

В диссертационный совет 24.2.437.01

На базе Федерального Государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)»

454080, Челябинская область, г. Челябинск,
проспект Ленина, 76

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Адилова Галимжана «Разработка основ технологии полной переработки медеплавильных шлаков с получением востребованных металлических и керамических изделий», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов

Актуальность работы

Тема диссертационной работы Адилова Галимжана посвящена переработке техногенных образований предприятий цветной металлургии, в частности медеплавильных шлаков. Актуальность данной тематики обусловлена тем, что для складирования указанных техногенных образований требуются значительные площади, изымаемые из экологически чистых природных зон. Кроме того, они содержат значительное количество вредных примесей, таких как сера и мышьяк, которые увеличивают нагрузку на окружающую среду и ухудшают экологическую обстановку. Также можно отметить, что в настоящее время большинство богатых месторождений рудного железа и меди выработаны, а оставшиеся имеют недостаточное количество железа и меди, необходимого для обеспечения рентабельного производства без привлечения специальных мер обогащения. В то же время, накопленные на территории медеплавильных комбинатов техногенные образования, представляют инте-

рес как источники минерального сырья для замещения минеральных ресурсов природного происхождения. В частности, шлаки медеплавильного производства, содержат значительное количество оксидного железа, меди и цинка.

Учитывая вышесказанное можно констатировать, что тема диссертационной работы Адилова Галимжана, посвященная разработке технологических основ переработки таких техногенных образований, является весьма актуальной.

Структура и содержание диссертации

Диссертация изложена на 97 стр. машинописного текста, содержит 34 рисунка, 19 таблиц и список литературы из 110 наименований. Состоит из введения, пяти глав, основных выводов.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, степень разработанности проблемы, сформулирована цель и задачи исследования, показана научная новизна, практическая ценность и достоверность результатов исследования, представлены основные научные положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведена общая характеристика медеплавильных шлаков, их классификация, физико-механические свойства. Отмечено негативное воздействие медеплавильных шлаков на окружающую среду и проблемы их переработки. Приведен литературный обзор способов переработки медеплавильных шлаков, особенности извлечения из шлаков примесных элементов, имеющих высокую прибавочную стоимость и придание хвостам переработки свойств ценных товарных продуктов. В заключительной части к первой главе сформулирована цель работы, заключающаяся в научном обосновании и разработке рациональной технологии полной переработки медеплавильных шлаков с получением востребованных металлических и оксидных изделий и задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели.

Во второй главе исследована структура и морфология исходного медеплавильного шлака. Приведены результаты термодинамического моделирования в программном комплексе «TERRA», основные результаты твердофазного восстановления железа и возгонки цинка, а также результаты пирометаллургического разделения продуктов восстановления.

В третьей главе приведены результаты получения из медьсодержащего чугуна мелющих тел, рассчитан фазовый состав и построена фазовая диаграмма системы железо-углерод с добавлением меди и кремния, определены граничные содержания меди, кремния и углерода в материале переработки шлаков, достаточные для получения мелющих тел с высокими эксплуатационными характеристиками. Определено влияние серы на отбеливание чугунных заготовок для мелющих тел. Определено влияние углерода и кремния на твердость мелющих шаров в присутствии серы.

В четвертой главе приведены результаты получения пропантов из силикатной части медеплавильных шлаков. Определено влияние температуры и содержания оксида магния на фазовый состав пропантов, их физико-механические свойства и кислотостойкость. Для повышения кислотостойкости предложено покрывать поверхность пропантов фенолформальдегидной смолой.

В пятой главе произведен расчет экономического эффекта и предложена технологическая схема утилизации медеплавильного шлака.

Автореферат соответствует содержанию диссертации. Результаты исследований в достаточной степени опубликованы в научной печати и апробированы на конференциях различного уровня.

Теоретическая значимость работы

Определены условия селективного твердофазного восстановления железа в кристаллической решетке магнетита и фаялита, содержащихся в медеплавильном шлаке. Определён химический состав металла из металлосодер-

жащей части медеплавильного шлака, обеспечивающий высокую твердость при относительно высокой износостойкости мелющих тел. Разработан чугунный мелющий продукт, содержащий серу и медь, пригодный к использованию в измельчающих машинах в качестве мелющих тел. Разработаны состав и технология получения пропантов – расклинивающего агента, пригодного к использованию в нефтяной промышленности для гидроразрыва пласта. Предложена технологическая схема и набор технологического оборудования для безотходной ресурсосберегающей пирометаллургической технологии утилизации медеплавильных шлаков.

Практическая значимость работы

1. Экспериментально подтверждена возможность твердофазного восстановления железа и цинка твердым углеродом в легкоплавком медеплавильном шлаке.
2. Подтверждена возможность жидкофазного разделения плавлением продуктов металлизации медеплавильного шлака с получением в зависимости от условий разделения металла в виде чугуна, стали или сплава с повышенным содержанием кремния, пригодных для производства востребованной металлопродукции, и шлака, пригодного для производства пропантов – качественного керамического продукта для нефтяной промышленности.
3. Разработан состав чугуна, содержащего серу и медь и пригодного к использованию в измельчающих машинах в качестве помолоченного инструмента.
4. Разработан состав и технология получения пропантов – расклинивающего агента, пригодного к использованию в нефтяной промышленности для гидроразрыва пласта.
5. Предложена технологическая схема и набор технологического оборудования, включающий трубчатую печь для предварительного восстановления железа и возгонки цинка, дуговую печь для разделения продуктов металли-

зации, обеспечивающие безотходную ресурсосберегающую пирометаллургическую технологию утилизации медеплавильных шлаков.

Научная новизна работы

1. Автором проведены термодинамические расчеты. Определены условия селективного твердофазного восстановления железа в компонентах медеплавильного шлака. В кристаллической решетке магнетита железо восстанавливается твердым углеродом при температуре выше 600 °С, а в фаялите – при температуре выше 900 °С.
2. В результате термодинамического моделирования автором определён химический состав металла, обеспечивающий высокую твердость при сравнительно высокой износостойкости мелющих тел из получаемого металлосодержащей части медеплавильного шлака. Металл должен содержать меди около 1%, кремния около 3,5% при содержании углерода около 3,5%.
3. Автором установлено влияние концентрации присутствующих в металле из медеплавильного шлака примесей (C, Cu, Si, S) на эксплуатационные характеристики мелющих тел.
4. Автором определен температурный режим термообработки, обеспечивающий полную кристаллизацию и высокие показатели прочности пропантов, полученных из медеплавильных шлаков с добавлением MgO.

Достоверность и обоснованность результатов

Достоверность термодинамических и теоретических расчетов обеспечена использованием надежных справочных данных и современного программного обеспечения, соответствием сделанных на основе этих расчетов выводов и рекомендаций экспериментальным результатам. Достоверность экспериментальных результатов обусловлена применением современного оборудования при проведении высокотемпературных экспериментов; применением широко распространенных, разнообразных и апробированных мето-

дов исследования; высоким качеством и точностью исследовательского оборудования, применяемого при анализе экспериментальных результатов; соответствием полученных результатов данным других исследований.

По диссертационной работе имеется ряд **замечаний и вопросов**:

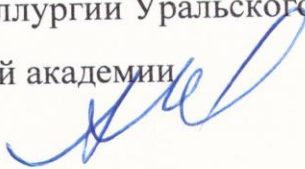
1. К научной новизне, установленной лично автором, относится восстановление твердым углеродом железа из магнетита при температуре выше 600 °С, а из фаялита – при температуре выше 900 °С. Это общеизвестный факт, многократно описанный в литературе и он не может быть причислен к научной новизне.
2. На протяжении всей работы не приведено соответствие полученных товарных продуктов требованиям нормативных документов (ГОСТ), это относится к оксиду цинка и чугуну.
3. Соответствие полученных пропантов требованиям ГОСТ Р 54571-2011 приведено в разных таблицах, что затрудняет оценку полученных результатов, однако видно, что по ряду показателей полученные пропанты не соответствуют требованиям ГОСТ.
4. Вызывает сомнение предложенное автором повышение кислотостойкости пропантов покрытием их фенолформальдегидной смолой. Выдержит ли смола воздействие нефтепродуктов?
5. Не понятна методика повышения в пропантах содержания оксида магния. Вероятно содержание оксида магния целесообразно повышать на стадии подготовки шлака к разделительной плавке, а не после нее.
6. На Карабашском медеплавильном комбинате накоплено большое количество хвостов флотации медеплавильных шлаков. Хвосты флотации содержат гораздо меньше меди и серы, чем медеплавильные шлаки, и на их основе можно было бы получить товарные продукты более высокого качества. Почему в работе не исследовалось это направление?

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 2.6.2. - Metallургия черных, цветных и редких металлов п. 7 «Рециклинг материалов, переработка отходов производства и потребления».

Таким образом, диссертация на тему «Разработка основ технологии полной переработки медеплавильных шлаков с получением востребованных металлических и керамических изделий», является законченной научно-квалификационной работой, соответствует п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней» постановления правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 11.09.2021 г. с изм. от 26.05.2020 г. « О порядке присуждения ученых степеней»), предъявляемые к диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Адилов Галимжан, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. - Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Доктор технических наук, доцент,
старший научный сотрудник «Федерального
государственного бюджетного учреждения
науки Институт металлургии Уральского
отделения Российской академии
наук»



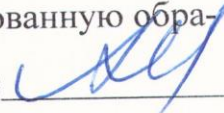
Михеенков Михаил Аркадьевич

19.07.2024 г.

620016 г. Екатеринбург, ул. Амундсена, д. 101

тел.: +79222194409

E-mail: silast@mail.ru

Я Михеенков Михаил Аркадьевич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе 

Подпись Михеенкова М.А. удостоверяю
ученый секретарь ИМЕТ УрО РАН

7



Котенков П.В./