

Ш.Р. САМИХОВ, З.А. ЗИНЧЕНКО

ТИОСУЛЬФАТНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЗОЛОТО-, СЕРЕБРЯНО-, МЕДНЫХ ФЛОТАЦИОННЫХ КОНЦЕНТРАТОВ

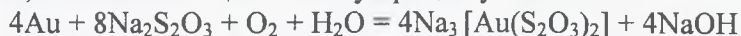
Применение тиосульфата натрия для растворения золота и серебра и еще в 1975 г [12]. В последние годы интерес к тиосульфату, как альтернативному растворителю золота заметно активизировался. Выполнен значительный объём теоретических и технологических исследований [1-3].

Тиосульфаты – это соединения, содержащие группы $(S_2O_3)^{2-}$, которые являются структурным аналогом сульфата, где один атом кислорода замещен атомом серы.

Уникальная химия иона тиосульфата, который имеет структуру $[S-SO_3]^{2-}$, определяется сульфидоподобным атомом серы, придающим ему восстановительные свойства, сильную способность к комплексообразованию, а также способность образовывать сульфиды [4].

Золото с тиосульфат-ионом образует достаточно прочный комплекс состава $[Au(S_2O_3)_2]^{-3}$, энергия Гиббса образования которого составляет – 1024,9 кДж/моль и не разлагающийся с выделением серы даже при подкислении. Константа нестойкости этого комплекса составляет $4 \cdot 10^{-30}$, поэтому стандартный потенциал окисления золота в присутствии ионов SO_3S^{2-} снижается до +0,15 В, и окисление золота кислородом с переходом в раствор становится термодинамически возможным [1].

Процесс растворения золота в тиосульфате, в присутствии кислорода протекает по реакции, аналогичной цианистому процессу:



Нами проведены исследования по тиосульфатному выщелачиванию флотационного концентрата, полученного из медной золотосодержащей руды, с содержанием в нем золота 32,7 г/т, Ag – 249,5 г/т и Cu – 26,4%, который был подвергнут обжигу при температуре 600°C в течение двух часов. С целью улучшения процесса тиосульфатного выщелачивания пробы руды подвергались обжигу при температуре 600°C в течение 2 ч. В процессе обжига упорных золото - сульфидных руд и концентратов минералы пирит и арсенопирит окисляются, что приводит к вскрытию содержащегося в них золота.

Известно, что многие комплексные соединения переходных металлов в высших степенях окисления могут участвовать в различных химических процессах. Эффективными окислителями могут быть аммиачные и тиосульфатные комплексы меди и кобальта. Следует также отметить, что добавление сульфата меди имеет стимулирующее действие на растворение благородных металлов в растворе тиосульфата из-за способности иона меди принимать электроны с поверхности металла и передавать его кислороду [5].

В работах [6,7] выщелачивание золота тиосульфатом изучали в автоклавном процессе, при этом разложение сульфидов цветных металлов проходило в аммиачной среде. Показано, что первым продуктом окисления сульфидной серы в аммиачной среде является тиосульфат, который последовательно окисляется до сульфата, тионата, сульфита и $(NH_2SO_4^-)$. Оптимальная температура растворения золота в тиосульфате составила 80°C

Нами проведены исследования по тиосульфатному выщелачиванию флотационного концентрата, полученного из медной золотосодержащей руды, с содержанием в нем золота 32,7 г/т, Ag – 249,5 г/т и Cu – 26,4%, который был подвергнут обжигу при температуре 600°C в течение двух часов. С целью улучшения процесса тиосульфатного выщелачивания пробы руды подвергались обжигу при температуре 600°C в течение 2 ч. В процессе обжига упорных золото - сульфидных руд и концентратов минералы пирит и арсенопирит окисляются, что приводит к вскрытию содержащегося в них золота. Ниже приведены результаты серии опытов по тиосульфатному выщелачиванию концентрата. С целью оптимизации в процесс выщелачивания подавали сульфит натрия, а также сульфат меди. Расходы $Na_2S_2O_3 = 20 - 100$ г/дм³, $Na_2SO_3 - 30 - 80$ г/дм³, продолжительность процесса 24- 48 ч, соотношение Т:Ж – 1:5, температура проведения процесса 20 – 60°C. Результаты экспериментов представлены в таблице.

Как видно из приведенных результатов, при использовании в качестве растворителя одного тиосульфата натрия или его смеси с сульфатом натрия наблюдается низкая эффективность выщелачивания - извлечение золота за 16-24 часов составляет всего лишь 52-68%.

Положительное влияние на процесс тиосульфатного выщелачивания оказали добавки аммиака (Рис.1). Как видно из рисунка, резкое повышение скорости растворения золота наблюдается при концентрации аммиака 1г/дм³. Затем кривые выщелачивания выполаживаются, и при концентрации 3г/дм³ извлеченис золота составляет 90,4%, серебра 68,4% и меди 38,7%.

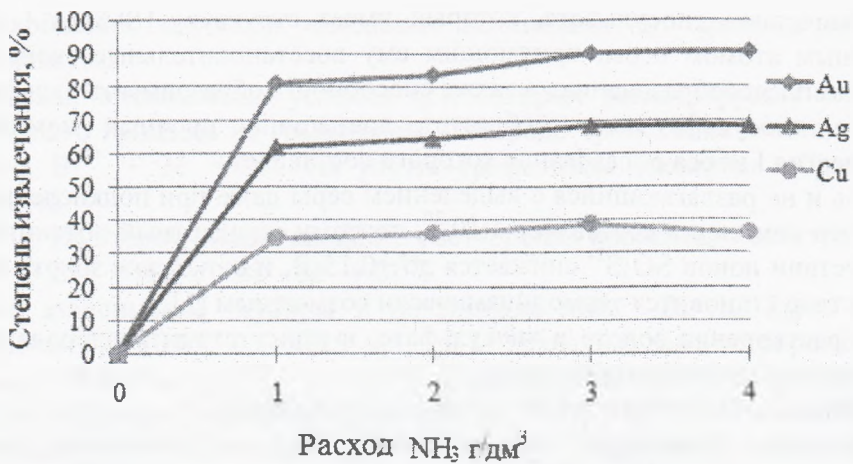


Рис. 1. Зависимость извлечения благородных металлов от расхода аммиака

Таким образом, тиосульфатное выщелачивание золота из флотационных концентратов месторождения Тарор может быть рекомендовано как альтернативное цианистому процессу

Таблица 1

Извлечение благородных металлов при тиосульфатном выщелачивании концентрата месторождения Тарор

№ п/п	τ, ч	рН	Загрузка реагентов г/дм ³				Концентрация в растворе, мг/дм ³			Извлечение, %		
			Na ₂ S 2O ₃	Na ₂ SO ₃	Cu SO 4	NH 3	Au	Ag	Cu	Au	Ag	Cu
1	24	7,5	20				2,766	20,9	7808,4	42,3	41,9	16,2
2	16	7,6	50				3,427	19,0	10459,4	52,4	38,1	21,7
3	24	7,2	50				3,571	20,1	11086	54,6	40,3	23,0
4	24	9,5	100				4,179	25,0	10314,8	63,9	50,2	21,7
5	24	8,0	30	30			4,218	26,3	12628,4	64,5	52,7	26,2
6	18	10,3	30	40			4,499	25,1	13688,8	68,8	50,3	28,4
7	48	9,5	60	80			4,454	25,7	13688,8	68,1	51,5	28,4
8	24	8,2	20	30	1		4,114	24,7	10025,6	62,9	49,5	20,8
9	24	8,4	20	40	1		3,930	25,0	14026,2	60,1	50,2	29,1
10	24	9,3	30	40	1		4,271	27,1	12869,4	65,3	52,4	26,7
11	24	9,0	30	40		4	4,401	25,8	13881,6	67,3	51,7	28,8
12	24	9,6	60	80		4	4,630	26,2	14701	70,8	52,5	30,5
Концентрат после обжига. Температура 60°С												
1	24	8,7	30				6,025	18,7	6547,2	50,8	31,2	12,4
2	24	8,4	50				8,088	25,0	1578,2	68,2	41,7	29,9
3	48	8,2	100				8,515	25,4	16473,6	71,8	42,3	31,2
4	24	8,8	30	30			8,610	25,8	15628,8	72,6	43,0	29,6
5	24	9,3	30	40			9,630	27,4	15998,4	81,2	45,7	30,3
6	24	8,8	20	30	1		8,361	24,4	14731,2	70,5	40,6	27,9
7	24	9,3	20	40	1		8,942	23,9	13833,6	75,4	39,8	26,2
8	24	8,8	30	40	1		9,761	25,9	15681,6	82,3	43,2	29,7
9	24	9,3	30	40		1	9,690	37,3	18268,8	81,7	62,2	34,6
10	24	8,8	30	40		2	9,986	38,9	19060,8	84,2	64,8	36,1
11	24	9,0	30	40		3	10,721	41,0	20433,6	90,4	68,4	38,7
12	24	8,6	30	40		4	10,745	40,9	19113,6	90,6	68,2	36,2
13	24	8,7	30	40		5	10,543	40,0	16896	88,9	66,8	32,0

ЛИТЕРАТУРА

1. Холмогоров А.Г., Пашков Г.Л., Кононова О.Н. и др. – Химия в интересах устойчивого развития, 2001, №9, с. 293-298.
2. Жучков И.А., Бубсеев П.П. Исследование механизма активации золота при его растворении в тиосульфатном среде. – Цветная металлургия, 1990, №2, с. 64-68.
3. Лодейщиков В.В. Возможности и перспективы промышленного использования нецианистых растворителей золота и серебра.// Золотодобыча, 2012. - №8(165). – С. 5-8.
4. Каковский И.А. Поташников Ю.М. Кинетика процессов растворения. – М.: Металлургия, 1975, 224 с.
5. Масленицкий И.Н. Металлургия благородных металлов / И.Н. Масленицкий, Л.В.Чугаев, В.Ф. Борбат// М.: Металлургия, 1987. – 432 с.
6. Техника и технология извлечения золота из руд за рубежом. / Под ред. В.В. Лодейщикова – М.: Металлургия, – 1973. – 287 с.
7. Фридман И.Д. Влияние углеродистых веществ, содержащихся в рудах, на процесс цианирования И.Д.Фридман, Е.Е. Савари, Н.Н.Демина // Цв. Металлы. – 1979.– №9. – С. 104-106.