

ОТЗЫВ

научного консультанта

доктора технических наук Мамяченкова Сергея Владимировича
на диссертационную работу Курмангалиева Дамира Болатовича
«Исследование и разработка технологии извлечения ценных компонентов из
металлургических шлаков методом электрохимического гидрохлорирования»,
представленную на соискание учёной степени доктора философии (PhD)
по образовательной программе 8D07202 – Metallurgia

Диссертационная работа Курмангалиева Дамира Болатовича посвящена актуальной проблеме – вовлечению в переработку накопленных лежалых медеплавильных шлаков, являющихся крупнотоннажным техногенным источником меди. В условиях снижения качества первичной минерально-сырьевой базы и возрастающей экологической нагрузки от шлаковых отвалов предприятий цветной металлургии Республики Казахстан разработка эффективных и селективных способов переработки такого сырья имеет важное научное и практическое значение.

В работе выполнен комплекс исследований, включающий анализ современного состояния гидрометаллургических методов переработки медеплавильных шлаков, изучение вещественного состава лежалых шлаков Балхашского и Жезказганского медеплавильных заводов, оценку применимости методов предконцентрации, экспериментальное исследование процесса электрохимического гидрохлорирования, разработку технологической схемы и технико-экономическую оценку предложенной технологии.

Автором проведено комплексное физико-химическое исследование шлака, включающее химический, фазовый, минералогический и гранулометрический анализы. Установлено, что основная часть меди в шлаке Балхашского медеплавильного завода находится в сульфидной форме в виде тонкой вкраплённости в железосиликатной матрице. Показано, что магнитная сепарация и гравитационные методы обогащения не обеспечивают выделения меди в самостоятельный продукт, а флотация требует тонкого измельчения и не обеспечивает достаточной глубины извлечения. Эти результаты обоснованно определили переход к селективным электрохимическим методам переработки.

Особого внимания заслуживает предложенный автором подход к обеспечению селективности разделения меди и железа, основанный не на выборе реагента, а на управлении условиями ведения процесса. Медь переводится в раствор активным хлором, генерируемым на аноде непосредственно в объёме пульпы, а железо, являющееся основным по массе компонентом шлака, удерживается в твёрдом остатке за счёт гидролиза Fe(III) . Такой подход позволяет избежать образования крупнотоннажных железосодержащих растворов, характерного для сернокислотных и азотнокислых схем переработки шлаков.

Практическую значимость имеют установленные закономерности влияния силы тока, концентрации хлорида натрия, соотношения Ж:Т, продолжительности процесса и режима кислотности на извлечение меди и соизвлечение железа. Показано, что электрическая нагрузка сверх уровня, необходимого для вскрытия сульфидной меди, не увеличивает её извлечение, но усиливает растворение железосиликатной матрицы. Оптимизация режима выполнена последовательно: по результатам поисковой серии и многофакторного плана Бокса–Бенкена принят режим 4,0 А, NaCl 175 г/дм³, Ж:Т = 6:1, продолжительность 90 мин без постоянного дозирования соляной кислоты, обеспечивающий извлечение меди 70,0 % при переходе в конечный продуктивный раствор около 1,0 % исходного железа.

Научную новизну представляют обоснование принципа селективного разделения меди и железа при электрохимическом гидрохлорировании медеплавильных шлаков посредством управления траекторией рН, а также установление связи достижимой полноты извлечения меди с фазовым составом шлака. Опыты на шлаке Жезказганского медеплавильного завода, отличающемся повышенной долей ферритной меди, подтвердили определяющую роль фазового состава и позволили оценить границы применимости метода.

Практически значимыми являются разработанная принципиальная технологическая схема переработки шлака с замкнутым оборотом хлоридного электролита и выводом сульфат-иона, а также результаты исследования поведения мышьяка, показавшие его удержание в твёрдом остатке, в том числе в форме скородита. Техничко-экономическая оценка применительно к условиям Балхашского медеплавильного завода показала рентабельность продукции 36,8 % и простой срок окупаемости около 3,6 года, что свидетельствует о практической целесообразности разработанных решений.

Диссертационная работа выполнена на высоком научном и методическом уровне, отличается логичностью изложения, достаточной степенью экспериментальной проработки и обоснованностью полученных выводов. Результаты исследований обладают научной новизной, практической значимостью и могут быть рекомендованы к использованию при проектировании опытно-промышленной установки переработки лежалых медеплавильных шлаков.

В качестве замечаний следует отметить:

1. Целесообразно более подробно рассмотреть вопросы масштабирования процесса, в частности влияние перехода к более плотной пульпе и укрупнённому аппарату на удельные энергозатраты и выход по току.
2. Представляет интерес проведение длительных испытаний с многократным оборотом хлоридного электролита для оценки накопления примесей в растворе.

3. Желательно дополнить работу фазовым анализом твёрдого остатка для количественного распределения неизвлечённой меди по формам нахождения.

Отмеченные замечания не снижают общей научной и практической ценности выполненной диссертационной работы и носят рекомендательный характер.

Достоверность полученных результатов подтверждается применением комплекса инструментальных методов анализа, сходимостью материальных балансов, публикациями в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, и в изданиях, рекомендованных уполномоченным органом Республики Казахстан, а также охранным документом Республики Казахстан.

В ходе работы над диссертацией автор проявил целеустремлённость в достижении поставленных задач и показал себя как исследователь, подготовленный к самостоятельной научной работе.

Диссертационная работа носит завершённый характер, соискатель проявил высокие профессиональные качества и умение самостоятельно формулировать и решать задачи исследования, опираясь на новейшие достижения науки.

Диссертация на тему «Исследование и разработка технологии извлечения ценных компонентов из металлургических шлаков методом электрохимического гидрохлорирования» соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «Металлургия», а её автор Курмангалиев Дамир Болатович заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07202 – Металлургия.

Научный консультант,
зав. кафедрой металлургии цветных
металлов ФГАОУ ВО «Уральский
федеральный университет имени
первого Президента России Б.Н. Ельцина»
докт. техн. наук, с.н.с.

Мамяченков С.В.

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ

Мамяченкова С.В.

ДИРЕКТОР

ИНТИ

УРФУ

Институт
новых

материалов

и технологий

Ю.ШЕШУКОВ

