



# Гидрометаллургия

научно-исследовательский центр

196247, Санкт-Петербург, Ленинский проспект, 151  
Тел.: +7 (812) 600-77-45, Факс: +7 (812) 600-77-02, src@gidrometall.ru

24.11.2014

## Отзыв

на автореферат диссертации С.А. Мастюгина на тему «Научное обоснование и разработка технологии комплексной переработки медеелектролитных шламов», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук

Работа С.А. Мастюгина охватывает широкий круг проблем, связанных с созданием рациональной технологической схемы переработки медеелектролитных шламов. Трудность поставленной задачи определяется в первую очередь с чрезвычайно сложным и плохо изученным вещественным составом шламов.

В качестве одного из неперемных элементов технологий, применяемых в настоящее время для переработки медеелектролитных шламов, является плавка на серебряно-золотой сплав (доре металл). Однако эта операция сопровождается потерями драгоценных металлов, образованием и необходимостью переработки многочисленных промподуктов, оказывает негативное влияние на окружающую среду. При вовлечении в переработку все более бедных руд и снижении в связи с этим содержания драгметаллов в медных шламах эти недостатки усугубляются еще более. Поэтому диссертант поставил перед собой непростую задачу разработать комплексную гидрометаллургическую (точнее обогатительно-гидрометаллургическую) технологию переработки медеелектролитных шламов, лишенную основных недостатков существующей технологии.

Следует отметить очень большой объем работ, выполненных диссертантом. Автору удалось выявить и изучить тонкие особенности строения и вещественного состава медеелектролитных шламов. Эти результаты позволили обоснованно выбрать стратегию переработки шламов, положив в ее основу автоклавное выщелачивание шлама с последующим флотационным отделением халькогенидов цветных и благородных металлов и металлических золота и серебра от оксидов и сульфатов. Убедительно показано, что флотационному разделению должно предшествовать автоклавное выщелачивание, позволяющее индивидуализировать зерна оксидных фаз и сделать возможным их последующее отделение в виде хвостов флотации. Показана возможность существенного повышения качества флотоконцентрата путем включения в схему флотации ультратонкого измельчения и оптимизации реагентного режима. Изучено несколько альтернативных вариантов переработки концентрата флотации, в том числе, плавка на селенидный штейн, гидрохлорирование, щелочное автоклавное выщелачивание. Проведены исследования и разработаны способы выщелачивания селена из концентрата драгоценных металлов.

На основании выполненных исследований проведены пилотные испытания гидрометаллургической технологии, разработан технологический регламент, выпущена проектно-сметная документация на реконструкцию шламового производства на ОАО

«Уралэлектромедь». В соответствии с выполненными технико-экономическими расчетами разработанная технология обещает значительный экономический эффект.

По работе можно сделать следующие замечания.

1. В автореферате неоднократно упоминается, что скорость абсорбции кислорода в автоклаве  $U_0$  оказывает влияние на показатели процесса, в частности, на извлечение теллура в раствор. Однако природа этого влияния не разъясняется.
2. Для описания влияния параметров автоклавного выщелачивания на показатели разделения элементов в автоклавно-флотационной схеме диссертант использует уравнения регрессии. Следовало бы указать область применения этих уравнений (например, тип аппарата, состав шлама, крупность, диапазон температур и т.д.).
3. В автореферате следовало бы привести хотя бы основные химические реакции по рассматриваемым операциям. Их отсутствие допускает в некоторых случаях неоднозначное понимание протекающих процессов.
4. На с. 35 автореферата указано, что найденная экспериментально энергия активации восстановления селена гидразин-гидратом составила 158 кДж/моль при 76-90°C и 63 кДж/моль при 40-70°C. Этот результат требует пояснения, так как в соответствии с канонами кинетики гетерогенных процессов при повышении температуры обычно наблюдается уменьшение энергии активации, т.е. процесс смещается из кинетической области в диффузионную, а не наоборот.
5. Недостаточно обоснованным представляется сделанное на с. 24 заключение о том, что размол-измельчение в бисерных мельницах эффективнее, чем в планетарных. Возможно, это действительно так, но приведенные в автореферате данные не дают оснований для такого вывода. Для объективного сравнения желательнее было бы привести результаты измельчения в планетарной мельнице в различных режимах ее работы, в т.ч. с мелкими шарами и при различном числе оборотов.
6. На рисунках 21 и 22 представлена технологическая схема разработанной диссертантом технологии переработки медеэлектролитных шламов. Однако ни одна из этих схем не позволяет понять, какой метод доводки флотоконцентрата предполагается использовать и какой из испытанных способов рекомендуется для получения золото-серебряного концентрата, пригодного для аффинажа. Следовало бы также указать, каким требованиям по составу примесей должен удовлетворять концентрат, передаваемый на аффинаж, и в какой степени этим требованиям удовлетворяют концентраты, получаемые разными методами.

В целом, как можно судить по автореферату, автором проделана большая работа, имеющая научное и практическое значение и удовлетворяющая требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям. Автор работы Мастюгин Сергей Аркадьевич несомненно заслуживает присвоения ему ученой степени доктора технических наук.

Генеральный директор ООО «НИЦ «Гидрометаллургия»

доктор технических наук, профессор



Шнеерсон Яков Михайлович