

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Воинкова Романа Сергеевича  
«Комплексная переработка хвостов флотации медеелектролитных шламов»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

В настоящее время в связи с понижением качества исходного сырья и повышением требований экологической безопасности на большинстве предприятий цветной металлургии во всем мире наблюдается тенденция перехода от пирометаллургических процессов к гидрометаллургическим. С учетом указанных требований «Институт «Гипроникель» совместно с АО «Уралэлектромедь» разработали технологию обогащения медеелектролитных шламов на основе окислительного автоклавного выщелачивания с последующей флотацией полученного продукта. Эта технология позволяет не только получать концентрат благородных металлов, но и отдельно выделить свинец и сурьму в хвосты флотации, содержащие также минимальное количество благородных металлов.

Для полного завершения гидрометаллургической технологии комплексной переработки медеелектролитных шламов необходимо разработать и обосновать технологическую схему извлечения в готовую продукцию свинца и сурьмы из хвостов флотации. В связи с этим тема диссертации Воинкова Р.С., посвященной разработке научно-обоснованной технологии извлечения свинца, сурьмы и благородных металлов из хвостов флотации является весьма актуальной.

Объектом исследования явились хвосты флотации медеелектролитных шламов. Подробно изучена микроструктура и элементный состав хвостов флотации, показано, что основой исходного материала являются некоторые соединения свинца и сурьмы, в меньшей степени соединения олова, мышьяка, теллура, меди. Для вскрытия хвостов флотации автором были опробованы различные выщелачивающие агенты, но в конечном итоге выбраны растворы комплексонов - трилона Б и оксиэтилендифосфоновой кислоты (ОЭДФ).

Методом вращающегося дискового образца, изготовленного на основе оксисульфата свинца, как основного соединения в хвостах флотации, была изучена кинетика его растворения в щелочных растворах в зависимости от концентрации гидроксида натрия и комплексонов, числа оборотов диска и температуры. Установлено, что наиболее эффективным реагентом для извлечения свинца из хвостов флотации является щелочной раствор ОЭДФ, скорость процесса растворения в котором оксисульфата свинца в 6 раз больше, чем в щелочном растворе трилона Б при сопоставимом извлечении 80%. Из фильтрата свинец осаждали в виде сульфида, а оставшийся кек обессвинцевания плавил в индукционной печи для получения сурьмяно-свинцового анода.

Проведены потенциометрические исследования процесса анодного растворения сурьмяно-свинцового анода в щелочно-водно-глицератном растворе, изучена кинетика процесса, выбраны оптимальные условия процесса электрорафинирования сурьмы. В процессе электрорафинирования получены: катодная сурьма марки Су-2, сульфидный осадок и анодный шлак, содержащий благородные металлы.

На основании полученных экспериментальных данных предложена технологическая схема переработки хвостов флотации медеелектролитного шлама, обеспечивающая извлечение основных компонентов, экономию энергоресурсов и

вспомогательных материалов, которая принята для разработки технологического регламента на проектирование процесса. Выполнен расчет экономической эффективности разработанной технологии, показавший, что при уровне капитальных затрат на реализацию проекта порядка 115 млн. руб. ожидаемый экономический эффект составит 12,8 млн. руб/год при сроке окупаемости 9,0 лет.

Достоверность полученных диссертантом результатов не вызывает сомнения, так как они основаны на широком использовании современных физико-химических методов исследований. При выполнении работы автором использованы: растровая электронная микроскопия (электронный микроскоп «JEM 2100» с приставкой для микроанализа «Oxford Inca»), рентгеноструктурный анализ (рентгеновские дифрактометры «Bruker D8 Advance», XRD 7000C «Shimadzu»), атомно-абсорбционная спектрометрия (Shimadzu AA 7000), потенциометрия (потенциостат IPC-Pro M). Используются методы планирования эксперимента, математического моделирования, пакеты специально разработанных компьютерных программ управления и сбора данных лабораторного эксперимента, обработки результатов.

Техническая новизна работы подтверждена получением 2 Патентов РФ. Основные положения и научные результаты диссертации опубликованы в 17 научных работах, в том числе 4 статьи в рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК, 10 тезисов докладов на международных и всероссийских конференциях; подана 1 заявка на патент РФ.

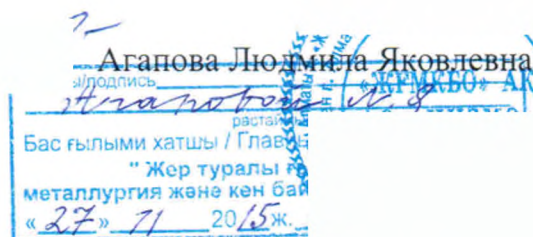
По автореферату диссертации имеются следующие вопросы:

- Из какого материала изготовлен катод в электролизере для рафинирования сурьмяно-свинцового анода с очисткой электролита, на котором осаждали сурьму?

- В тексте автореферата указаны показатели анодного выхода по току, но нет сведений о катодном выходе по току сурьмы.

В целом диссертационная работа Воинкова Р.С. представляет собой законченное исследование, по уровню научной и практической значимости соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Воинков Роман Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Заведующая лабораторией  
редких рассеянных элементов  
АО «Центр наук о Земле,  
металлургии и обогащения»,  
доктор технических наук, доцент



АО «Центр наук о Земле, металлургии и обогащения»  
050010, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Шевченко, уг.ул. Валиханова, 29/133  
E-mail: [rm.303.imo@mail.ru](mailto:rm.303.imo@mail.ru), тел. .

27 ноября 2015 г.