

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Выдыша Степана Олеговича**
**«Повышение комплексности переработки шламов электролитического
рафинирования вторичной меди»**, представленной на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности

2.6.2 «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Современное состояние сырьевых источников для производства меди и все большее вовлечение вторичного сырья как ресурса для ее производства вынуждает разрабатывать новые технологии, с одной стороны, учитывающие своеобразие состава такого сырья, с другой – необходимость извлечения ценных компонентов в селективные товарные продукты, которые могут быть реализованы на рынке. В частности, по обычной технологии переработки шламов электролиза меди их подвергают сернокислотному выщелачиванию для удаления меди, а затем высушенные шламы направляют на окислительную плавку с получением металла Доре и шлака, содержащего олово и свинец. Полученный таким образом шлак плавят в восстановительных условиях с получением свинцово-оловянного сплава и отвального шлака.

Недостатком такой схемы является невозможность получения селективного свинцового и оловянного продукта, а реализация свинцово-оловянного сплава, не имеющего постоянный состав невыгодна. Зачастую, такой сплав, к тому же, содержит достаточно много серебра.

Поэтому принятое в диссертационном исследовании направление работ, связанное с получением селективного оловянного и свинцового продуктов и повышением комплексности использования сырья следует признать актуальным.

Для реализации поставленной задачи создания малоотходной технологии переработки шламов ЭРВМ диссертантом проведен комплекс исследований, включающее тщательное изучение фазового состава шламов, позволившее обнаружить новые фазы, соответствующие вторичным минералам меди: линариту $\text{CuPbSO}_4(\text{OH})_2$, кобашевиту $\text{Cu}_5(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ и брошантиту $\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4$.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов подтверждается представленным в работе представительным объемом экспериментальных данных, использованием статистических методов обработки результатов и применением комплекса физико-химических методов исследований.

Анализы составов объекта исследования и продуктов его переработки проводились с использованием современных аттестованных методик и методов исследований: просвечивающая электронная микроскопия (микрозондовый анализ) – сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) фирмы Hitachi High-Technologies Corporation S-3400N, оснащенный рентгеновским энерго-дисперсионным спектрометром NORAN, рентгенофлуоресцентный и рентгенофазовый анализ – WorkStation ARL9900. Гранулометрический анализ объекта исследования выполнен на лазерном анализаторе размеров частиц МикроСайзер-201. Анализ плотности объекта исследования проведен с

использованием гелиевого пикнометра АссуРус 1340. Концентрации ионов меди, серебра, свинца и бария в растворах определены титриметрическими, фотоколориметрическими и гравиметрическими методами.

Большое внимание в работе уделено разработке аммиачно-аммонийного выщелачивания меди. Проведено термодинамическое обоснование оптимальных режимов селективного аммиачно-аммонийного обезмеживания шлама ЭРВМ, его результаты подтверждены экспериментально. Предложены технологические параметры режима выщелачивания. Полученные новые знания позволили предложить технологическую схему переработки шламов ЭРВМ в различных вариантах. Разработана технология обессвинцевания шламов с ацетатным выщелачиванием обезмеженных шламов и последующим осаждением селективного свинцового продукта – сульфата свинца. Для удаления бария из обессвинцованного шлама предложена технология карбонизации с последующим ацетатным выщелачиванием бария и его осаждением в виде сульфата. Предложен ряд вариантов дальнейшей технологии переработки обессвинцованного шлама с выделением олова в оловянный селективный продукт и получением серебра или его сульфида и концентрата благородных металлов (в основном, золота).

Результаты, полученные диссертантом, а также данные им в автореферате рекомендации имеют важное значение для создания новых производств по переработке шламов электролиза меди или реконструкции старых, причем не только в производстве вторичной, но и первичной меди.

Замечания по работе:

1. Понятно, что исследователю пришлось работать с тем материалом, который был получен в качестве исходного. Тем не менее вызывает вопрос высокие содержания в исходных шламах бария, хлора, диоксида кремния, а также золота. Трудно это объяснить составом исходной анодной меди, которая предварительно подвергается огневому рафинированию. Повышенное содержание драгметаллов во вторичном сырье, как правило, связано с переработкой электронного лома. Для массового же вторичного сырья оно вряд ли характерно.
2. Обращает на себя внимание большое количество разного рода стоков, которые направляются на нейтрализацию. Но этот процесс связан с разветвленной схемой и усложняет технологию.
3. С чем связано низкое извлечение золота, 77-78 % по результатам апробации (см. стр.22)?

Заключение

Представленные в автореферате научные и практические результаты свидетельствуют о том, что диссертационная работа Выдыша Степана Олеговича, является научным исследованием, направленным на повышение комплексности переработки промпродуктов металлургического производства, актуальность которого обусловлена Постановлением Правительства РФ от 29 декабря 2023 года № 2394. Диссертационная работа полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС» и

требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени по научной специальности 2.6.2. «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Профессор кафедры "Металлургия и обогащение полезных ископаемых"
Горно-металлургического института им. О.А. Байконурова
"Казахский Национальный Исследовательский
Технический Университет им. К. Сатпаева (Satbayev University)",
к.т.н., профессор

01.10.2024

Нурлан Калиевич Досмухамедов

Адрес: 050013, Алматы, ул. Сатпаева, 22 а

Телефон моб.: +7 777 210 1849

Адрес электронной почты: nurdos@bk.ru

Подпись *Нурлана Калиевича Досмухамедова* заверяю:

