

УДК 622.7

А.И. Романчук, Д.Я. Кошель, В.П. Ивановская
НОВЫЙ СПОСОБ ОСАЖДЕНИЯ МЕДИ
ИЗ КОМПЛЕКСНЫХ СУЛЬФАТНЫХ
РАСТВОРОВ

Семинар № 24

В связи с ухудшающимся состоянием минерально-сырьевой базы (МСБ) мира возникает необходимость восполнения запасов за счет вовлечения в эксплуатацию новых видов сырья. Таким источником минерального сырья являются железомарганцевые конкреции (ЖМК), залегающие на дне Мирового океана. Железомарганцевые руды содержат медь, никель, кобальт и марганец, что особенно важно так как запасы марганцевых руд в России незначительны. В табл. 1 представлены основные типы глубоководных железомарганцевых руд [1].

Как видно из приведенных данных, в ряде типов ЖМК содержание полезных компонентов 1,5-2,0 раза превышает их содержание в эксплуатируемых месторождениях руд суши. Техничко-экономические показатели освоения таких месторождений во многом определяются эффективностью технологии переработки руд.

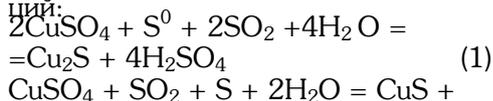
В ЦНИГРИ разработана гидрометаллургическая технология сернисто-кислотного выщелачивания, которая позволяет перерабатывать ЖМК различного состава. Технология основана на селективном выщелачивании цветных металлов и марганца сернистым ангидридом в растворах серной кислоты. Извлечение в раствор меди,

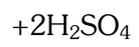
никеля, кобальта и марганца достигает 92-98 %. Для переработки растворов рекомендовано последовательное осаждение меди и никеля-кобальта порошками элементарной серы и металлического марганца.

При осаждении меди получен высококачественный медный концентрат, содержащий 41,7 % меди при извлечении от операции 99,88 %. Потери никеля и кобальта в медном концентрате составляли около 2% каждого металла.

Настоящая работа развивает направление научных исследований, проводимых в институте по оптимизации технологии переработки растворов, и посвящена решению задач снижения расхода порошка металлического марганца и улучшения качества медного концентрата.

На основании результатов термодинамических расчетов и экспериментальных исследований разработан новый способ получения медного концентрата. Сущность предлагаемого метода заключается в осаждении меди порошком элементарной серы в присутствии восстановителя – сернистого ангидрида. При этом возможно протекание следующих реакций:





(2)

392 Таблица 1
Подводные железомарганцевые руды

Хим/ состав, %	Тип руды								
	никель-медь-марганец-кобальтовый			марганец-никелевый		Кобальтовый	кобальт-марганцевый		Марганцевый
	очень богатые	богатые	рядовые	богатые никелем	богатые марганцем		очень богатые	богатые	
Ni	1,39-1,93	1,17-1,48	0,63-1,0	1,40-1,80	0,71-1,07	0,29-0,40	0,58-0,89	0,49-0,78	<0,02
Cu	1,29-1,94	0,99-1,72	0,42-0,84	0,73-1,02	0,35-0,57	0,15-0,30	0,08-0,16	0,16-0,37	<0,02
Co	0,18-0,30	0,19-0,30	0,25-0,30	0,07-0,14	0,02-0,10	0,29-0,40	1,11-2,56	0,53-0,80	<0,02
Mn	29,5-33,0	26,4-33,0	19,1-30,0	33,1-39,0	42,8-46,9	13,1-21,0	23,3-35,1	19,1-33,9	10,0-25
Fe	5,40-4,80	5,40-4,80	11,35-25,65	1,70-4,83	1,70-4,83	17,6-31,1	14,3-27,90	14,3-27,90	10,-15,0
Mo	0,05-0,16	0,05-0,16	0,04-0,09	0,06-0,10	0,06-0,10	0,04-0,11	0,05-0,12	0,05-0,12	
Pt, г/т	0,10-0,13	0,10-0,13	0,11	нет свед.	нет свед.	0,13-0,50	0,35-4,50	0,36-1,31	<0,01
РЗЭ, г/т	350-1870	350-1870	нет свед.	нет свед.	нет свед.	1414-3136	1355-4472	1355-4472	нет свед.

Таблица 2
Показатели осаждения медного концентрата в зависимости от расхода элементарной серы

№№ опыта	Расход элементарной серы от СНК, %	Остаточное содержание меди в растворе, г/л	Содержание меди в концентрате, %*	Извлечение меди в концентрат, %
1	0	2,46	14,00	9,54
2	40	0,82	47,33	71,36
3	60	0,395	53,85	87,64
4	80	0,0008	54,30	99,97
5	100	0,0049	54,60	99,84
6	120	0,0015	56,03	99,95
7	200	0,0037	54,46	99,88
8	300	0,0013	35,52	99,95
9	400	0,0029	26,51	99,91
10	500	0,0475	26,52	98,56
11	600	0,0008	25,47	99,97
12	800	0,001	25,02	99,95
13	1000	0,0032	17,99	99,89

Таблица 3

Кинетика осаждения меди в концентрат

Время, мин	pH раствора	Извлечение меди в концентрат, %	Содержание меди в растворе, г/л
0	2,25	0	2,72
5	1,7	75,44	0,668
15	1,55	94,247	0,156
20	1,50	98,218	0,048
30	1,4	98,562	0,039
50	1,5	98,9	0,03
60	1,56	99,87	0,0039

Таблица 4

Показатели осаждения меди по рекомендуемой технологии

	Выход, г, л	Содержание, г/л, %					Извлечение, %				
		Cu	Ni	Co	Mn	Fe	Cu	Ni	Co	Mn	Fe
Поступило											
раствор	1	2,7 2	3,0 36	0,3 73	67, 66	0,5 7	100	100	100	100	100
сера	1,09										
ИТОГО							100	100	100	100	100
Получено											
Медный концентрат	4,98	54, 45	0,0 19	0,0 039	0,3 4	0,1 57	99, 87	0,0 312	0,0 528	0,0 25	0,8 8
Раствор	0,925	0,0 039	3,2 75	0,3 997	73, 127	0,9 53	0,1 3	99, 968	99, 947	99, 975	99, 12
ИТОГО							100	100	100	100	100

Осаждение меди проводили в реакторе объемом 2 л с механическим перемешиванием и электронагревом. Объем раствора составлял 1 л; температура 90-95 °С. Элементарная сера измельчалась до крупности -0,074 мм и подвергалась предварительному активированию при температуре 95 °С в растворе NaOH с расходом щелочи 2 % от массы серы.

Результаты экспериментов (табл. 2) свидетельствуют о возможности достижения высоких показателей осаждения меди при расходах серы, близких или превышающих стехиометрически необходимые по реакции 2 (оп. 4-10). Извлечение меди в концентрат

составляет 99,8-99,9 %. Концентраты с наиболее высоким содержанием меди (54,30-56,03 %) получены при расходах серы в пределах 80-120 % от стехиометрически необходимых (оп. 4-6). Дальнейшее увеличение расхода серы приводит к закономерному снижению содержания меди в концентратах (оп. 8-12) при сохранении высоких показателей извлечения.

Характерно, что эффективное осаждение меди происходит даже при снижении расхода серы до значений ниже стехиометрически необходимых (оп.4). Дальнейшее снижение её расхода сопровождается заметным снижением извлечения меди (оп. 3), хотя ка-

чество концентрата остаётся высоким. При расходе серы 40 % (оп. 2) извлечение меди снижается до 71,36 %, а её содержание в концентрате – до 47,33 %. Очевидно при недостатке серы заметную роль играет образование малорастворимой двойной соли меди ($\text{Cu}_2\text{SO}_3 \cdot \text{CuSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Подтверждением этого служат результаты оп. 1, в котором сера не подавалась. Тем не менее, 9,54 % меди выпало в осадок с содержанием металла 14,00 %.

Изучение кинетики процесса показало, что осаждение меди происходит с высокой скоростью (табл. 3), в течение первых 15 минут в концентрат извлекается более 94 % металла. В дальнейшем скорость осаждения снижается. Для практически полного осаждения меди (98,9 %) необходимо около 50-60 мин. Остаточное содержание меди составляет 0,0039 г/л.

В табл. 4 приведены показатели осаждения по рекомендуемому способу.

Как можно видеть из данных таблицы 4, достигнуты высокая селективность процесса и полнота извлечения металла из раствора. Получен высококачественный концентрат, содержащий **54,45** % меди при извле-

чении **99,87** %. Содержание примесей в концентрате незначительно: никеля – 0,02 %, кобальта – 0,004 %, марганца – 0,34 %, железа – 0,1 %. Таким образом, с медным концентратом соосаждаются лишь 0,02-0,05 % никеля, кобальта и марганца.

Минеральный состав полученного медного концентрата был исследован с использованием сканирующего электронного микроскопа ISM-5300, оснащенного энергодисперсионным аналитическим спектрометром.

Проведение количественного анализа показало, что состав образовавшегося соединения стабилен по площади зерен; а в непосредственной близости от поверхности частицы элементарной серы наблюдается повышение содержания меди. Таким образом, если на большей части площади зерен можно говорить об образовании соединения, идентичного природному ковеллину, то в приграничной с серой области, по данным атомного состава, можно диагностировать соединение, отвечающее формуле халькозина.

Разработанный метод защищён патентом РФ на изобретение [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев С.И. Металлогения железомарганцевых образований Тихого океана. Санкт-Петербург.: Недра, 1994, 191 с.
2. Патент РФ № 2231569 авторы Романчук А.И., Ивановская В.П., Королев

А.Б., способ переработки подводных железомарганцевых руд, 2004, С22В 47/00,3/00. **TIAS**

Коротко об авторах

Романчук А.И., Кошель Д.Я., Ивановская В.П. – ЦНИГРИ.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 24 симпозиума «Неделя горняка-2006». Рецензент – проф., д-р. техн. наук В.М. Авдохин.

