

АННОТАЦИЯ

диссертационной работы на тему:

«РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ХРОМИТОВЫХ И МАРГАНЦЕВЫХ РУД С ПОЛУЧЕНИЕМ ОКАТЫШЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРРОСПЛАВОВ»,

представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по
специальности 8D07204 – «Металлургическая инженерия»

ТАСТАНОВОЙ АЙШИ ЕРБУЛАТОВНЫ

Цель диссертационного исследования является разработка комбинированных технологических схем обогащения отвальных хромитовых и марганцевых шламов с получением композиционных обожженных окатышей для производства стандартных марок ферросплавов.

Задачи исследования:

-критический анализ опубликованной научно-технических работ и патентной информации и обоснование направления исследований по выбору технологических решений переработки техногенных отходов хромитового и марганцевого сырья;

- физико-химические исследования паспортные пробы отвальных шламовых мелкодисперсных хвостов от переработки хромитовых и марганцевых руд предприятий АО «ТНК «Казхром»;

- исследование влияния предварительного разделения на классы крупности шламовых хромитовых и марганцевых хвостов на результаты их гравитационного обогащения;

- исследование процесса термической сульфат-аммонийной сульфатизации хромитовых шламов на их химической обогащение;

- изучение влияние природного железистого диатомита как нового флюсующего компонента при обжиге сырых хромитовых и марганцевых окатышей и определение различных факторов на их прочностные характеристики;

- исследование плавки композиционных обожженных хромитовых и марганцевых окатышей на получение стандартных марок ферросплавов;

-техничко-экономическая оценка производства композиционных обожженных хромитовых и марганцевых окатышей для получения стандартных марок ферросплавов.

На основании проведенных исследований, используемые методики и решаемые задачи в настоящей диссертационной работе направлены на достижение общей поставленной цели.

Методы исследования

К числу основных методов исследования и анализов, примененных при выполнении диссертационной работы, относятся:

-критический анализ научно-технической и патентной литературы;

-комплекс современных методов физико-химического анализа, таких как:

1. Рентгенофазовый анализ на аппарате «Bruker D8 Advance» на медном излучении при ускоряющем напряжении 35 кВ, токе 25 мА;

2. Рентгенофлуоресцентный анализ осуществляли на спектрометре с волновой дисперсией Venus 200 PANalytical B.V. (PANalytical B.V., Голландия);

3. Химический анализ твердых образцов и растворов выполнены на оптическом эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Optima 2000 DV (США, PerkinElmer);

4. Изучение поверхности твердых образцов путем картирования элементного и фазового состава изучалось на электронно-зондовом микроанализаторе JXA-8230 фирмы JEOL (Япония);

5. Термогравиметрический анализ исследуемых составов смесей сырых окатышей выполнен на приборе синхронного термического анализа STA 449 F3 Jupiter;

-термодинамические расчеты в условиях карботермического восстановления основных компонентов композиционных хромитовых и марганцевых окатышей выполнены на программном комплексе HSC Chemistry 5 компании Outocumpu.

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

- результаты физико-химических исследований паспортных проб отвальных хромитовых и марганцевых мелкодисперсных шламов от обогащения хромитовых и марганцевых руд предприятий АО «ТНК «Казхром»»;

- результаты различных вариантов комбинированных схем обогащения хромитовых и марганцевых шламовых хвостов с получением кондиционных мелкодисперстных концентратов пригодных для получения стандартных марок ферросплавов;

- результаты исследований по синтезу композиционных обожженных хромитовых и марганцевых окатышей с использованием нового природного флюсующего компонента железистого диатомита месторождения Жалпак Актюбинской области;

- результаты термодинамических расчетов карботермического восстановления хрома и марганца в обожженных композитных хромитовых и марганцевых окатышей;

- результаты исследования плавки композиционных хромитовых и марганцевых обожженных окатышей на ферросплавы;

- результаты технико-экономической оценки производства хромитовых и марганцевых окатышей из концентратов, полученных обогащением из соответствующих мелкодисперсных шламовых хвостов;

Объект исследования – отвальные мелкодисперсные шламовые хвосты обогащения хромитовых и марганцевых руд.

Описание основных результатов исследования

В первом разделе диссертационной работы осуществлена общая характеристика современного состояния сырьевой базы как мирового производства хромовых и марганцевых ферросплавов, так и в Казахстане и даны дальнейшие перспективы ее развития. Дана общая характеристика накопившихся техногенных минеральных образований, образующихся при гравитационном обогащении хромитовых и марганцевых руд на действующих горно-обогатительных комбинатах АО «ТНК «Казхром». На основе анализа научно-технической и патентной литературы сформулированы пути технологических решений переработки мелкодисперсных отвальных хромитовых и марганцевых шламовых хвостов с целью повышения сквозного извлечения полезных ископаемых из перерабатываемого сырья.

Во втором разделе изучены характеристики химического, гранулометрического и фазового состава паспортных проб хромитовых и марганцевых отвальных шламовых хвостов представленных для проведения исследований Донским и Жайремским горно-обогатительными комбинатами АО «ТНК Казхром». Методами гранулометрического, рентгенофлуоресцентного и рентгенофазового установлены закономерности распределения оксида хрома и марганца по классам крупности в отвальных хромитовых и марганцевых шламовых хвостах гравитационного обогащения соответствующих руд и определены условия их переработки;

В третьем разделе представлены результаты различных комбинаций обогащения мелкодисперсных хромитовых и марганцевых шламовых хвостов с получением кондиционных концентратов пригодных для выплавки соответствующих ферросплавов. Получены новые данные по гравитационному обогащению мелкодисперсных хромитовых и марганцевых шламовых хвостов с предварительным их распределением на узкие классы крупности с получением соответствующих кондиционных концентратов, что позволило на 8-10 % увеличить сквозное извлечение хрома и марганца из перерабатываемого сырья. Для синтеза композиционных хромитовых и марганцевых обожженных окатышей предложен и исследован новый универсальный природный флюсующий компонент железистый диатомит месторождения Жалпак Актюбинской области. В состав шихты для получения композиционных хромитовых и марганцевых окатышей дозируют расчетное количество железистого диатомита в количестве 4-10 %, кальций содержащих компонентов до 5 %, отсеvy спецкокса 1,5-3,0 % и соответствующие мелкодисперсные концентраты. При получении обожженных композиционных хромитовых и марганцевых окатышей гравиметрическими и рентгенофазовыми методами анализов в диапазоне выше 1000 °C установлено образование геденбергита $\text{CaFeSi}_2\text{O}_6$ – ферросиликокальциевого связующего, способствующего повышению прочности и снижению 100-120 °C температуры их термической агломерации.

В четвертом разделе приведены данные термодинамических расчетов взаимодействия компонентов композиционных обожженных хромитовых и марганцевых окатышей в условиях карботермического восстановления при температурах плавки соответствующих ферросплавов. Приведены результаты плавки композиционных обожженных хромитовых и марганцевых окатышей из концентратов, полученных различными вариантами обогащения соответствующих шламовых хвостов. Достигнутые высокие показатели восстановления оксидов хрома и марганца в проведенных исследованиях соответствует высоким показателям при плавке хромитового и марганцевого сырья и подтверждает оптимальные составы композиционных обожженных хромитовых и марганцевых окатышей, полученных из обогащенных мелкодисперсных шламовых хвостов.

В пятом разделе на основе проведенных лабораторных и укрупненно-лабораторных исследований разработаны аппаратурно-технологические схемы и представлены технико-экономические оценки производства композиционных обожженных хромитовых и марганцевых окатышей по различным вариантам обогащения соответствующих шламовых хвостов. Из всех рассмотренных вариантов наиболее экономически эффективным является производство композиционных хромитовых обожженных окатышей, полученных гравитационным методом обогащения шламовых хвостов. Приведенная стоимость по этому варианту NPV составляет около 660 млн тенге, внутренняя норма доходности IRR составляет около 47% со сроком окупаемости PBP 2 года 10 месяцев.

Обоснование новизны и важности полученных результатов.

Новизна темы заключается в разработке технологии переработки отвальных хвостов обогащения хромитовых и марганцевых руд с получением композиционных обожженных прочных окатышей для выплавки стандартных марок ферросплавов. Получены новые данные по повышению сквозного извлечения хрома и марганца при гравитационном обогащении мелкодисперсных отвальных хромитовых и марганцевых шламовых хвостов с предварительным их разделением на узкие классы крупности;

Установлены фазовые превращения при термическом синтезе композиционных хромитовых и марганцевых окатышей, полученных с использованием нового флюсующего материала природного диатомита и описании структуры ферросплавов и шлаков, образующихся в процессе их плавки.

Важность полученных результатов обусловлена в вовлечение в производственный цикл техногенные минеральные образования, какими являются отвальные шламовые хвосты обогащения хромитовых и марганцевых руд, увеличивает сроки эксплуатации добывающих предприятий, повышает их технико-экономические показатели и способствуют решению экологических проблем производства.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам

Тема диссертационной работы соответствует приоритетному направлению развития науки «Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции» и по подприоритету «Комплексное и безотходное использование минерального сырья».

Диссертационная работа выполнялась в рамках грантового финансирования научных и (или) научно-технических проектов Комитета науки МОН РК по темам:

- «Разработка и испытания усовершенствованной технологии получения прочных хромовых окатышей из мелкодисперсного хромитового концентрата с плавкой их феррохром» (№ AP08856229 на 2019-2022 гг.);
- «Разработка технологии получения марганцевых окатышей для производства ферросиликомарганца и высокоуглеродистого ферромарганца из мелкодисперсных шламов» (№ AP09258880 на 2020-2023 гг.);
- «Усовершенствование технологии получения из мелкодисперсных шламов хромитовых окатышей для производства высокоуглеродистого феррохрома» (№ AP09259594 на 2020-2023 гг.).

Личный вклад автора заключается в физико-химических исследованиях исходных паспортных проб мелкодисперсных отвальных хромитовых и марганцевых шламовых хвостов, выполнении лабораторных экспериментов, изложенных в диссертационной работе, включая, методик экспериментальных исследований, участие в укрупненно-лабораторных испытаниях, анализ и оформление результатов в виде публикаций, научных докладов на международных конференциях.

По материалам диссертационной работы непосредственно с участием автора опубликовано 14 печатных работ, из них 8 статей в международных рецензируемых научных журналах, входящие в БД Scopus/Web of Science, 2 статьи опубликованные в других научных журналах и изданиях и 4 доложенные на международных научно-практических конференциях.