

ГЕОЛОГИЯ И ГЕОФИЗИКА

© А.З.Ахмедов, А.М.Ахмедов, Г.А.Велиев, 2014

**ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД
ТУЛАЛЛАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА (М. КАВКАЗ)****А.З.Ахмедов, А.М.Ахмедов, Г.А.Велиев***НИИ Минерального сырья Национальной Геологоразведочной Службы
МЭПР Азербайджана
AZ1117, Баку, ул. Натаван, 16*

На примере 2 технологических проб руд, отобранных отдельно из различных горизонтов нового разведываемого месторождения, детально рассмотрены вещественный состав (химический и минералогический) и технологические особенности этого минерального сырья, характеризующегося как бедно-сульфидные руды халцедон-кварц-каолинит-пиритового состава с тонким золотом и различной степенью окисленности рудных минералов. Установленный вещественный состав материалов проб характерен соответственно для окисленных и полукислых руд сульфидных месторождений, что позволяет предполагать возможность обнаружения на более глубоких горизонтах данного объекта значимых запасов первичных сульфидных золотосодержащих руд. С учетом выявленных технологических особенностей экспериментально оценены различные методы переработки данного минерального сырья и определен наиболее эффективный из них.

В последние годы азербайджанская часть Малого Кавказа становится крупным золоторудным регионом Республики. В настоящее время здесь осваиваются Гядабейское и Човдарское (Дашкесанский административный район) золоторудные месторождения. Кроме того, в данном регионе по результатам поисковой стадии геологоразведочных работ разведано новое, весьма перспективное Тулалларское золоторудное месторождение, расположенное в Гейгельском районе.

По данным Национальной Геологоразведочной Службы МЭПР Азербайджана Тулалларская рудоносная зона, расположенная в Лок-Гарабагской структурно-формационной зоне, представлена в центральной части в основном умеренно-кислыми литокластическими туфами (андезит-дацитового, дацитового составов) кимериджского возраста, а по периферии распространены породы батского либо байосского возраста. Наиболее интенсивные гидротермально-метасоматические изменения, обусловившие окварцевание и каолинизацию, наблюдаются в породах кимериджского возраста. При этом интенсивность минерализации золотом и серебром значительно повышается на сильно окварцованных участках зоны.

Наиболее перспективной на золотосодержащие руды является центральная часть зоны,

где к настоящему времени пройдены 3 разведочные штольни, опробование которых подтвердило наличие здесь достаточно значимых запасов благородных металлов.

В настоящей работе на примере 2 лабораторных технологических проб руд (весом по 200-250 кг), отобранных отдельно из соответствующих участков штольни №2 и №3, расположенных на различных горизонтах названного месторождения, впервые детально рассматриваются вещественный состав (химический и минералогический), технологические особенности и экспериментально оцениваются различные технологии переработки данного минерального сырья, что способствует оценке промышленной значимости этого золоторудного объекта. Отметим, что штольня №3 гипсометрически находится ниже шт. №2. Это существенно, как будет показано ниже, для оценки вещественного состава этих руд.

Вещественный состав руд

Химический состав материалов технологических проб, установленный по результатам химического, пробирного (на Au, Ag) и эмиссионно-спектрального (ISP) анализов (табл.1), свидетельствует, что основным промышленно значимым элементом в них является только зо-

лото с содержаниями, близкими к средневзвешенному по месторождению.

В целом по химическому составу материалы обеих проб почти идентичны. Положительным фактором для данного минерального сырья является отсутствие значимых содержаний элементов вредных примесей (As, Sb, Ba).

Оценивая состояние рудообразующих элементов (Fe,S) и их соединений, отметим незначительное присутствие в материалах проб серного ангидрида (SO_3) и соответственно $S_{\text{общ}}$ (всего 0,23-0,39%) при относительно высоком содержании оксида железа (3,66-2,92%). Данный фактор дает основание предполагать наличие в рудах незначительного количества сульфидов, в том числе пирита (возможно не более 0,5-0,8%).

Кроме того, необходимо отметить относительно более высокое содержание серы и более низкое содержание оксида железа в пробе 2, отобранной из штольни №3, которая, как было отмечено ранее, гипсометрически находится ниже горизонта шт. №2 (проба 1). Данное состояние серы и соединений железа, характерное для вертикальной зональности сульфидного оруденения, дает основание предполагать, что с увеличением глубины залегания рудного тела возможно повышение в нем содержаний сульфидов и ассоциируемых с ними благородных металлов.

С целью оценки этого фактора гидрохимическим рациональным анализом было установлено количественное соотношение минеральных форм железа в рассматриваемых пробах руд. По результатам этого анализа установлено, что основное количество железа в обеих пробах представлено его окислами и гидроокислами (82-70%) и частично сульфидами железа (14-25%). При этом в пробе 2 (шт. №3) количество сульфидного железа (25%) преобладает по сравнению с пробой 1 (14%). Данный фактор подтверждает вышеотмеченное предположение о возрастании количества сульфидов на месторождении с глубиной залегания рудного тела.

Рассматривая порообразующие соединения, отметим, что в обеих пробах они представлены в основном оксидом кремния (77-78%). Кроме того, в них выявлены относительно повышенные содержания оксида алюминия (10,4-10,1%) и оксида калия (2,85-1,9%), свидетельствующие о наличии в этих рудах значимых количеств минералов глины. Последние оказывают отрицательное влияние на технологические процессы извлечения золота. Эти свойства глины будут рассмотрены ниже. Положительным же фактором для данного минерального сырья является незначительное присутствие карбонатобразующих оксидов Ca и Mg.

Таблица 1

Химический состав технологических проб руды

№ п/п	Элементы	Содержание, %		№ п/п	Соединения	Содержание, %	
		Проба 1, шт. №2	Проба 2, шт. №3			Проба 1, шт. №2	Проба 2, шт. №3
1	Au	2,2-2,4 г/т	2,0-2,2 г/т	1	SiO_2	76,88	78,0
2	Ag	1,8-2,2 г/т	4,0-4,4 г/т	2	Al_2O_3	10,42	10,06
3	Cu*	0,007	0,006	3	Fe_2O_3 , в т. ч. Fe вал.	3,66	2,92
4	Zn*	0,003	0,0022			2,56	2,04
5	Pb*	0,0037	0,0034	4	SO_3 , в т. ч. S общ.	0,58	0,98
6	Ni*	0,0006	0,0006			0,23	0,39
7	Co*	0,00024	0,00027	5	CaO	0,60	0,42
8	Mo*	0,0010	0,0012	6	MgO	0,15	0,16
9	As*	0,0078	0,0035	7	Na_2O	0,08	0,05
10	Sb*	0,0010	0,0008	8	K_2O	2,85	1,90
11	Te*	0,0024	0,0009	9	TiO_2	0,31	0,18
12	Se*	0,0022	0,0012	10	MnO	0,01	0,01
13	Bi*	0,0005	0,0006	11	P_2O_5	0,05	0,05
14	In*	0,0001	0,00002	12	П.П.П.	4,12	5,30
15	Ba	0,0245	0,006	13	Итого	99,71	100,03

Примечание: * – по результатам ISP анализа

Основным фактором, определяющим технологические особенности золоторудного минерального сырья, являются формы нахождения в нем самородного золота, включая его крупность и текстурно-структурные ассоциации с различными минералами. Для оценки указанного состояния золота в исследуемых материалах проб был выполнен соответствующий гидрохимический рациональный (фазовый) анализ по методике, приведенной в книге В.И. Зеленова (1989).

Результаты этого анализа (табл. 2), осуществленного на материалах испытуемых проб крупностью 80% <0,071 мм, свидетельствуют, что при указанной крупности материала 17,5-14% золота, содержащегося в этих пробах руд, полностью освобождаются от сростков и представлены относительно крупными свободными самородными частицами с чистой поверхностью. Такая форма золотин считается часто легко извлекаемой простыми гравитационными методами обогащения. Однако изучение этих золотин под микроскопом показало, что они представлены в основном мелкими тонкими (в виде пленок) игольчатыми формами. Такая форма золотин характеризуется обычно как «плавающая» – гравитацией трудно извлекаемая. По данным ряда исследователей указанная форма свободных золотин, располагающихся обычно в межзерновых пространствах минералов (часто пирита) и трещинках рудной залежи, характерна

для близповерхностных золоторудных месторождений (Петровская, 1973).

Наряду со свободной формой значительное количество золотин в этих рудах (57-69%) представлено сростками с различными минералами с открытой (легкодоступной) поверхностью. Эта форма золотин также является легко извлекаемой во флотационном и гидрометаллургическом процессах. В целом, около 75% золота в пробе 1 и 83% этого металла в пробе 2 представлены легкодоступными формами.

По результатам данного анализа в исследуемых рудах выявлены также труднодоступные – мелкие, частично дисперсные формы золотин, определенное количество которых покрыто окислами и гидроокислами железа (17,5-6,5%), сульфидами (~4-3%) и силикатами (~4-7%). Последняя форма золотин считается практически неизвлекаемой.

Необходимо отметить, что увеличение количества легкодоступных форм золотин в пробе 2 (шт. №3) обусловлено в основном уменьшением на 11% по сравнению с пробой 1 (шт. №2) количества золотин, покрытых окислами и гидроокислами железа (табл. 2). Данный фактор также свидетельствует, что с глубиной залегания рудного тела степень окисления рудных минералов железа и соответственно ассоциируемых с ними золотин уменьшается.

Таблица 2

Показатели рационального (фазового) анализа руд на золото
(крупность материала проб 80% <0,071 мм)

№ п/п	Формы нахождения золота	Абсол. содержание Au, г/т		Распределение Au, %	
		Проба 1, шт. №2	Проба 2, шт. №3	Проба 1, шт. №2	Проба 2, шт. №3
1	Свободное с чистой поверхностью (амальгамируемое) – легко извлекаемое	0,41	0,31	17,5	14,3
2	В минеральных сростках с открытой поверхностью – легко извлекаемое	1,35	1,48	57,4	69,0
3	Покрытое окислами и гидроокислами Fe (“ржавое”) – трудно извлекаемое	0,41	0,14	17,5	6,5
4	Мелкое – дисперсное, заключенное в сульфидах – трудно вскрываемое	0,09	0,06	3,8	2,9
5	Мелкое – дисперсное, заключенное в силикатах – трудно вскрываемое	0,09	0,16	3,8	7,3
Итого в руде по балансу		2,35	2,15	100	100

Минералогический состав исследуемых проб руд был установлен посредством изучения под микроскопом ряда прозрачных шлифов и аншлифов, изготовленных из каменного материала этих проб. По результатам изучения прозрачных шлифов выявлен следующий перечень (по убыванию) нерудных минералов: *халцедон, кварц, каолинит, серицит, ярозит, алунит, гипс, сфен, лейкоксен, апатит*. Первые 3 минерала составляют почти 90-95% материала этих проб.

По времени образования наиболее ранним является *халцедон*, пропитывающий базис туфовидных пород с характерными красноватыми включениями. Агрегат минерала сложен криптозернистой массой с размером зерен 0,001-0,002 мм, местами укрупненных до 0,02 мм. На фоне халцедона выделяются многочисленные включения *серицита* и *кварцита* угловатой формы, придающие брекчиевидный характер породе. Включения кварцита – довольно крупные (достигают 1,5-5,0 мм), состоящие из равномерно-зернистого агрегата кварцевых зерен (0,3-0,6 мм). В целом породу можно назвать брекчией кварцита на халцедоновом цементе с соотношением обломки : цемент = 30%:70% соответственно. Для нее характерна тонкая рассеянная вкрапленность пирита.

Кварц, внешне напоминающий халцедон, развит довольно широко. Он, являясь основным жильным минералом в руде, представлен сливной тонкозернистой массой, часто с мелкими друзовыми пустотами и пятнами каолинита. В шлифах отчетливо фиксируется замещение халцедона кварцем. Перекристаллизация приводит к очищению халцедона от посторонних микрочастиц, удалению пирита.

В новообразованном кварце, на его наиболее чистых полупрозрачных участках, происходит отложение полисульфидной минерализации с самородным золотом, которая приурочена к сливному кварцу черноватого цвета. Золото, вероятно, находившееся в пирите в дисперсном состоянии, было укрупнено до размера тысячных, сотых и редко десятых долей миллиметра. Из включений в кварце отмечаются агрегатные скопления рутила и единичные идиоморфные зерна апатита (0,03-0,06 мм).

Каолинит с серицитом образуют совместные агрегаты с резкими границами или рассеяны в массе в виде мелких включений и сгустков. В некоторых агрегатах наблюдается пересечение каолинита прожилками серицита. Рост кварцевых зерен приводит к оттеснению

каолинита в интерстиции.

Сланцеватая глина состоит из каолинит-серицитового агрегата. В поперечных сечениях к сланцеватости наблюдаются волнистые ленты серицита, подчеркивающие сложный микроволнистый характер рассланцевания. Сланцеватая глина имеет тектоническое происхождение и, наиболее вероятно, является тектонически переработанной дайкой гиперстенового базальта.

Рудная минерализация, согласно исследованиям аншлифов, представлена в обеих пробах в основном *гетит-гидрогетитом, лимонитом, пиритом и гематитом*, составляющими суммарно в среднем не более 5-7% изучаемых образцов. Кроме перечисленных, в отдельных аншлифах в незначительных количествах обнаружены: *халькопирит, сфалерит, теннантит, ковеллин, реньерит и самородное золото*.

Количество *пирита* в материале пробы 2 незначительно преобладает по сравнению с пробой 1. Распределение пирита неравномерное. Большинство обломков содержат единичные зерна этого минерала или пусты, реже отмечаются тонкая рассеянная вкрапленность, сгустки и единичные мелкие гнезда (3-10 мм) в кварце. Сланцеватая глина почти всегда содержит макроскопически заметную тонкую вкрапленность пирита.

В аншлифах выявлены 2 генерации пирита. Пирит-1 ранней генерации приурочен к включениям каолинита, образуя внутри агрегатов халцедона моносulfидную вкрапленность (0,01-0,5 мм) ксеноморфных или гипидиоморфных, реже идиоморфных зерен в пяти-, шести-угольных сечениях.

Наряду с обычным пиритом (крупностью 0,04-0,2 мм), часто присутствует «рудная пыль» – тончайшие зерна размером 0,001-0,004 мм. Эта генерация пирита-2 приурочена к молочно-белой и серой разновидности кварца, образуя часто ложно-ксеноморфные агрегаты (рис.1). Последние возникли вследствие растворения минерала гидротермальными растворами по краям; контуры же сообщают о первично-идиоморфном облике зерен. Эти факторы – реликты растворения пирита в халцедоне и кварце и свидетельствуют о неоднократном перераспределении дисulfида железа.

Из редко встречающихся сульфидных минералов следует отметить *реньерит* ($Cu_5Fe_2GeS_8$), установленный в аншлифе пробы 2, в виде включения в халькопирите (рис.2).



Рис. 1. Идиоморфные кристаллы пирита в краях пустотки с каолинитом; справа – ложно-ксеноморфные агрегаты пирита, претерпевшего растворение. Увеличение 132^x

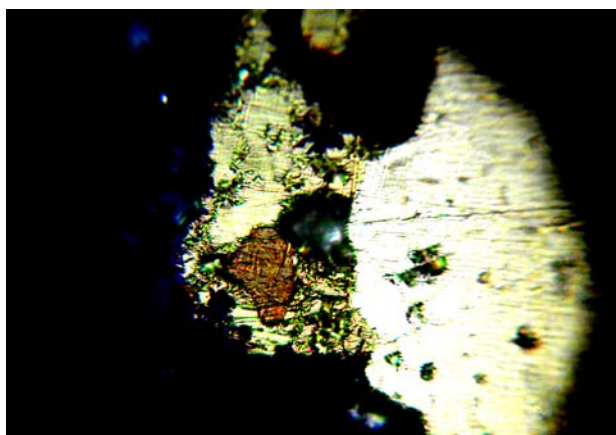


Рис. 2. Включение *реньерита* $\text{Cu}_5\text{Fe}_2\text{GeS}_8$ (коричневатое) в халькопирите; справа – пирит. Увеличение ~600^x с иммерсией

Самородное золото, выявленное в аншлифе пробы 1, характеризуется зернами с различной формой строения (рис.3). Эти зерна, так же как и другие рудные минералы, наблюдаются исключительно в пустотах и трещинках кварца (халцедон), часто в ассоциации с гидроокислами железа (рис.4). Крупность выявленных зерен самородного золота колеблется в основном в пределах от 0,02-0,03 до 0,03-0,05 мм. При этом они встречаются как в виде отдельных единичных индивидов, так и в виде групповых скоплений.

В аншлифе пробы 2 обнаружено одиночное мелкое зерно (0,004-0,006 мм) *самородного золота* в кварце вблизи выделений пирита с халькопиритом. Эта золоти́нка при микроскопическом увеличении (~600^x) в иммерсии характеризуется высокой отражательной способностью и желтым цветом, что дает основание предполагать высокую ее пробность. Кроме того, во фло-

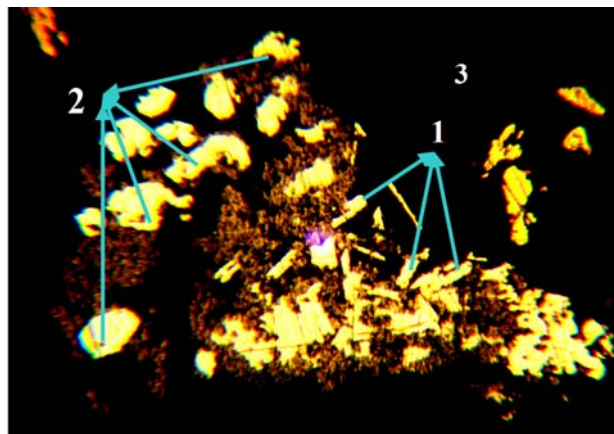


Рис. 3. Призматические (1) и изометрически-кристаллические (2) выделения самородного золота в халцедоне (3). Увеличение 900^x с иммерсией

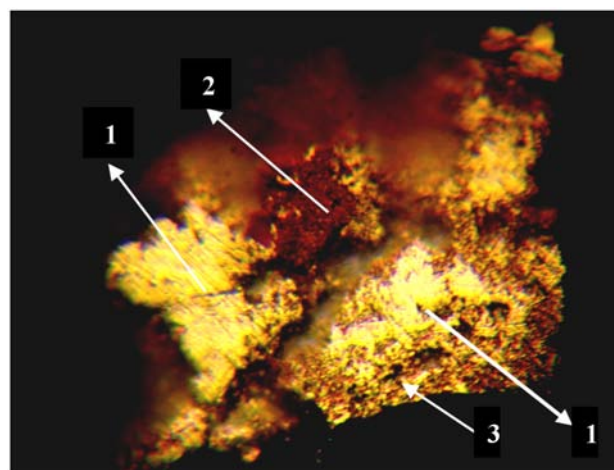


Рис. 4. Кавернозная микротекстура золота (1) в тесной ассоциации с лимонитом (2); смесь лимонита с дисперсными частицами золота (3). Увеличение 900^x с иммерсией

тационном продукте, выделенном из этой же пробы руды, выявлены относительно крупные (0,4-0,5 мм) свободные золоти́нки, которые в полированном брикете характеризуются плоской формой при светло-желтом цвете (рис.5), вероятно, из-за примеси серебра, что обуславливает относительно более низкую ее пробность.

Приведенные характеристики самородного золота свидетельствуют, что в рассматриваемом минеральном сырье присутствуют как высокопробные, так и более низкопробные его выделения. Причем, вероятно, с глубиной залегания рудного тела количество относительно низкопробных форм золоти́н будет преобладать.

В целом, установленный вещественный состав исследованных проб данного минерального сырья позволяет характеризовать его как убого-

сульфидные руды халцедон-кварц-каолинит-пиритового состава с тонким золотом и различной степенью окисленности рудных минералов.

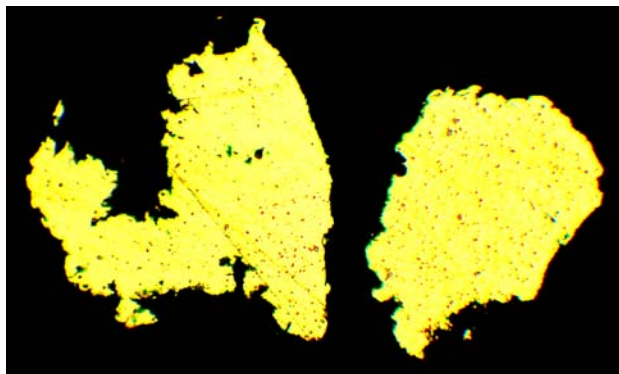


Рис. 5. Свободные золотинки из флотоконцентрата пробы 2 с истинным светло-желтым цветом. Полированный брикет. Увеличение $\sim 600\times$ с иммерсией

По степени окисленности рудных минералов рудное тело на горизонте штольни №2 (проба 1) характерно для зоны окисления, а на горизонте штольни №3 (проба 2) оно тяготеет к зоне смешанных – полуокисленных руд сульфидных месторождений. Данный фактор дает основание предполагать наличие первичных сульфидных золотосодержащих руд на более глубоких неразведанных к настоящему времени горизонтах месторождения, что обуславливает необходимость проведения соответствующих геологоразведочных работ.

Технологическая характеристика руд

Для оценки технологических особенностей материалов рассматриваемых проб экспериментально испытаны различные технологические процессы, применяемые в промышленной практике переработки подобного минерального сырья, в том числе: гравитация, флотация и гидрометаллургия.

Опыты по *гравитационной технологии*, используемой обычно для выделения относительно крупного свободного золота, как и предполагалось, не обеспечили положительных результатов. Данные исследования подтвердили ранее отмеченное наличие в испытуемых пробах руд некоторого количества свободных золотин, характеризующихся в основном мелкими пленкообразными («плавающими») формами, трудно извлекаемыми гравитацией.

Технологические показатели экспериментов, полученные в оптимальных изысканных

режимах обработки руд по флотационному и различным гидрометаллургическим методам, представлены в таблице 3.

Результаты опытов по *флотационному* методу обогащения показали возможность выделения из испытуемых проб руд (крупностью 80% $< 0,071\text{ мм}$) коллективного золото-сульфидного флотоконцентрата с содержаниями золота 31-33 г/т (табл.3). При этом максимальная степень извлечения этого металла из руды пробы 1 составила 69,2%, а из руды пробы 2 – 71,5%.

Относительно невысокие показатели флотационного извлечения золота из указанных проб руд обусловлены в основном их вещественным составом, включающим наличие определенного количества золотин, тесно ассоциируемых с трудно флотируемыми окислами и гидроокислами железа, а также присутствие значимых количеств легко шламующихся минералов глин. Последние, образуя в процессе измельчения руд чрезвычайно мелкие – шламистые частицы, налипают на флотируемые минералы, в том числе золото, и препятствуют прилипанию к ним пузырьков воздуха, что соответственно затрудняет выделение их в пенные продукты флотации.

Для оценки эффективности *гидрометаллургических способов* переработки был испытан агитационный – чановый способ выщелачивания золота слабыми щелочными растворами цианистой соли, который широко используется в промышленной практике переработки золотосодержащих руд. При этом эксперименты были выполнены как на тонко измельченных (70-90% $< 0,075\text{ мм}$), так и на относительно крупно раздробленных (100% $< 5-10\text{ мм}$) материалах руд. Опыты на последних – относительно крупных материалах позволяют оценить возможность и эффективность применения к рассматриваемым рудам кучного способа выщелачивания, характеризуемого в промышленной практике значительно меньшими капитальными и эксплуатационными затратами.

В результате экспериментов, выполненных на относительно крупных материалах руд ($< 5-10\text{ мм}$), установлены низкие технологические показатели этого процесса. Максимальная степень растворимости золота из руд указанной крупности составила всего $\sim 54-59\%$ (табл. 3). Эти показатели обуславливают неэффективность применения для данного минерального сырья кучного способа выщелачивания, осуществляемого в статических – гораздо менее эффективных (чем агитационный способ) условиях.

Таблица 3

Показатели переработки руд по различным испытанным технологиям

Метод технологии переработки	Крупность руды	Наименования продуктов	Выход твердого, %		Абсолют. содержание, %		Извлечение, %	
			Проба 1	Проба 2	Проба 1	Проба 2	Проба 1	Проба 2
Флотация	80% <0,071 мм	Ау-Ру конц-т	4,78	4,64	31,3	33,1	69,2	71,5
		Хвосты флот.	95,22	95,36	0,7	0,6	30,8	28,5
		Руда по балансу	100	100	2,16	2,08	100	100
Агитацион. цианирование крупных классов руды	100% <5мм	Ау раствор	0,57	0,62	1,4	1,37	58,6	56,6
		Хвосты цианирования	99,43	99,38	1,0	1,05	41,4	43,4
		Руда по балансу	100	100	2,4	2,42	100	100
	100% <10мм	Ау раствор	0,51	0,47	1,3	1,27	56,5	53,6
		Хвосты цианирования	99,49	99,53	1,0	1,10	43,5	46,4
		Руда по балансу	100	100	2,3	2,37	100	100
Агитацион. цианирование	80% <0,071 мм	Ау раствор	0,8	0,4	2,05	1,89	85,5	87,9
		Хвосты цианирования	99,2	99,6	0,35	0,26	14,5	22,1
		Руда по балансу	100	100	2,40	2,15	100	100
Сорбционное агитацион. цианирование	80% <0,071 мм	Ау сорбент	1,6	0,4	2,23	2,05	95,0	95,4
		Хвосты цианирования	98,4	99,6	0,12	0,10	5,0	4,6
		Руда по балансу	100	100	2,35	2,15	100	100

Опытами по стандартному – агитационному (чановому) способу выщелачивания относительно тонко измельченных руд (80% <0,071мм) установлена возможность выделения из них в раствор до 85,5-87,9% золота.

Кроме вышерассмотренных, был испытан сорбционный способ агитационного выщелачивания (цианирования), обеспечивший наиболее высокие показатели растворимости золота (95-95,4%) из испытанных проб руд. Этот способ, именуемый в зарубежной литературе под аббревиатурой СІР (carbon in pulp – уголь или смола в пульпе), применяется часто для переработки руд, содержащих природные сорбционно-активные по отношению к золоту минеральные компоненты, включая некоторые минералы глин (каолинит), присутствующие в испытуемых рудах.

Рассматриваемый способ основан на введении более крупных частиц синтетического сорбента ионов золота – анионита (по сравнению с используемой крупностью руды) в пульпу процесса выщелачивания. С этой целью в качестве сорбента был использован анионит XZ 91419.00 (крупностью частиц >0,8мм)

производства фирмы “Dow Chemical Company” (Германия). Данный анионит, сорбируя на себя растворенное золото (ионы этого металла), предотвращает сорбцию золота на содержащихся в руде сорбционно-активных минералах, и соответственно снижаются потери этого металла с отвальными хвостами (отходами) процесса выщелачивания.

Необходимо особо отметить, что сорбционный способ выщелачивания руд обеспечивает возможность исключения из технологического процесса дорогостоящей операции фильтрации хвостов (отходов) выщелачивания, что соответственно будет способствовать улучшению технико-экономических показателей освоения рассматриваемого минерального сырья.

Заключение

Рассмотрены вещественный состав (химический и минералогический) и технологические особенности 2 технологических проб, характеризующие различные разведанные к настоящему времени горизонты нового перспективного золоторудного месторождения Азербайджана. По

результатам выполненных исследований установлена приуроченность минерального сырья на соответствующих оцениваемых горизонтах к двум природным типам руд – окисленным и полуокисленным, характерным для сульфидных золотосодержащих месторождений. Данный фактор с большой долей вероятности позволяет предполагать наличие на более глубоких горизонтах месторождения значимых запасов первичных – сульфидных руд и является основанием для рекомендации проведения на этом объекте соответствующих геологоразведочных работ.

Для оценки технологических особенностей материалов исследуемых проб руд рассмотрены и экспериментально испытаны различные технологические процессы, применяемые в промышленной практике переработки подобного минерального сырья, в том числе: гравитация, флотация и гидрометаллургия.

В результате для переработки данного минерального сырья разработана и рекомендована

наиболее эффективная (из испытанных) технология, основанная на сорбционном агитационном (чановом) способе выщелачивания руды слабыми щелочными растворами цианистой соли. В качестве сорбента ионов золота из выщелачивающего раствора (пульпы) использован промышленно производимый (Германия) синтетический анионит. Изысканный оптимальный режим этой технологии обеспечил возможность выделения на сорбент до 95,0-95,4% золота, содержащегося в вышерассмотренных пробах руд. Последующее выделение золота из аналогичных сорбентов достаточно хорошо освоено в золоторудной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

- ЗЕЛЕНОВ, В.И. 1989. Методика исследования золото- и серебросодержащих руд. Недра. Москва. 302 с.
ПЕТРОВСКАЯ, Н.В. 1973. Самородное золото (общая характеристика, типоморфизм, вопросы генезиса). Наука. Москва. 347 с.

Рецензент: академик НАН Азербайджана В.М.Бабазаде