

## ОБОГАЩЕНИЕ УПОРНЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТЕРЕК-САЙ»

*Дуйшенбаев Н.П., Ногаева К.А., Кожогулов К.Ч.*

*Институт горного дела и горных технологий им. академика У. Асаналиева КГТУ им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызстан*

*В статье описаны приведенные исследования по обогащению упорных золотосодержащих руд с высоким содержанием мышьяка. Была представлена схема фазового анализа золота с последовательным извлечением золота из измельченного материала амальгамацией, цианированием остатков солянокислой обработки и выщелачиванием царской водкой. Также проведено исследование на обогащаемость руды флотационным методом.*

*This article describes studies on enrichment of refractory gold ore with a high arsenic content. It was represented a scheme of gold phase analysis followed by successional extraction of gold from breakage by amalgamation, cyanidation the remains by hydrochloric treatment and desalinisation with aqua regia, which determines the subsequent gold content in liquid and solid phases, and allows you to estimate quantitatively the following forms of gold in the material. As well it was performed a study on ore enrichment by flotation method.*

В связи с истощением запасов богатых и легкообогатимых руд остро встает вопрос переработки труднообогатимых упорных руд. Благодаря развитию технологии и усовершенствованию методов обогащения стало возможным обогащение упорных руд. Как известно, упорные золотосодержащие руды с трудом подвергаются традиционным методам обогащения.

Для упорных руд с высоким содержанием мышьяка применение только обогатительных методов обогащения оказалось нерентабельным. [1] Для переработки такой руды необходимы или нетрадиционные технологии или комбинированные методы извлечения, сочетающие обогатительные процессы с гидрометаллургическими переделами. Выщелачивание даже при высоком содержании мышьяка позволяет извлекать до 90% золота. [2]

Опыт зарубежных предприятий показывает, что выщелачивание самый рентабельный метод с низким капитальным вложением и эксплуатационными затратами, меньшим энерго-водопотреблением и высокой производительностью труда.

#### *Эксперимент*

Исходную пробу готовят по соответствующим методикам, при сокращении и усреднении применяют стандартные методы, используемые в подготовке проб к исследованиям и анализам. [3]

Определение химического состава руды (анализ Ag, Cu, Fe, As, Sb, Pb, Te и других металлов (~27 элементов) проводилось атомно-эмиссионным методом с индуктивно связанной плазмой (ICP). (табл1)

Таблица 1.

Содержание в исходной пробе Руде: Ag, Cu, Fe, As, Sb, Pb, Te и других металлов

Элемент	Ед. изм	Результаты анализов
Ag	%	0,0028
Al	%	4,7029
As	%	0,7838
Ba	%	0,0972
Ca	%	2,6710
Co	%	0,0041
Cr	%	0,0136
Cu	%	0,0700
Fe	%	6,6503

K	%	1,6490
La	%	0,0008
Mg	%	0,9656
Mn	%	0,0420
Na	%	0,0720
Ni	%	0,0090
P	%	0,0582
Pb	%	0,0716
Sb	%	0,1412
Sc	%	0,0014
Sr	%	0,0188
Te	%	0,0014
Ti	%	0,6520
V	%	0,0163
W	%	0,0035
Y	%	0,0004
Zn	%	0,0097

Результаты анализа представленные в таблице 1 свидетельствуют о том, что состав руды по содержанию мышьяка неблагоприятный. Отмечается малое содержание сурьмы, составляющее десятые доли процента. Содержания в руде меди, свинца и цинка незначительны и эти элементы не представляют промышленного интереса.

Определение суммарного содержания золота в различных группах минералов ( фазовый анализ) золота был выполнен в соответствии с методикой ЦНИИГРИ. [4]

Схема фазового анализа золота предусматривает последовательное извлечение золота из измельченного материала амальгамацией, цианированием, цианированием остатка солянокислотной обработки и выщелачиванием царской водкой. Последующее определение золота в жидких и твердых фазах

позволяет количественно оценить следующие формы нахождения золота в материале:

- Свободное амальгамируемое золота (после операции амальгамации);
- Золото в сростках (после первого цианирования);
- Золото в кислоторастворимых минералах (после второго цианирования кека солянокислотной обработки);
- Золото в кварце (после царсководочной обработки кека второго цианирования);
- Золото в сульфидных минералах (количество золота в хвостах второго цианирования за вычетом золота в кварце).

Исследуемая проба была анализирована на содержание золота (табл1) ,также был проведен ,как указано выше, фазовый анализ (табл2)

Таблица 2.

Содержание золота в исходной пробе руды

Элемент	Результаты анализов					
	1	2	3	4	5	Среднее
Ау, г/т	2,10	2,15	2,10	2,00	2,00	2,07

Среднее содержание золота в исходной пробе руды составляет 2,07 г/т.

Таблица 3.

Результаты фазового анализа золота в материале крупностью минус 0,071 мм

Золото		Количество золото	
Свободное амальгамирующееся		%	г/т
В сростках		8,40	0,18
В кислоторастворимых минералах	Минералах меди, сурьмяных и мышьяковых минералах вторичного происхождения, окисленных минералах железа и марганца	36,22	0,751
		10,79	0,22
	В сульфидах (пирите, арсенопирите, галените, халькопирите)	7,69	0,16
В кварце		36,9	0,76
ИТОГО:		100,0	2,07

Результаты рационального анализа показывают, что амальгамируемое золото в исследуемой пробе не обнаружено. Доля легкоцианируемого золота и в сростках при

крупности измельчения 96% минус 0,071 мм, составляет – 44,62%.

Доля тонковкрапленного и законсервированного в породу золота (в кварце),

не раскрытого при данной степени измельчения составляет 36,9%.

Наличие золота ассоциированного с сульфидами и кислоторастворимыми минералами составляет в пробе руды – 18,48%.

Учитывая результаты фазового анализа, было проведено флотационное обогащение исследуемой руды. Флотоконцентрат и хвосты были анализированы на содержание золота и серы (табл 4 ,табл5, табл 6)

Таблица 4.

Содержание золота во флотоконцентрате

Элемент	Результаты анализов					
	1	2	3	4	5	Среднее
Аu, г/т	32,00	32,00	31,83	31,80	31,80	31,89

Среднее содержание золота во флотоконцентрате составляет 31,89 г/т.

Таблица 5.

Содержания S общей, S сульфидной, S сульфатной и мышьяка во флотоконцентрате

Элемент	Содержание в пробах, %
Собщ.	12,07
Сульфидной	11,59
Сульфатной	0,48
As	5,04

Сульфидная сера составляет(табл5) около 96% от общей серы ,т.е основная масса серы сосредоточена в сульфидах. Учитывая содержание мышьяка- 5,06% и считая ,что основной минерал мышьяка - арсенопирит ,

можно рассчитать содержание серы в этом минерале. По расчетным данным арсенопиритная сера примерно составляет 30% от сульфидной серы .

Таблица 6.

Содержание золота в хвостах флотации

Элемент	Результаты анализов					
	1	2	3	4	5	Среднее
Аu, г/т	1,55	1,50	1,60	1,55	1,55	1,55

Среднее содержание золота в хвостах флотации составляет 1,55г/т.

Результаты исследований флотационного обогащения показывают , что этот метод не позволяет получать отвальные по содержанию золота хвосты (табл6), а флотоконцент-

раты,содержащие в среднем 31,89 г/т золота требуют дальнейшей переработки.

С целью выбора технологии переработки неотвальных хвостов флотации, был проведен гранулометрический анализ Хвосты флотации были подвергнуты рассеву на ситах с размером ячеек 0,071 и 0,045 мм (табл7)

Таблица 7.

Распределение золота по классам крупности исходной пробы руды

Класс крупности, мм	Выход классов, %	Содержание Au, г/т						Распределение классам крупности, %	
		1	2	3	4	5	среднее	тек.	в накоплении
+0,074	47,71	1,60	1,60	1,55	1,60	1,55	1,58	49,78	49,87
-0,074 +0,045	10,31	1,00	1,50	1,00	1,50	1,00	1,20	8,18	58,06
-0,045	41,98	1,45	1,55	1,50	1,55	1,50	1,51	41,94	100,00
Итого:	100,00						1,51	100,00	

Как видно из таблицы 7 во флотационных хвостах распределение золота по классам крупности сравнительно равномерное, кроме класса -0,074 +0,045 мм. Необходимо отметить, что в материале класса крупности минус 0,045 мм доля золота -41,94%. Большая часть золота сосредоточена в классах крупности +0,074

Таким образом, результаты исследований показывают:

1. Повышенное содержание мышьяка, затрудняющего технологический процесс извлечения золота.

2. Фазовым анализом установлено содержание золота в различных группах минералов,причем амальгамируемое золото не

выявлено ,а доля нераскрытого золота даже при крупности 0,071 мм составляет 36,9%.

3. Содержание золота в хвостах флотационного обогащения требуют дальнейшей переработки , поэтому применение флотационного обогащения для данной руды нецелесообразно.

#### Литература:

1. Резник Ю.Н. ,ШумиловаМ.В. Выбор технологии извлечения золота из упорных руд. Симпозиум «Неделя Горняка» .Семинар N 25.2007 г.

2. Кожонов А.К., Ногаева К.А., Романов Ч.К. Кинетика кислотного выщелачивания золота из упорных золотомедных руд /Кожонов А.К. и др.//Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2009. №14

3. Справочник по обогащению руд М. Недра 1974г.

4. В.И. Зеленов .Методика исследования золото-и серебросодержащих руд»Москва, Недра, 1989 г.