темиртау: КГИУ. 2018, стр. 278-282;

2. Zhuniskaliyev T.T., Yersainova A.A., Zhumagaliyev Ye.U. Development of technology for processing of manganese - containing ores with small reserves // Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции «Наука и инновации в современных условиях». 13 март 2019. РФ. г. Стерлитамак: Агентство международных исследований. 2019, стр. 62-65;

3. Нурумгалиев А.Х., Байсанов А.С., Қуатбай Е.Қ., Жунискалиев Т.Т. Дифференциально-термический анализ шихтовых материалов для выплавки комплексных ферросплавов // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновации в области естественных наук как основа экспорт ориентированной индустриализации Казахстана», посвященной 10-летию Казахской национальной академии естественных наук и 25-летию Национального центра по комплексной переработке минерального сырья Республики Казахстан. 4-5 апрель 2019. РК. г. Алматы: РГП «НЦ КПМС РК». 2019, стр. 315-319;

4. Мухамбетгалиев Е.К., Жунискалиев Т.Т., Шаркаев С.Н. Перспективы производства комплексного ферросплава Fe-Si-Al-Mn-Ca Қазақстан Республикасы тәуелсіздігінің 30 жылдығына арналған «Инновациялық технологиялар және инженерия» ХІ халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының жинағы, - Теміртау. ҚР: ҚарИУ. 2021, стр. 84-87.