

ISSN: 2545-0573

ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ УЧАСТКА СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ НА ПЛОЩАДИ КЫЗЫЛАЛМАСАЙСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

А. А. Нормуродов

Младший научный сотрудник лаборатории «технология переработки нерудного сырья» ГУ «ИМП»

А. У. Самадов

Директор АФ ТашГТУ

ARTICLE INFO.

Ключевые слова:

Опτικο-эмиссионный, спектральный, химический и минералогический состав.

Аннотация

В работе изучен вещественный состав золотосодержащей руды участка северо-западный на площади кызылалмасайского рудного поля. Вещественный состав проб руды изучался с применением спектрального, химического, опτικο-эмиссионного, гранулометрического и других видов анализов. По результатам химического анализа содержание золота в изучаемой пробе ТБ составило 5,47 г/т и серебра 165,19 г/т, в пробе ТК – золота 4,11 г/т золото и 31,52 г/т серебро.

<http://www.gospodarkainnowacje.pl/> © 2022 LWAB.

Исследование выполнено на основании изучения вещественного состава руды, характера вкрапленности слагающих их минералов, а также изучения литературных данных, опыта ранее проведенных изысканий.

Измельчение руды осуществлялось в лабораторной шаровой мельнице марки 40МЛ при отношении Твердое: Жидкое: Шары, равном 1:0,75:8.

Результаты опытов обогащения оценивались по данным химического анализа на золото и серебро с помощью атомно-абсорбционного спектрометра фирмы «Перкин-Элмер». Характеристика руд и рудного золота

Золотосодержащие руды по вещественному составу отличаются большим разнообразием. В некоторых рудах более 90% по весу составляет кварц, в других наряду с кварцем преобладающими минералами являются барит (до 50-60%), карбонаты (до 20-30%), оксиды железа (до 25%), турмалин (до 50%). Содержание сульфидов (в основном пирита, арсенопирита и пирротина) колеблется от 0 до 80%. В различном количестве в рудах присутствуют еще и многие другие минералы, а также вмещающие породы (сланцы, граниты, диориты и др.). Руды различаются и по физическому состоянию. Большинство из них после добычи представлено прочным кусковатым материалом, некоторые имеют вид рыхлой глинистой массы с отдельными

кусками. Еще больше различаются руды свойствами золота и ассоциацией его с минералами.

При выполнении технологических исследований первостепенный интерес представляют те признаки вещественного состава, которые в наибольшей степени определяют технологию обработки руд. Такими признаками являются:

- наличие в рудах наряду с золотом других полезных компонентов, имеющих промышленное содержание;
- содержание в рудах окисленных минералов по сравнению с сульфидными, т.е. степень окисления руд;
- наличие в рудах компонентов, существенно осложняющих технологию обработки;
- характер золота в рудах, в первую очередь крупность частиц золота.

Полуколичественный спектральный анализ методом просыпки, (содержание $n \cdot 10^{-3}\%$) средней пробы руды выполнялся в лаборатории ЦАИ ВСМС ГУ «ИМП». Результаты анализа приведены в табл.2.1.

Таблица 2.1. Результаты полуколичественного спектрального анализа средней пробы руды

Элементы	Содержание, ($n \cdot 10^3\%$)		Элементы	Содержание, ($n \cdot 10^3\%$)	
	ТБ	ТК		ТБ	ТК
Ba	<2	70	As	2	<2
Be	<0,05	<0,05	Ni	<0,6	<0,6
V	3	10	Sn	<0,6	<0,6
Bi	<0,2	5	Pb	50	100
W	<0,3	0,5	Ag	5	1,5
Ga	0,7	1,5	Sb	7	15
Ge	<0,1	<0,1	Ti	50	150
Cd	0,2	<0,1	Cr	<1	1
Co	0,2	1,5	Zn	10	30
Mn	200	300	Au	0,05	0,05
Cu	10	50	Nb	1	0,4
Mo	3	15	Ta	10	10

СХЕМА ПОДГОТОВКИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ К ИСПЫТАНИЯМ

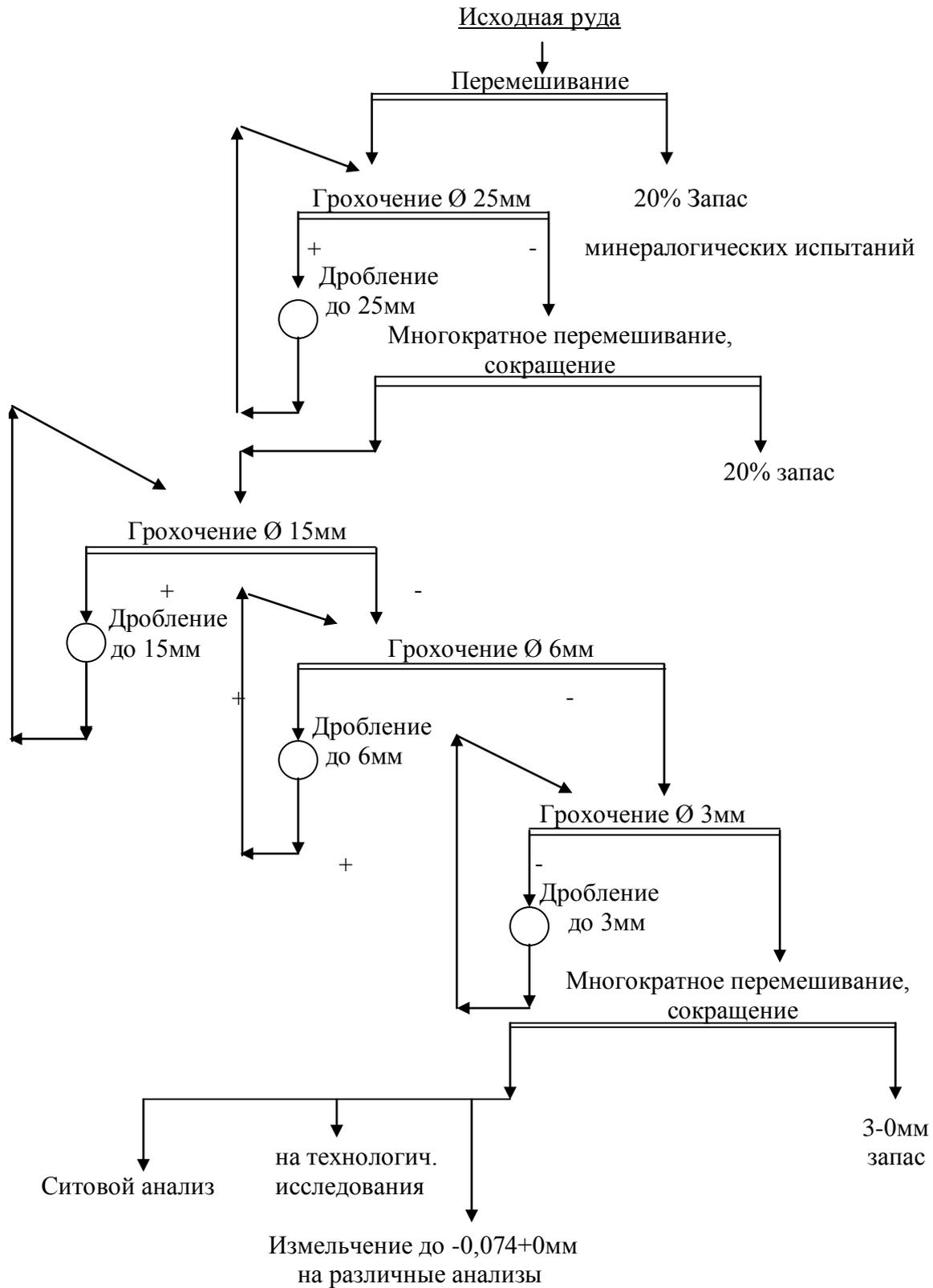


Рис. 2.1

Полный химический анализ средних проб руд выполнен в лаборатории ЦАИ ВСМС ГУ «ИМП», результаты которого приведены в табл.2.2.

Таблица 2.2. Результаты химического анализа средней пробы руды

Компоненты	Содержание, %		Компоненты	Содержание, %	
	ТБ	ТК		ТБ	ТК
SiO ₂	78,82	74,46	S _{общ.}	0,10	1,57
Fe ₂ O ₃	2,59	3,89	SO ₃	0,10	0,22
FeO	0,72	2,02	S _{сульфид}	0,06	1,56
TiO ₂	0,11	0,19	P ₂ O ₅	0,21	0,21
MnO	0,26	0,16	CO ₂	1,54	3,08
Al ₂ O ₃	8,26	8,85	H ₂ O	0,34	0,10
CaO	2,22	2,32	п.п.п.	3,20	4,16
MgO	1,1	1,6	Au, г/т	5,47	4,11
Na ₂ O	0,29	0,31	Ag, г/т	165,19	31,52
K ₂ O	1,3	1,20			

Результаты химического анализа средних проб руд показали, что содержание благородных металлов в изучаемых пробах руд составило: ТБ – золота - 5,47 г/т и серебра - 165,19 г/т, ТК – золота - 4,11 г/т и серебра - 31,52 г/т.

Результаты атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) анализ средних проб руд, выполненной в ЦАИВСМС ГУ «ИМП», приведены в табл.2.3

Таблица 2.3. Результаты атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (АЭС-ИСП) анализа средних проб руд

Элементы	Содержание, г/т		Элементы	Содержание, г/т	
	ТБ	ТК		ТБ	ТК
Ag	66,8	79,2	Na	8360	25000
Al	34300	32900	Nb	<0,1	1,64
As	17,3	18,7	Nd	9,99	3,72
Au	0,158	0,264	Ni	20,4	57,2
Ba	297	471	P	163	330
Be	0,528	1,84	Pb	14,8	19,6
Bi	0,961	1,71	Pr	4,59	<0,1
Ca	11100	21000	Rb	27,5	28
Cd	0,0685	0,140	S	816	10900
Ce	9,89	7,77	Sb	0,356	0,580
Co	1,8	10,4	Sc	2,6	4,15
Cr	5,67	17,9	Se	2,54	4,59
Cs	2,05	3,35	Sm	3,37	3,22
Cu	351	320	Sn	<0,3	3,28
Dy	3,56	3,17	Sr	52	70,2
Er	1,07	0,581	Ta	0,431	0,770
Eu	0,291	0,611	Tb	0,302	0,304
Fe	15000	23800	Te	0,0547	0,0982
Ga	4,71	4,04	Th	3,38	7,29
Gd	1,26	1,95	Ti	808	1350

Элементы	Содержание, г/т		Элементы	Содержание, г/т	
	ТБ	ТК		ТБ	ТК
Hf	0,530	0,807	Tl	0,294	0,527
Ho	0,370	0,484	Tm	0,128	0,168
In	0,130	0,235	U	1,17	1
K	21500	32200	V	18,7	37,9
La	10,02	4,22	W	1,79	1,85
Li	33,2	25,1	Y	4,99	5,28
Lu	0,0620	0,115	Yb	0,632	0,797
Mg	4670	9030	Zn	149	227
Mn	1790	1110	Zr	36,8	86,8
Mo	42,7	41,7			

Рациональный анализ на золото и серебро

Формы нахождения благородных металлов в пробе руды изучались с помощью рационального анализа, который проводился по стандартной методике, основанной на последовательном выщелачивании измельченной руды (крупность 85% кл. -0,074мм) цианистым раствором после предварительного освобождения золота и серебра от ассоциации с другими рудными и породообразующими компонентами. В схему анализа были включены следующие операции: цианирование руды, щелочная обработка хвостов I цианирования с последующим очередным цианированием, солянокислотная обработка хвостов II цианирования и затем III цианирование, азотнокислотная обработка хвостов III цианирования с последующим цианированием нерастворимого остатка.

Результаты рационального анализа руды приведены в табл.2.4.

Таблица 2.4. Результаты рационального анализа проб руд на золото и серебро

Форма нахождения золота, серебра и характер их связи с рудными компонентами	Распределение металлов							
	Проба ТБ				Проба ТК			
	Au		Ag		Au		Ag	
	г/т	%	г/т	%	г/т	%	г/т	%
Au и Ag самородное, в сростках с другими минералами: хлориды, сульфаты, простые сульфиды серебра (цианируемые)	4,51	82,45	130,03	78,72	3,26	79,32	26,66	84,58
Au и Ag, связанные с минералами и химическими соединениями сурьмы и мышьяка (кроме арсенопирита и соединений пятивалентной сурьмы; сульфосоли серебра, пиррагидрид, прустит и др.), (цианируемые после NaOH -обработки)	0,04	0,73	7,97	4,82	0	0	0,62	1,97
Au и Ag, связанные с кислоторастворимыми минералами, оксидами железа и марганца (карбонаты, оксиды и гидроксиды) (цианируемые после HCl - обработки)	0,05	0,92	11,35	6,87	0,16	3,89	2,25	7,14
Au и Ag тоноковкрапленные в	0,57	10,42	13,19	7,98	0,42	10,22	1,22	3,87

Форма нахождения золота, серебра и характер их связи с рудными компонентами	Распределение металлов							
	Проба ТБ				Проба ТК			
	Au		Ag		Au		Ag	
	г/т	%	г/т	%	г/т	%	г/т	%
Au и Ag самородное, в сростках с другими минералами: хлориды, сульфаты, простые сульфиды серебра (цианируемые)	4,51	82,45	130,03	78,72	3,26	79,32	26,66	84,58
сульфидах (пирите и арсенопирите) (цианируемые после HNO ₃ - обработке)								
Au и Ag в кварце, алюмосиликатах и др. кислотонерастворимых минералах	0,3	5,48	2,65	1,61	0,27	6,57	0,77	2,44
Итого в пробе	5,47	100	165,19	100	4,11	100	31,52	100

Как видно из приведенных данных в табл.2.4, Согласно результатам рационального анализа, на золото и серебро содержание цианируемого свободного золота в пробе ТБ составляет 82,45% и серебра 78,72%; 0,73% золота и 4,82% серебра связано с минералами и химическими соединениями сурьмы и мышьяка; с карбонатами, гидроксидами железа и марганца связано 0,92% золота и 6,87% серебра; с сульфидами (пирит, арсенопирит) связано в 10,42% золота и 7,98% серебра; 5,48% золота и 1,61% серебра находится в тонковкрапленном виде в кварце, алюмосиликатах и других кислотонерастворимых минералах.

Согласно результатам рационального анализа, на золото и серебро содержание цианируемого свободного золота в пробе ТК составляет 79,32% и серебра 84,58%; 1,97% серебра связано с минералами и химическими соединениями сурьмы и мышьяка; с карбонатами, гидроксидами железа и марганца связано 3,89% золота и 7,14% серебра; с сульфидами (пирит, арсенопирит) связано 10,22% золота и 3,87% серебра; 6,57% золота и 2,44% серебра находится в тонковкрапленном виде в кварце, алюмосиликатах и других кислотонерастворимых минералах.

Гранулометрический анализ:

Для выявления гранулометрического состава и распределения ценных компонентов проведен мокрый ситовой анализ дробленой руды до крупности -3+0 мм. Результаты ситового анализа приведены в табл.2.5.

Таблица 2.5. Результаты гранулометрического анализа дробленой руды крупностью -3,0+0мм

Класс крупности, мм	Выход, %		Содержание, г/т				Распределение по классам, %			
	ТБ	ТК	ТБ		ТК		ТБ		ТК	
			Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag	Au	Ag
-3+2,5	19,38	3,82	2,04	91,1	2,53	19,93	7,22	10,69	2,35	2,42
-2,5+1,25	16,68	18,63	3,2	101,3	3,86	21,49	9,75	10,23	17,48	12,70
-1,25+0,63	19,78	28,23	3,85	103,02	4,41	25,46	13,91	12,34	30,26	22,80
-0,63+0,315	16,28	19,12	4,56	108,1	3,73	29,73	13,56	10,65	17,34	18,03
-0,315+0,16	8,29	9,02	5,13	159,29	4,12	32,98	7,77	7,99	9,03	9,44
-0,16+0,08	6,39	6,47	10,06	351,25	4,3	45,89	11,74	13,59	6,76	9,42
-0,08+0,044	3,50	3,82	11,04	395,33	4,1	51,85	7,06	8,38	3,81	6,28
-0,044+0	9,70	10,89	16,36	445,12	4,9	54,76	28,99	26,14	12,97	18,92
Исх. руда	100	100	5,47	165,19	4,11	31,52	100	100	100	100

Результаты ситового анализа проб руд показали, что в пробе ТБ содержание золота и серебра в

мельком классе выше, чем крупных классах, для пробы ТК распределение золота не равномерное, а серебра как в пробе ТБ в мелком классе выше.

Технический анализ:

Испытания породы выполнялись по стандартным методикам, применяющимся при определении технических характеристик качества сырья. (ГОСТ 31436-2011, ГОСТ 11014-2011 или 11056-77).

Удельный вес (истинная плотность) является физической константой для индивидуального вещества. Его определяют, как отношение покоящейся массы материала к его объему без пор пикнометрическим методом. Удельный вес рассчитывался по формуле:

$$m \cdot \gamma_{ж}$$

$$\gamma = \frac{m - (m_1 - m_2)}{m - (m_1 - m_2)}, \text{ г/см}^3, \text{ где}$$

$$m - (m_1 - m_2)$$

γ – удельный вес изучаемой породы, г/см³;

m – масса навески породы, г;

m_1 и m_2 – масса пикнометра соответственно с породой и жидкостью и только с жидкостью, г;

$\gamma_{ж}$ – плотность жидкости (H₂O=0,998), г/см³.

В результате проведенного технического анализа определено, что удельный вес изучаемых проб руд составило ТБ - 2,63 г/см³, ТК - 2,68 г/см³.

Измельчаемость проб руды:

Параметр измельчаемости руды характеризует способность минерального сырья к разрушению и предназначен для определения производительности мельниц промышленных типов.

Для управления процессом измельчения материала в шаровой мельнице и подборе условий на выгоднейшие её работы необходимо знать, как влияет на данную операцию время измельчения. Были проведены опыты измельчения исходной руды крупностью 3-0мм в лабораторной шаровой мельнице типа 40МЛ при соотношении Т:Ж:Ш=1:0,75:8. Измельченная руда просеивалась в мокром виде через сито размером 0,074мм. Зависимость выхода класса -0,074мм от времени измельчения приведена в табл. 2.6 и на рис 2.2.

Таблица 2.6. Зависимость выхода класса -0,074+0мм от времени измельчения

№ пробы	Время измельчения, мин	0	10	20	30	40	50
ТБ	Выход класса -0,074мм, %	12,93	36,63	56,51	71,3	80,54	84,7
ТК	Выход класса -0,074мм, %	14,42	38,91	58,4	73,26	82,3	86,5

Характеристика измельчаемости руды

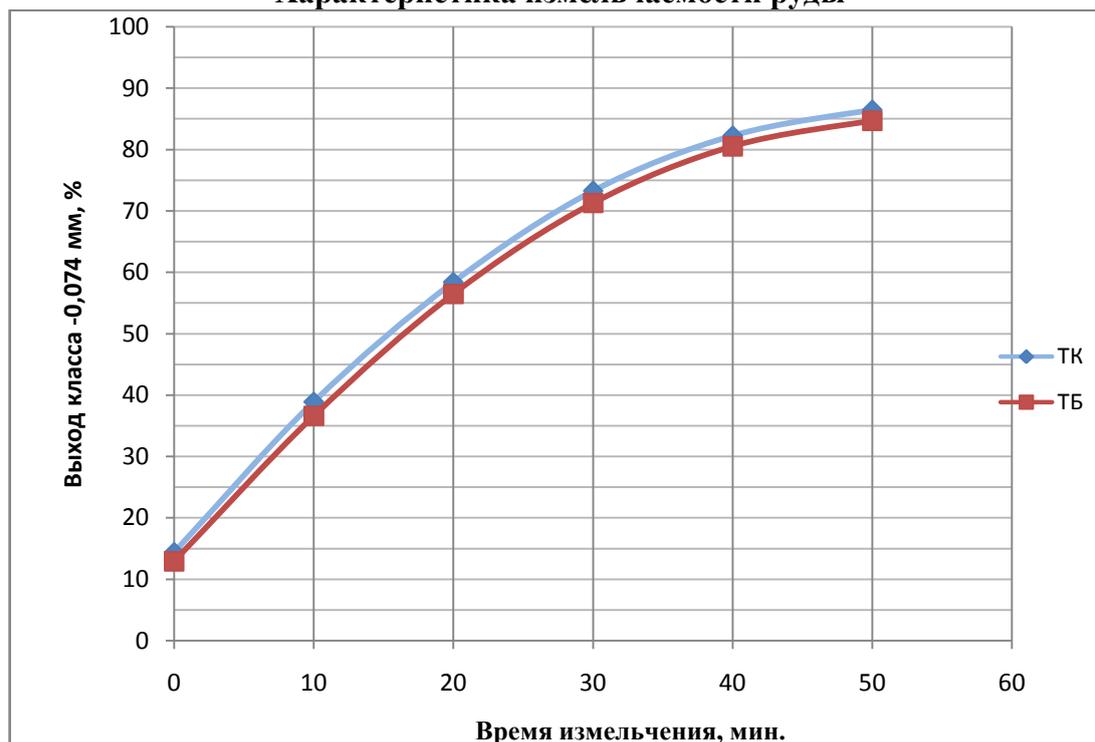


Рис. 2.2

Целью настоящих исследований являлось проведение лабораторных исследований по разработке технологии обогащения и определению технологических показателей по извлечению золота и серебра из пробы руды участка Северо-Западный.

Объектами исследований являлись две технологические пробы золотосодержащей руды участка Северо-Западный Кызылалмасайского рудного поля.

Вещественный состав проб руды изучался с применением спектрального, химического, рационального анализа на золото и серебро, оптико-эмиссионного и др. видов анализов.

По результатам химического анализа содержание золота в изучаемой пробе ТБ составило 5,47 г/т и серебра 165,19 г/т, в пробе ТК – золота 4,11 г/т золото и 31,52 г/т серебро.

Согласно результатам рационального анализа, на золото и серебро содержание цианируемого свободного золота в пробе ТБ составляет 82,45% и серебра 78,72%; 0,73% золота и 4,82% серебра связано с минералами и химическими соединениями сурьмы и мышьяка; с карбонатами, гидроксидами железа и марганца связано 0,92% золота и 6,87% серебра; с сульфидами (пирит, арсенопирит) связано в 10,42% золота и 7,98% серебра; 5,48% золота и 1,61% серебра находится в тонковкрапленном виде в кварце, алюмосиликатах и других кислотонерастворимых минералах.

Согласно результатам рационального анализа, на золото и серебро содержание цианируемого свободного золота в пробе ТК составляет 79,32% и серебра 84,58%; 1,97% серебра связано с минералами и химическими соединениями сурьмы и мышьяка; с карбонатами, гидроксидами железа и марганца связано 3,89% золота и 7,14% серебра; с сульфидами (пирит, арсенопирит) связано 10,22% золота и 3,87% серебра; 6,57% золота и 2,44% серебра находится в тонковкрапленном виде в кварце, алюмосиликатах и других кислотонерастворимых минералах.

Список литературы:

1. Обогаемость . М., Недра, 1984.
2. Олевский В.А. Размольное оборудование обогатительных фабрик. М., Госгортехиздат, 1983.
3. Поваров А.И. Гидроциклоны на обогатительных фабриках. М., Недра, 1988.
4. Разумов К.А. Пути повышения производительности замкнутого цикла измельчения.- Горный журнал,1993, №11
5. Руденко К.Г., Шемаханов М.М. Обезвоживание и пылеулавливание на обогатительных фабриках. . М., Недра, 1987.
6. Справочник по обогащению руд в 3-х томах Гл. ред. О.С. Богданов. Т. 1. Подготовительные процессы. М., Недра, 1982.
7. Справочник по обогащению руд в 3-х томах. Т. 2. Основные и вспомогательные процессы, ч.1. Основные процессы. М., Недра, 1984