

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рогожникова Дениса Александровича
«Азотнокислотная переработка полиметаллического упорного сульфидного сырья цветных металлов»,
представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности
05.16.02 – Metallurgy of black, colored and rare metals

Повышение комплексности использования сырья, снижение затрат на его переработку, увеличение сырьевой базы металлургической промышленности за счёт вовлечения в переработку труднообогатимого и низкорентабельного сырья является важнейшей задачей, стоящей перед современными исследователями и организаторами производства. Сульфидные труднообогатимые концентраты и полупродукты флотации полиметаллических медьсодержащих руд требуют применения для своей переработки многостадийных технологий, ограничивающих их экономическую эффективность и извлечение товарных элементов. Целью представленной работы является разработка и уточнение сведений о физико-химических основах процесса гидрохимического растворения полиметаллического упорного сульфидного сырья цветных металлов в азотнокислых средах и создание комплексной гидрометаллургической технологии переработки подобных материалов, отвечающей современным требованиям экологической и экономической эффективности.

Рассматривая диссертационную работу Рогожникова Д. А., отмечу следующие моменты.

1. Первая глава, посвящённая литобзору, «начата от сотворения мира», мешая в «кучу» и идеальное для переработки сырьё (порфиновые руды) и трудно перерабатываемое (полиметаллические, высоко мышьяковистые руды), описывая возможные технологии, автор «забывает» про плавку, являющуюся основным способом переработки подобного рода сырья в настоящее время. Автор детально рассматривает технологии сульфатного и бактериального выщелачивания, сверхтонкого измельчения и активации, которые не имеют отношения к азотнокислому растворению. В тоже время диссертант мог бы посвятить это место в работе богатейшему опыту азотнокислого выщелачивания полупродуктов от переработки руд цветных и благородных металлов как в бывшем СССР, так и за рубежом. Те четыре странички текста по этой проблеме не охватывают даже малой части работ наших учёных по этой теме, а представленный поверхностный анализ четырёх технологий: Nitrox® (в атмосфере воздуха), Arseno® (использование сжатого кислорода), Redox® (при температурах свыше 180 0C), НМС-процесс (смесь солей азотной и соляной кислот), NSC® (автоклавное сульфатно-нитритное растворение) не даёт понимание проблемы, которую диссертант пытается решить в ходе своих исследований. Общие фразы «ниже», «выше», «горячее» не показывают недостатки, которые необходимо изучить и устранить. Так утверждение автора: «Сделан вывод, что остаются нерешёнными вопросы, касающиеся полноты вскрытия сульфидных минералов, образования элементной серы, влияния различных сульфидов друг на друга при совместном окислении, улавливания нитрозных газов и др., что в настоящее время не позволяет использовать азотнокислотные процессы в

промышленности.» никоим образом не вытекает из литобзора и не даёт понимания почему эти технологии не используются.

Если бы автор презентовал совершенно новый вновь изобретённый им процесс, то так, наверное, можно было бы выстраивать первую главу, но речь идёт о совершенствовании того, что известно и исследовано в том числе у нас в СССР Я.В. Успенским, Е.Л. Поповым, А.К. Кунбазаровым, Х.А. Ахмедовым, Л.М. Богачевой, Х.Р. Исматовым и многими др., как минимум с 60 х годов прошлого века.

2. Во второй главе представлены возможные химические реакции термодинамические закономерности которых автор предполагает далее изучить (стр.60), но все изучение заключается в подстановке в «чужую», разработанную не диссертантом математическую модель «HSC Chemistry 6.0» одного-двух задаваемых параметров для известных химических реакций. Далее модель сама рассчитывает все термодинамические данные и рисует графики. Взяв за веру полученные результаты, Рогожников Д.А. не сделал попытку сравнить их с полностью аналогичными результатами других исследователей (ссылка 171 в диссертации – монография Л. М. Богачевой «Гидрометаллургическая переработка медьсодержащих материалов», изданная в Ташкенте в 1989г.), а эти термодинамические данные отличаются на 12-28 %. Представление диаграмм Пурбэ и описание к ним можно было заменить выводом из работ других исследований со ссылкой на них тем более, что они, по сути, ничем не отличаются от того, что указано в главе 2 на стр.65 и на стр.31 источника 171.

Главной трудностью ознакомления с материалами второй главы является то, что диссертант в первой главе не обозначил конкретную проблему азотнокислого выщелачивания, соответственно его вывод на стр. 70 о том, что им выявлены преобладающие реакции, вызывает недоумение, так как на данном этапе неясно, что должно быть результатом работы; максимальный перевод металлов в раствор или селективное разделение элементов, или получение серы в виде элементной или сульфатной, или снижение расхода азотной кислоты за счёт максимальной её регенерации, или ещё что то. Преобладающее значение тех или иных реакций будет зависеть от параметров ведения процесса в соответствии с поставленной задачей.

3. В третьей главе на стр. 93 формируется план исследований с помощью ПО StatGraphics, но, главное, что является конечным параметром оптимизации (допустим, максимальный выход в раствор меди, железа и серы или максимальный выход элементной серы, или перевод металлов в раствор с максимальной концентрацией драгов и серы в кеках) и с какой целью проводятся исследования не показано, тем более, что для различных видов сырья этот параметр оптимизации может быть отличным.

На стр. 95 утверждается, что «Наиболее значимым фактором, оказывающим влияние на извлечение железа в раствор, является концентрация азотной кислоты, затем соотношение жидкого к твёрдому. Продолжительность выщелачивания является менее значимым фактором.» Но если проанализировать табл.3.11 то для одинаковых условий опыта 8 при $t : ж = 7 : 1$ извлечение железа в раствор составило 97,8 %, а при $t : ж = 11 : 1$ (опыт 17) извлечение железа в раствор было равно 97,88 %. В то же время для одинаковых условий опыта 7 при $t : ж = 7 : 1$ и времени выщелачивания 4 мин, извлечение железа в раствор составило 76,31 %, а при $t : ж = 7 : 1$ (опыт 8) и продолжительности 48 мин, извлечение железа в раствор составило 97,80 %. Эти результаты противоречат выводам автора об незначительности влияния времени выщелачивания и

значимости отношения твёрдого к жидкому. Данное разночтение как-то должно быть объяснено. Полностью аналогичное расхождение выводов и результатов имеется и для мышьяка (опыт 2 и 3, 13 и 14) и для серы (опыты 2 и 3) где разница по извлечению отличается в разы при различной продолжительности опыта.

В главе 3.3 представлены результаты исследования по выщелачиванию концентрата «Ақжал» при этом рассмотрено поведение только железа, серы и мышьяка, но пропущены медь, свинец и цинк суммарно составляющие 2,5 % содержания. Почему диссертант пренебрёг этими элементами или тогда зачем в предыдущем разделе посвящена целая глава по химическому и минералогическому анализу этого материала? Минеральный состав этого концентрата представлен не только пиритом, арсенопиритом, но и халькопиритом, сфалеритом, галенитом безусловно влияющими на процессы выщелачивания, что отмечено диссертантов в главе 2.

4. В главе 4.1.2. на стр.112 делается вывод о влиянии содержания серы в материале на извлечение железа в раствор. Не совсем понятна научность этого заключения, ведь если пирита в концентрате 3 больше в три раза чем в концентрате 1 (стр.111), а скорость и полнота растворения пирита выше, чем других минералов (главы 2 и 3), то и выход в раствор железа будет выше при увеличении содержания серы в материале 3 по сравнению с материалом 1. А разве может быть иначе? В тоже время Л.М. Богачева и Х.Р. Исмаев утверждают, что имеется ограничение по содержанию серы, выше которого сказывается отрицательное влияние избытка пирита и этот эффект диссертант должен был увидеть при исследовании концентрата 3 или объяснить почему участие в реакции арсенопирита и халькопирита «смазало» это явление.

5. В гл. 6.4. на стр. 229 диссертант делает вывод о неэффективности переработки золотосодержащих кеков по схеме плавки на коллектор из-за извлечения золота 90-95 %. Не понятно откуда взята эта информация, так как плавка на медный или свинцовый коллектор гарантировано обеспечивают извлечение золота и серебра на уровне выше 98 %. Это закреплено не только реальными показателями предприятий, но всей мировой практикой расчётов ценообразования на эти продукты и даже не предполагающей более низких показателей.

6. По седьмой главе трудно сформировать мнение, так как диссертант не сформулировал недостатки существующих процессов азотнокислого выщелачивания и, соответственно, не понятно по каким критериях оценивать результат предложенной технологической схемы. Тем более автор не даёт сопоставления своих технологических результатов с показателями работы аналогичных установок и промышленных процессов.

7. При общем хорошем оформлении диссертационной работе в тексте, по моему мнению, имеются небольшие неточности и дублирования, так на стр.66. рис.2.5. не соответствует описательной части этого рисунка - выше, табл. 3.10, 3.11, 3.12, 3.13 дословно дублируют информацию и могли бы быть заменены одной 3.10.

Несмотря на высказанные замечания, считаю, что работа интересная и актуальная с точки зрения появления альтернативных пирометаллургии технологий, обладает научной новизной и отражает личный вклад Рогожников Д. А. в решение обозначенной проблемы.

Считаю, что диссертационная работа Рогожников Д.А. отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней в ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, Рогожников Денис Александрович, заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Вице-президент по контроллингу за
производством и инвестициям АО «Русская
медная компания»
к.т.н.

Король Юрий Александрович

«18» января 2021 г.

620075 Россия, г. Екатеринбург, ул. Горького 57
АО «Русская медная компания»
Тел. (343) 311-11-77

Подпись Ю.А. Короля заверяю:

Помощник руководителя

Манафова А.О.