

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ГОШИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (Малый Кавказ)

Г.С.Гусейнов

*Министерство Экологии и Природных Ресурсов
AZ1073, Баку, ул. В.Агаева, 100А*

Изучением на основании фактического материала основных типоморфных особенностей самородного золота Гошинского месторождения установлено, что размеры частиц золотин изменяются в широких диапазонах – 0,001-0,08 мм, а формы его выделения в зависимости от условий образования разнообразны: пластинчатые, прожилковые, прожилково-вкрапленные, амёбообразные, комковидные. Пробность золота изменчива и колеблется от 650 до 980%. Внутреннее строение золотин однородное, зональное и неясно зональное. Золото в рудах находится в сростании с поздними сульфидными минералами – гесситом, тетрадимитом, петцитом. Все полученные данные свидетельствуют о наложенности и более позднем проявлении золотого оруденения на данном месторождении в гипабиссальных условиях.

В пределах азербайджанской части Малого Кавказа имеются многочисленные золото-содержащие месторождения и рудопоявления, для которых изучена степень золотоносности руд и установлена их перспективность. Однако некоторые вопросы, касающиеся типоморфных особенностей самородного золота месторождений данного региона, не получили своего должного научного освещения, что дало бы дополнительную информацию о генезисе руд, имеющем важное значение при прогнозе и поиске новых месторождений.

В настоящей статье данный вопрос рассмотрен на примере Гошинского золото-сульфидного месторождения.

Гошинское месторождение расположено в пределах Шамкирского антиклинория – Лок-Гарабагской металлогенической зоны Малого Кавказа. В его геологическом строении, участвуют комплекс вулканогенных и вулканогенно-осадочных пород средней юры, а также прорывающие их мелкие выходы кварц-диоритовых субвулканических тел.

В тектоническом отношении месторождение приурочено к Гоша-Иткрыланской антиклинали второго порядка, занимающей западную часть Ахмедабад-Гошинской антиклинали, к зоне сопряжения одноименного глубинного разлома с системами разрывов субмеридионального и субширотного направлений. Все разрывные нарушения представлены зонами брекчирования и трещиноватости, сопровождающимися пиритизацией, каолини-

зацией, сульфидизацией пород с золотой минерализацией и вмещающими рудными залежами (Бекташи, Баба-заде, 1986). Богатые золотом участки приурочены к маломощным субмеридиональным разрывным нарушениям, являющимся более поздними структурами, которые пересекают мощные разрывы северо-западного и субширотного направлений.

Золотое оруденение связано с верхнебайосскими кислыми магматическими образованиями: риолитами и риолит-дацитами, а также дайковыми образованиями того же состава.

Главным рудообразующим минералом является пирит. В подчиненных количествах встречаются халькопирит, сфалерит, блеклые руды. Второстепенные минералы представлены самородным золотом, галенитом, арсениопиритом, тетрадимитом, петцитом, гесситом и др. Из жильных минералов встречаются кварц, кальцит. Основными минералами гипергенных руд являются гетит, гидрогетит, лимонит, борнит, ковеллин и др. Выделяются кварц-пиритовая, кварц-золото-теллуридная и кварц-золото-гетит-гидрогетитовая стадии минералообразования.

Для изучения типоморфных особенностей самородного золота Гошинского месторождения использован фактический материал, состоящий из 380 полированных шлифов, изготовленных из первичных и окисленных руд, а также многочисленных зерен золотин, взятых из протолок рудных проб. Все виды

анализов (спектральный, полуколичественно-спектральный, микронзондовый, локально-микронзондовый) выполнены в соответствующих лабораториях ЦНИГРИ РФ.

На основе микроскопических и аналитических исследований установлены следующие основные типоморфные особенности самородного золота: гранулометрический состав, местонахождение и формы выделения, химический состав и внутреннее строение золотин.

Гранулометрический состав. Рассматривая типоморфные особенности самородного золота, нельзя не коснуться размеров его выделений, которые варьируют в весьма широких пределах – от долей микрона до нескольких миллиметров.

Ранее существовало мнение, что золото, имеющее субмикроскопическое выделение, характерно лишь для руд существенно сульфидных формаций (Моисеенко и др., 1974). В настоящее время установлено, что такое золото присутствует практически во всех золото-рудных формациях и размеры частиц золотин неизменно увеличиваются от ранних генераций к поздним.

Как известно (Яблокова, 1968), крупность золота является одним из основных факторов, определяющих технологическую схему переработки золотосодержащей руды. Поэтому изучение гранулометрического состава самородного золота имеет важное практическое значение. Так, крупное золото при измельчении руды освобождается от связи с ассоциирующими различными сульфидными минералами, и образующиеся свободные золотины легко улавливаются при гравитационном обогащении. Тонкодисперсное золото, ассоциированное в большинстве случаев с сульфидами ранней генерации, при измельчении руды вскрывается лишь незначительно, основная его часть остается в минералах-носителях, чаще всего в пирите.

Гранулометрический состав самородного золота Гошинского месторождения был изучен с помощью ситового анализа (Ахмедов, Гусейнов, 2002). В результате установлено, что в рудах месторождения гранулометрический состав самородного золота весьма изменчив (0,05 – 0,2 мм) и как в первичных, так и окисленных рудах обогащен золотом.

По мнению исследователей (Ахмедов, Гусейнов, 2002), для первичных руд данного месторождения могут быть достаточно эффективно использованы механические методы обогащения, а для окисленных руд, которые представляют собой труднообогатимое минеральное сырье, следует использовать комбинированные технологии, включающие наряду с механическими и гидрометаллургические способы вскрытия сырья.

При изучении размеров золотин нами рассмотрены многочисленные полированные аншлифы, изготовленные из различных типов руд.

В кварц-пиритовых рудах золото обычно находится в раннем пирите в тонкодисперсном состоянии (0,001-0,01мм), которое легко вовлекается в циклы химического растворения, миграции и повторного отложения в рудах и породах. Относительно крупное выделение золота отмечается в кварц-золото-теллуридовых типах руд (от 0,01-0,03 мм), где золото тесно ассоциируется с поздними сульфидами, в том числе гесситами.

Золото, находящееся в зоне окисления, характеризуется сравнительно большими размерами (0,01-0,065 мм). Укрупнение золотин, возможно, связано с переотложением тонкодисперсного золота из сульфидов ранней ассоциации (Баба-заде и др., 2003). Чтобы извлечь золото из окисленных руд, нужно использовать комбинированные методы обогащения (Шилаев, 1986).

Местонахождение. Одним из важных факторов для технологической оценки золотосодержащих руд являются местонахождение и характер ассоциации золота с различными сульфидными минералами, составляющими эти руды. Поэтому изучение данного вопроса имеет большое практическое значение.

В связи с этим особое внимание уделено изучению самородного золота, находящегося в рудах Гошинского месторождения. Для этого был использован фактический материал, собранный автором в данном регионе. При микроскопическом исследовании рассмотрены многочисленные полированные шлифы и монтированные аншлифы, изготовленные из кварц-пиритовых, кварц-золото-теллуридовых, а также окисленных руд. В пирите из кварц-пиритовой стадии

при максимальном увеличении под микроскопом обнаружить золото нам не удалось. Однако по данным анализа атомно-абсорбционной спектрофотометрии мономинеральной фракции пирита было установлено наличие золота от 0,2 до 0,8 г/т. Вместе с тем отдельные пробы характеризуются более высокими содержаниями (1,0 – 1,2 г/т). По-видимому, это связано с присутствием в некоторых кристаллах пирита более позднего наложенного золота (Масленицкий, 1940). Полученные результаты позволяют предполагать, что ранний пирит содержит золото и оно находится в тонкодисперсном состоянии. Причина необнаружения в полированном шлифе и монтированном аншлифе золота, по-видимому, объясняется формой нахождения его в пирите. Как известно (Крейтер, 1948), в колчеданных месторождениях золото отлагается одновременно с ранней генерацией пирита и находится в кристаллической решетке последнего в тонкодисперсном состоянии. Как видно из вышеизложенного, примерно подобная закономерность отмечается нами и на Гошинском месторождении.

При микроскопических исследованиях установлено, что в рудах кварц-золото-геллуридного типа основная масса золота находится в сростках гессит-петцитовых агрегатов

(рис. 1, а). Золото также отмечается в гессите, заключенном в тетрадимите, где оно находится в сростании с кварцем (рис. 1, б). Местами золото располагается в гессите в виде нитевидных прожилков (рис. 1, в). Это свидетельствует о том, что большинство золота кристаллизовалось одновременно с гесситом или же несколько позже него.

Как видно из выше изложенного, в рудах месторождения отмечается совместное нахождение тонкого и микроскопического видимого золота. Тонкодисперсное золото сопровождается сульфидами ранней ассоциации, совместно с которыми оно кристаллизовалось, а относительно крупные выделения золота, как правило, ассоциируются с поздними продуктивными сообществами минералов.

В окисленных рудах золото находится в колломорфных образованиях гетит-гидрогетитового состава, полностью заместивших пирит (рис. 1, г, д, е). Вероятно, оно носит гипергенный характер и образовалось в результате переотложения эмульсионного первичного золота из сульфидов ранней ассоциации.

В кварце золото в основном находится в пылевидном состоянии, иногда заполняет его микротрещины. В минерализованных гидротермальных породах золото, по всей вероятности, находится в самородном виде, в тонкодисперсном состоянии.

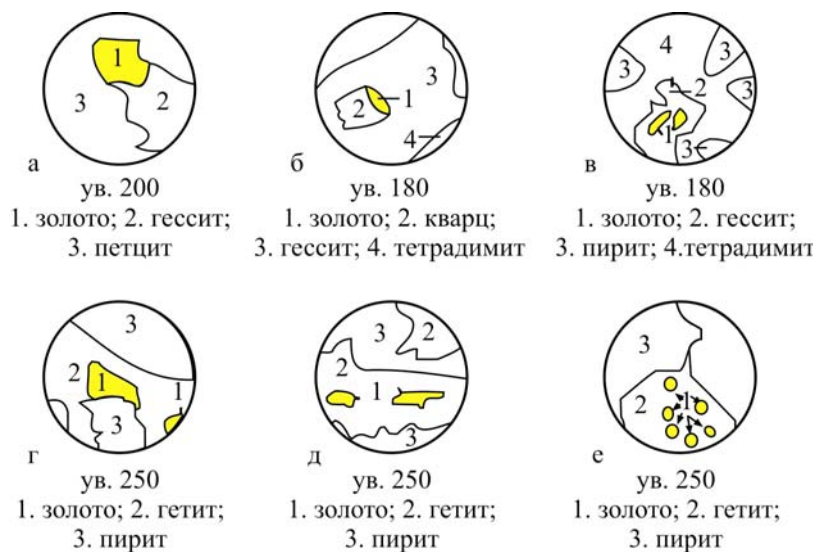


Рис. 1. Местонахождение самородного золота

Результаты проведенных исследований позволяют предполагать, что золото на данном месторождении отлагалось в составе минеральных ассоциаций всех стадий минерализации, причем наибольшее его количество связано с начальными стадиями рудообразования. Здесь тонкодисперсное и мелкое видимое золото отлагалось в процессе кристаллизации пирита. Золото поздней ассоциации имеет резко подчиненное значение и сопровождается гессит-петцитовыми агрегатами. А в зоне гипергенеза оно участвует в составе кварц-золото-гетит-гидрогетитовой ассоциации.

Полученные нами данные согласуются с результатами фазового анализа руд Гошинского месторождения. Так, по данным фазового анализа (Ахмедов, Гусейнов, 2002) в рудах данного месторождения 59,7% золота находится в легкодоступных сростках, 11,9% – в гидроокислах железа (гетит, гидрогетит), а малое количество – в сульфидных минералах (6,0%) и в кварце (4,5%) (табл. 1).

Как видно из табл.1, золото в первичных рудах данного месторождения в значительной степени представлено легкодоступными формами, позволяющими обеспечить относительно высокие показатели их извлечения механическими методами обогащения.

Таким образом, характер руд, сростание золота с поздними сульфидами, а также выполнение им микротрещин в кварце и пирите

свидетельствуют о наложенности и более позднем проявлении золотого оруденения на Гошинском месторождении.

Формы выделения. Формы выделения самородного золота обычно определяются характером его сростаний с ассоциирующими минералами, а также характером трещин, ранее образованных в сульфидных минералах и кварце.

Для определения формы выделения самородного золота на данном месторождении использованы полированные шлифы и монтированные аншлифы, изготовленные из первичных и окисленных руд. Микроскопическими исследованиями установлено, что как в первичных, так и в окисленных рудах золото находится в самородном состоянии и в зависимости от условия отложений и типов руд имеет различные формы выделения.

В кварц-пиритовых рудах золото, как отмечено выше, в ранней генерации пирита находится в тонкодисперсном состоянии. Поэтому определить формы его выделения в этих типах руд невозможно. А в поздней генерации пирита золото имеет каплевидные, овальные и изометричные формы. Такие формы выделения указывают на тесную связь золота с пиритом поздней генерации и в большинстве случаев объясняются осаждающим влиянием последнего на золотоносные растворы более поздних стадий (Петровская, 1973).

Таблица 1

Результаты фазового анализа золота и серебра Гошинского месторождения
(по данным Ахмедова и др., 2002).

Форма нахождения золота и серебра		Распределение, в % отн.		Истинное содержание, г/т	
		Au	Ag	Au	Ag
1.	Свободное с чистой поверхностью	17,9	23,7	2,4	9,2
2.	Золото в сростках, сульфиды серебра	59,7	51,5	8,0	20,0
3.	Золото и серебро в гидроокислах железа	11,9	6,7	1,6	2,6
4.	Золото и серебро, заключенные в сульфидных минералах	6,0	11,9	0,8	4,6
5.	Золото и серебро в силикатах и кварце	4,5	6,2	0,6	2,4
ИТОГО:		100	100	13,4	38,8

В кварц-золото-теллуридной стадии золота имеет в основном пластинчатые, прожилковые, прожилково-вкрапленные (рис. 2, а, б, в) формы выделения, которые характерны для малоглубинных месторождений (Петровская, 1969).

На изученном месторождении наиболее распространенными рудными минералами окисленных руд являются гидроокислы железа (гетит, гидрогетит), которые развиты по пириту, образуя псевдоморфозы по всем его разновидностям. Местами в гидроокислах отмечается гидрогетит, образовавшийся в основном как более поздний минерал при дегидратации гидроокислов железа (Яблокова, 1968). Золото, заключенное в основном в колломорфно-полосчатых агрегатах гетит-гидрогетитового состава, имеет амебообразные, изометричные и комковидные формы выделения (рис. 2 г, д, е), межзерновые пространства и зоны трещиноватости, характерно для малоглубинных условий рудообразования.

В окисленных рудах, кроме вышеперечисленных, также отмечаются губчатые формы выделения и порошокватые скопления золота в гетите. Местами в гетите наблюдаются нитевидные трещинки с золотом, которые секут его в различных направлениях. Эти и другие особенности самородного золота, хотя и косвенно, но еще раз указывают на позднее выделение золотого оруденения на Гошинском месторождении.

Химический состав. Подробное изучение химического состава самородного золота позволяет определить его генетические особенности, которые могут быть использованы в качестве прогнозно-поисковых признаков на разных этапах исследований золотоносности месторождений.

Для изучения данного вопроса на месторождении анализировалось определенное количество золотинок из проб-протоочек первичных и окисленных руд. Результаты атомно-абсорбционного анализа показали, что пробность золота изменчивая и колеблется от 690 до 930‰, составляя в среднем 810‰ (по 32 определениям), а модальное значение попадает в диапазон 800-850‰ (рис. 3).

Как известно, изучение пробности золота затрудняется тем, что его состав по месторождению и даже в отдельном рудном теле довольно изменчивый. Поэтому чтобы уточнить проб-

ность золота на данном месторождении, каждая золотинок, взятая из проб-протоочек руд, определена микронзондовым анализом. Результаты анализов приведены в таблице 2.

Из табл. 2 следует, что пробность золота варьирует от 650 до 990‰. При этом анализы № 1, 2, 4 и 12 характеризуют зону окисления. Если учесть это, тогда среднее значение пробы золота соответствует 815‰, т.е. близко к значению, рассчитанному по данным атомно-абсорбционного анализа (810‰).

Как известно (Бадалова, Бадалов, 1972), одной из причин колебания пробности золота являются условия формирования руд. Так, начиная с более глубоких горизонтов месторождения, с уменьшением глубины отложения закономерно возрастает содержание серебра в самородном золоте и одновременно уменьшается проба золота, т.е. с глубиной пробность золота, как правило, повышается. Эта закономерность установлена нами на основе сопоставления данных из разных горизонтов месторождения. Так, на нижнем горизонте (1502 м), где сформировались кварц-пиритовые руды, золото находится в раннем пирите в тонкодисперсном состоянии и, как правило, имеет высокую пробность (960-980‰). Руды кварц-золото-теллуридной стадии минерализации, как продуктивные (горизонт 1654 м), характеризуются повышенным содержанием золота. Пробы самородного золота, отобранные из этих типов руд, определены локальным микроспектральным методом. В результате установлено, что самородное золото из руд кварц-золото-теллуридной стадии минерализации имеет высокую пробность (880-930‰).

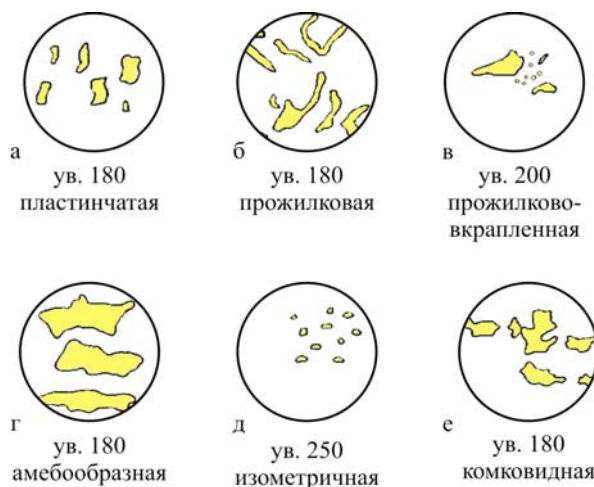


Рис. 2. Формы выделения самородного золота

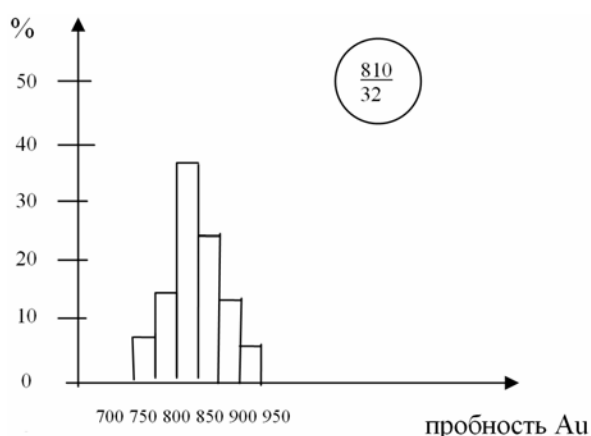


Рис. 3. Гистограмма распределения пробности золота по данным атомно-абсорбционной спектрометрии. По оси абсцисс – пробность золота; по оси ординат – частота встречаемости в % отн. В кружке: числитель – пробность (среднеарифметическая); знаменатель – количество анализов.

Элементы примесей самородного золота определены микроспектральным методом. Данным методом установлено, что самородное золото из кварц-золото-теллуридной стадии содержит следующие элементы-примеси (%): Cu (0,008-0,01), Fe (0,01-0,22), Pb (0,003-0,004), Zn (0,001-0,002), Te (0,02-0,05), Sb (0,06-0,08), Bi (0,03-0,04), As (0,002-0,003).

При этом такие элементы-примеси, как Te, Sb и Bi характеризуются относительно повышенным содержанием, что, по-видимому, и

повлияло на пробность. Так руды, которые имеют высокое содержание Te, Sb, Bi, как правило, обычно носят высокопробное золото. Объясняется это, видимо, тем, что серебро, в определенных условиях образуя соединения с сурьмой, висмутом и теллуrom, выпадает из растворов, а обедненные серебром гидротермы отлагают высокопробное золото (Николаева, Бадалова, 1970).

На верхнем горизонте (1710 м), в гидротермально-измененных зонах широко развиты вкрапленные, вкрапленно-прожилковые типы руд и маломощные кварцевые жилы и прожилки, содержащие определенное количество золота. Пробность золота в этих типах руд по сравнению с предыдущим заметно низкая (680-750‰). Причиной тому, вероятно, является повышенное содержание серебра (25-32‰) в составе самородного золота. Кроме Ag, в составе самородного золота в ничтожных количествах присутствуют такие элементы-примеси, как Cu, Fe, Pb, Te, As, Hg, Sb, Mn. Полученные данные по пробности золота и элементам-примесям позволяют предполагать, что на верхних горизонтах месторождения золото отлагалось в близповерхностных условиях и здесь они в большинстве случаев являются низкопробными.

Таблица 2

Состав золотин по данным микрозондового анализа (‰)
(по данным Г.С.Гусейнова, 1989)

	Au	Ag	Te	Сумма
1	94.3	5.6	0.01	99.91
2	91.4	8.6	0.02	100.02
3	88.6	11.3	0,03	99.93
4	98.6	1.4	0	100.00
5	74.9	25.0	0,02	99.92
6	86.8	13.1	0,01	99.91
7	84.7	15.3	0	100.0
8	65.8	34.1	0,02	99.92
9	86.7	13.7	0	100.00
10	89.4	10.5	0,03	99.93
11	86.8	13.2	0,02	100.02
12	95.2	4.8	0	100.00

На месторождении также наблюдается зона окисления, где отмечена совокупность мелкозернистого золота. Большинство зерен золотин, отобранных из зоны окисления, имеет весьма высокую пробу (980‰). Повышенная проба золота, вероятно, является следствием выщелачивания серебра из самородного золота при переотложении его в зоне окисления. Обращает на себя внимание тот факт, что в самородном золоте практически полностью отсутствуют легколетучие (As, Sb, Hg) элементы-примеси. Одновременно в самородном золоте заметно уменьшается и количество элементов-примесей.

Незначительное количество золотин, отобранных из окисленных руд, по сравнению с предыдущими характеризуется относительно пониженной пробностью (830-880‰), что, возможно, связано с уменьшением степени окисления руд с глубиной (Гуреев, Зверева, 1971). Таким образом, в результате изучения химического состава самородного золота установлено, что проба золота на данном месторождении увеличивается с глубиной. Установленная закономерность может быть использована как прогнозно-поисковый критерий для выявления перспективных участков с промышленными концентрациями золота.

Внутреннее строение. Изучение внутреннего строения самородного золота позволяет получить дополнительную информацию о стадийности и этапности рудоотложения, о глубине рудообразования и определении интратрудных и пострудных преобразований руд месторождений (Петровская, 1969). Поэтому не менее важен в практическом отношении вопрос изучения внутреннего строения самородного золота.

Известно, что золото из месторождений различных генетических типов обладает характерной внутренней структурой. Так, для золота из месторождений плутонического типа свойственны зернистые и двойниковые структуры. А золото вулканического происхождения имеет монозернистое, зональное и неяснозональное внутреннее строение.

Учитывая вышеизложенное, автором уделено особое внимание изучению внутреннего строения самородного золота Гошинского месторождения. Для этого были использованы полированные шлифы и монтированные аншлифы, содержащие золото, а также

золотины самородного золота, полученные из проб-протолок руд. Для выявления внутренних структур золотину подвергали травлению раствором хромового ангидрита в соляной кислоте ($\text{Cr}_2\text{O}_3 \cdot \text{HCl}$). При микроскопическом исследовании установлено, что золото, находящееся в кварц-золото-теллуридном типе руд, имеет однородное внутреннее строение. Если учесть, что вышеназванная минеральная ассоциация содержит теллуридное золото, тогда полученные нами результаты находят свое подтверждение. Так, известно (Росляков и др., 1972,) что теллуридное золото всегда является высокопробным (900-950‰). А высокопробное золото обычно характеризуется однородной внутренней структурой (Петровская, 1970). В некоторых золотинах под микроскопом отчетливо наблюдается зональное и неяснозональное внутреннее строение. Золото, имеющее такую внутреннюю структуру, обычно является низкопробным (680-750‰). Причина проявления в золотинах зональности, вероятно, зависит от состава и содержания элементов-примесей, входящих в состав самородного золота или же от интратрудных и пострудных преобразований руд (Петровская, 1970). Выявленные зональные и неяснозональные структуры золота в вертикальном разрезе рудного тела могут быть признаками для определения глубины эрозионного среза рудных тел.

Кроме вышеупомянутых, в отдельных золотинах, отобранных из зоны окисления, наблюдается монозернистое внутреннее строение. В этих золотинах отсутствует зональная структура. Объясняется это, вероятно, тем, что зональное строение было утрачено в процессе интраминерализованного преобразования золота в зоне гипергенеза.

Таким образом, в результате изучения внутреннего строения самородного золота из данного месторождения установлено, что золото в первичных рудах имеет однородное строение, а золото, испытавшее перекристаллизацию, характеризуется зональной и неяснозональной внутренними структурами, характерными для малоглубинных месторождений вулканогенного происхождения.

Полученные данные по внутреннему строению самородного золота подтверждают мнение о том, что Гошинское месторождение имеет вулканогенное происхождение и фор-

мировалось в условиях малых глубин.

ВЫВОДЫ

В результате изучения типоморфных особенностей самородного золота Гошинского месторождения можно сделать следующие выводы:

1. Гранулометрический состав самородного золота на данном месторождении довольно изменчив. Так, тонкодисперсное золото (0,001-0,01мм) отмечается в раннем пирите, а относительно крупное золото (0,01-0,08 мм) – в кварц-золототеллуридовом типе руд и в зоне окисления (0,02-0,065 мм).
2. Золото находится в основном в сростании с поздними сульфидными минералами, что свидетельствует о наложенности и более позднем проявлении золотого оруденения в Гошинском месторождении.
3. В зависимости от условий рудообразования формы выделения самородного золота разнообразны: пластинчатые, прожилковые, комковидные, изометричные, амёбовидные.
4. Пробность золота Гошинского месторождения изменчива (650-980‰) и составляет в среднем 815‰, что соответствует умеренновысокой пробности по классификации Н.В.Петровской.

ЛИТЕРАТУРА

- АХМЕДОВ, А.З., ГУСЕЙНОВ, И.В. 2002. Изучить вещественный состав и обогатимость различных типов золото содержащих руд Кошинского месторождения. *Тр. ЦНИГРИ*, Москва, 69-76.
- БАБА-ЗАДЕ, В.М., МУСАЕВ, Ш.Д., НАСИБОВ, Т.Н., РАМАЗАНОВ, В.Г. 2003. Золото Азербайджана. *Azərbaycan Milli ensiklopediyası*. Баку. 410.
- БАДАЛОВА, Р.П., БАДАЛОВ, С.Т. 1972. О пробности золота из эндогенных месторождений и рудопроявлений Узбекистана. *Док. АН СССР, сер. геол.* 173, 4, 914-916.
- БЕКТАШИ, С.А., БАБА-ЗАДЕ, В.М. 1986. Металлогенические зоны и рудные районы Азербайджана. В кн.: *Очерки металлогении*. Мецниереба, Тбилиси, 201-213.
- ГУРЕЕВ, В.Ф., ЗВЕРЕВА, Е.А. 1971. Особенности поведения золота в зоне окисления вкрапленных пирит-арсенопиритовых руд Кокпатюсского рудного поля (Центральные Кызылкумы). *Тр. ЦНИГРИ*, 1, 96, Москва, 110-117.
- ГУСЕЙНОВ, Г.С. 1989. Закономерности медноколчеданных месторождений Сомхито-Карабахской структурно-формационной зоны Малого Кавказа (Азерб. ССР). Канд. диссерт. Баку.
- КРЕЙТЕР, В.М. 1948. Размеры частиц золота в сульфидных месторождениях, как признак пострудного метаморфизма. *Изв. АН СССР, сер. геол.*, 1, 159-162.
- МАСЛЕНИЦКИЙ, И.Н. 1940. Золото в медных сульфидных рудах Урала. *Цветные металлы*, 8, 67-72.
- МОИСЕЕНКО, В.Г., МИХАЙЛОВ, М.А., САХНО, В.Г. 1974. Поведение золота и серебра при осадконакоплении, вулканизме и метаморфизме. Наука. Новосибирск. 192.
- НИКОЛАЕВА, Л.А., БАДАЛОВА, Р.П. 1970. Внутренняя структура самородного золота как критерий формирования руд. *Тр. ЦИНТРИ*, 87, Москва, 143-153.
- ПЕТРОВСКАЯ, Н.В. 1969. О типоморфизме самородного золота. В кн.: *Пробл. геологии минеральных месторождений, петрологии и минералогии, т. II*. Наука, Москва, 113-117.
- ПЕТРОВСКАЯ, Н.В. 1970. Интраминерализационное развитие деформации, перекристаллизации и перераспределения минерального вещества при формировании золоторудных месторождений. *Тр. ЦНИГРИ*, 87, Москва, 153-162.
- ПЕТРОВСКАЯ, Н.В. 1973. Самородное золото. Наука. Москва. 345.
- РОСЛЯКОВ, Н.В., НЕПЕИНА, А.А., ЦИМБАЛИСТ, В.Г. 1972. Формы нахождения и миграция золота в коре выветривания золото-сульфидных месторождений. В кн.: *Геохимия и условия образования руд золота и редких металлов*. Наука, Новосибирск, 125-138.
- ШИЛАЕВ, В.П. 1986. Основы обогащения полезных ископаемых. Наука. Москва. 293.
- ЯБЛОКОВА, С.В. 1968. Самородное золото из первичных руд и зоны окисления Куранахского месторождения. *Тр. ЦНИГРИ*, 79, Москва, 153-162.

Рецензент: академик НАН Азербайджана А.Д.Исмаил-Заде