

© Г.С.Гусейнов, 2007

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА ДАГКЕСАМАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (МАЛЫЙ КАВКАЗ)

Г.С.Гусейнов

*Министерство экологии и природных ресурсов
AZ 1173, Баку, ул. В.Агаева, 100 А*

На основе фактического материала автором были изучены типоморфные особенности самородного золота Дагкесаманского золото-полиметаллического месторождения. При минералогическом изучении руд данного месторождения установлено, что золото находится в сростании с халькопиритом и сфалеритом, а также в трещинах галенита, блеклой руды и кварца. Это показывает, что по отношению к сульфидным минералам золото во всех случаях носит подчиненный характер, т.е. оно выделялось позднее всех сульфидных минералов. Формы выделения самородного золота разнообразны (пластинчатые, угловатые, прожилковые, изометричные). После травления в $\text{Сt}_2\text{O}_3 \bullet \text{HCl}$ под микроскопом в золотине наблюдались монокристаллическая, неяснозональная и реже пятнистая внутренние структуры. Совокупность всех полученных нами данных типоморфных особенностей самородного золота позволила прийти к выводу о том, что золотосодержащие руды Дагкесаманского месторождения формировались в условиях малых глубин в два этапа минерализации.

В пределах Азербайджанской части Малого Кавказа имеется ряд золотосодержащих месторождений и рудопоявлений, которые могут иметь существенное значение для развития в республике золотодобывающей промышленности. Поэтому подробное изучение месторождений этого региона сегодня представляется весьма актуальным.

В настоящей работе объектом исследований выбрано Дагкесаманское золото-полиметаллическое месторождение. Месторождение находится в Газахском наложенном прогибе в восточной части Лок-Агдамской металлогенической зоны Малого Кавказа. В геологическом строении месторождения участвует сложный комплекс вулканогенно-осадочных и эффузивно-пирокластических пород верхнего мела, вмещающий субвулканические тела альбитофиоров, прорванных относительно поздними (докампанскими) телами андезито-дацитов, базальтов и миоплиоценовыми трахириолитами. Вдоль сводовой полосы Дагкесаманской антиклинали проходят мощные зоны разрывов, которые контролируют размещение золотого и ассоциирующего оруденения полиметаллов, связанных с андезито-дацитовыми субвулканическими телами позднемелового вулканизма. Золотосодержащие рудные тела приурочены к мелким разрывным нарушениям и зонам интенсивной трещиноватости, которые характеризуются

наличием гидротермально измененных вмещающих андезитовых и андезито-дацитовых порфиров и их туфов. По морфологии они относятся к жильному и прожилково-вкрапленному типу с широко развитыми зонами гидротермально-измененных пород, характеризующимися значительной сульфидной минерализацией и повышенным содержанием золота. Основными рудообразующими минералами являются пирит, сфалерит, халькопирит, гематит, золото. Второстепенные минералы – магнетит, сидерит, борнит, рутил. Из жильных – кварц, в незначительном количестве барит и халцедон. Часто встречаются следующие гипергенные минералы: гетит, гидрогетит, лимонит, ковеллин, малахит, азурит и др.

Руды месторождения характеризуются значительным разнообразием текстурных и структурных особенностей. Выделено два этапа минерализации: гипогенный и гипергенный. На первом этапе рудоотложения установлены следующие минеральные ассоциации: кварц-пирит-серицитовая, кварц-галенит-сфалерит-золоторудная, кварц-халькозин-гематитовая и кварц-карбонатная.

Характерной особенностью руд описываемого месторождения является их повышенная золотоносность, на что обращали внимание еще предыдущие исследователи (Эфендиев, 1972; Сулейманов, 1982). Однако, к со-

жалению, типоморфные особенности самородного золотого месторождения выяснены далеко не полностью. Цель настоящей работы – изучить типоморфные особенности самородного золота, что позволяет получить дополнительную информацию для прогнозирования новых месторождений и оценки результатов ранее проведенных поисково-разведочных работ.

Для детального изучения данного вопроса использовано определенное количество фактического материала, собранного и обработанного автором при проведении научно-исследовательской работы в описываемом регионе в период с 1984 по 1987 гг.

В статье на основе микроскопических и аналитических исследований дается характеристика типоморфных особенностей самородного золота: гранулометрический и химический составы, местонахождение и формы выделения, а также внутреннее строение самородного золота.

Гранулометрический состав. Известно, что крупность золота является одним из основных факторов, определяющих технологическую схему переработки золотосодержащей руды. Поэтому изучение гранулометрического состава самородного золота имеет важное практическое значение. Так, относительно крупное золото при измельчении руды освобождается от других минералов, выделяющиеся свободные золотины легко улавливаются при гравитационном обогащении.

Мелкое свободное золото хорошо флотируется и быстро растворяется при цианировании, но почти не извлекается при гравитационном обогащении. Тонкодисперсное золото, ассоциирующее в большинстве случаев с сульфидами, при измельчении руды вскрывается лишь незначительно. Поэтому основная его масса остается в минералах-носителях, чаще всего в пирите и арсенопирите. Руды, содержащие такое золото, относятся к категории упорных и перерабатываются специальными методами. (Шилаев, 1986).

Гранулометрический состав самородного золота Дагкесаманского месторождения был изучен с помощью ситового анализа (Атаева и др., 1979). Результаты анализов приведены в табл.1.

Как видно из табл.1, наиболее обогащенными золотом являются классы – 0,10+0,08 мм и – 0,08 + 0,05 мм. Теми же исследователями проведен рациональный анализ руды. По результатам рационального анализа установлено, что в руде данного месторождения 36% золота представлено в свободном виде, 51% его находится в легкодоступных сростках, остальные 13% – в труднодоступных сульфидах и кварце.

Микроскопическими исследованиями нами были установлены размеры частиц золотины. Для этого использовано многочисленное количество (280 шт.) полированных шлифов, изготовленных из первичных и окисленных руд, содержащих золото.

Таблица 1

Результаты ситового анализа золотосодержащей руды Дагкесаманского месторождения (Атаева и др., 1979)

Классы, мм	Выход, %	Содержание, г/т	Распределение, %
		Au	Au
+2,0	11,4	9,0	10,4
-2,0+1,6	5,1	12,0	6,2
+1,6+1,0	5,8	12,0	7,1
-1,0+0,63	16,4	8,0	13,3
-0,63+0,25	17,8	8,2	14,8
-0,25+0,16	5,7	8,4	4,8
-0,16+0,10	5,4	11,4	6,3
-0,10+0,08	1,8	12,6	2,2
-0,08+0,05	3,2	13,4	4,3
-0,05	20,3	12,2	25,1

Установлено, что золото в первичных рудах очень мелкое. Его размеры варьируют от 0,001- 0,015 мм. В сравнении с золотом в первичных рудах золото, находящееся в окисленной руде, более крупное – 0,01-0,3 мм, реже до 1,0 мм. По-видимому, укрупнение золотинок связано с переотложением гипогенного золота в зоне окисления.

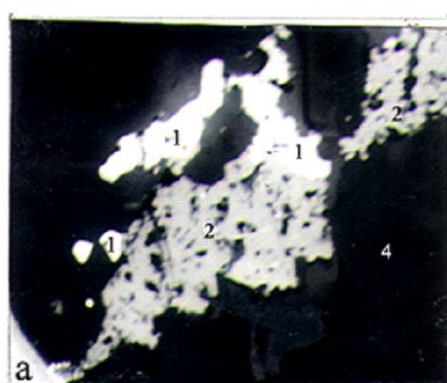
Таким образом, в результате изучения размеров частиц золотинок установлено, что в рудах данного месторождения присутствует тонкодисперсное и относительно крупное золото. Это, по-видимому, объясняется неодновременным образованием главных масс золота и участием его в различных минеральных парагенезисах (Петровская, 1969). Следует подчеркнуть, что полученные нами данные по размерам частиц золотинок почти соответствуют результатам ситового анализа.

Учитывая вышеизложенное, считается целесообразным применение комбинирован-

ной технологической схемы при переработке золотосодержащих руд Дагкесаманского месторождения.

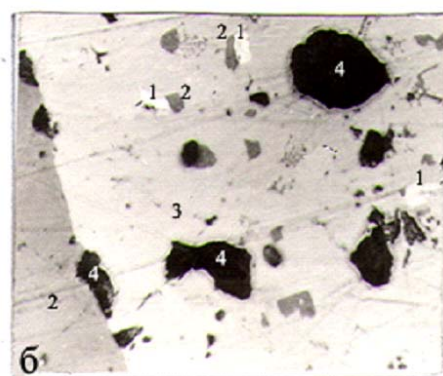
Местонахождение. Как известно (Апрелков, Харченко, 1968), в золото-полиметаллических месторождениях золото имеет позднейшие выделения и находится в сростании с основными поздними сульфидными минералами и реже кварцем, а также наблюдается в трещинах среди ранее образованных минералов, по поверхности их кристаллов и в межзерновых пространствах.

Признаки подобного роста зерен золота наблюдались и в Дагкесаманском месторождении. Так, при минералогическом изучении руд данного месторождения установлено, что золото находится в сростании с халькопиритом и сфалеритом (рис. 1 а, б), а также в трещинах среди ранее образованных галенита и блеклой руды (рис. 1 в, г).

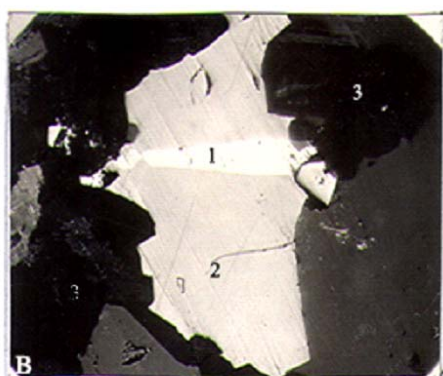


Ув. 400

1. золото; 2. халькопирит; 3. кварц



Ув. 250

1. золото; 2. сфалерит; 3. холькопирит
4. пустоты.

Ув. 450

1. золото; 2. галенит; 3. кварц



Ув. 50

1. золото; 2. блеклая руда.

Рис. 1. Местонахождение самородного золота

Следует подчеркнуть, что образование сопутствующих золоту минералов в этом случае происходило, безусловно, одновременно и поэтому связь золота с теми или иными минералами, скорее, имеет механический, а не генетический характер. Подтверждением вышесказанному является, например, тот факт, что не все кварцевые и кварц-полиметаллические прожилки на данном месторождении являются золотоносными. Здесь относительно повышенное содержание золота отмечается на наиболее раздробленных участках зон, т.е. золото отлагалось там, где имелись благоприятные условия для проникновения золотоносных растворов.

Таким образом, изучение полированных шлифов позволило прийти к выводу о том, что по отношению к другим минералам, таким как халькопирит, сфалерит, галенит и блеклые руды, золото во всех случаях носит подчиненный характер, то есть оно выделялось позднее всех сульфидных минералов, слагающих рудные тела. Образование сопутствующих золоту минералов, как отмечалось выше, происходило, безусловно, одновременно. По этой причине надо полагать, что ассоциация золота с тем или иным минералом обусловлена условиями формирования данного месторождения.

Формы выделения. Надежным показателем условий кристаллизации золота является форма его выделения. Разновидности формы выделения однозначно свидетельствуют не только о большой роли интраминерализационных деформаций в период отложения золота, но и о характере таких деформаций в рудных телах (однонаправленные трещины, пересеченные трещины, участки локального дробления, зоны пластических деформаций и грануляций золотовмещающих минеральных агрегатов). Знание особенностей выделения золота позволяет судить о факторах его локализации в рудах и, следовательно, давать оценку возможной металлоносности вскрываемых выработками рудных тел. Поэтому подробное изучение формы выделения самородного золота имеет как научное, так и практическое значение.

Для изучения формы выделения золота в описываемом месторождении были использованы полированные шлифы, изготовленные из первичных и окисленных руд. При микроскопических исследованиях нами установлены следующие формы выделения золота: пла-

стинчатые, прожилковые, угловатые, жилковидные, комковидные, амёбовидные, изометричные, дендриты.

Преобладающими формами частиц гипогенного золота в зависимости от степени концентрации золотовмещающих трещин являются пластинчатые, прожилковые (рис. 1 в и рис. 2 а) и угловатые (рис. 2 б) формы.

Гипергенное золото в данном месторождении тесно связано с продуктами окисления сульфидов (в основном пирита) и встречается в корках и в примазках гидроокислов железа (гетит, гидрогетит), а также в кварцевых жилах и прожилках, в которых оно имеет неравномерно рассеянные тончайшие изометрические (рис. 2 в) и пластинчатые (рис. 2 г) формы выделения.

Полученные данные по морфологии золота показывают, что форма выделения самородного золота на Дагкесаманском месторождении крайне разнообразна. Это, по всей вероятности, связано с особенностями условий их образования (Петровская, Фасталович, 1952).

Химический состав. Химический состав самородного золота имеет важное значение при определении генезиса золоторудных месторождений. Как известно (Петровская, 1973; Бадалова, Бадалов, 1967; Моисеенко, 1977), пробы золота зависят от ряда факторов: величины давления и температуры при минералообразовании; состава гидротермальных растворов, из которых отложились золотины; элементов-примесей, входящих в состав самородного золота; метаморфизма руд.

В связи с этим нами особое внимание уделено изучению химического состава самородного золота Дагкесаманского месторождения. Материалом для изучения химического состава самородного золота послужили золотины, отобранные и обработанные автором из первичных и окисленных руд (проб-протолок), при этом использованы полированные шлифы.

Химический состав самородного золота, отобранного из проб-протолок руд, определен атомно-абсорбционным методом (анализы проведены в лаб. ЦНИГРИ РФ). Результаты анализов показали, что пробы золота с данного месторождения изменчива и колеблется от 800‰ до 950‰, составляя в среднем 830‰ (по 20-ти определениям), а модальное значение попадает в диапазон 800-900‰ (рис.3).

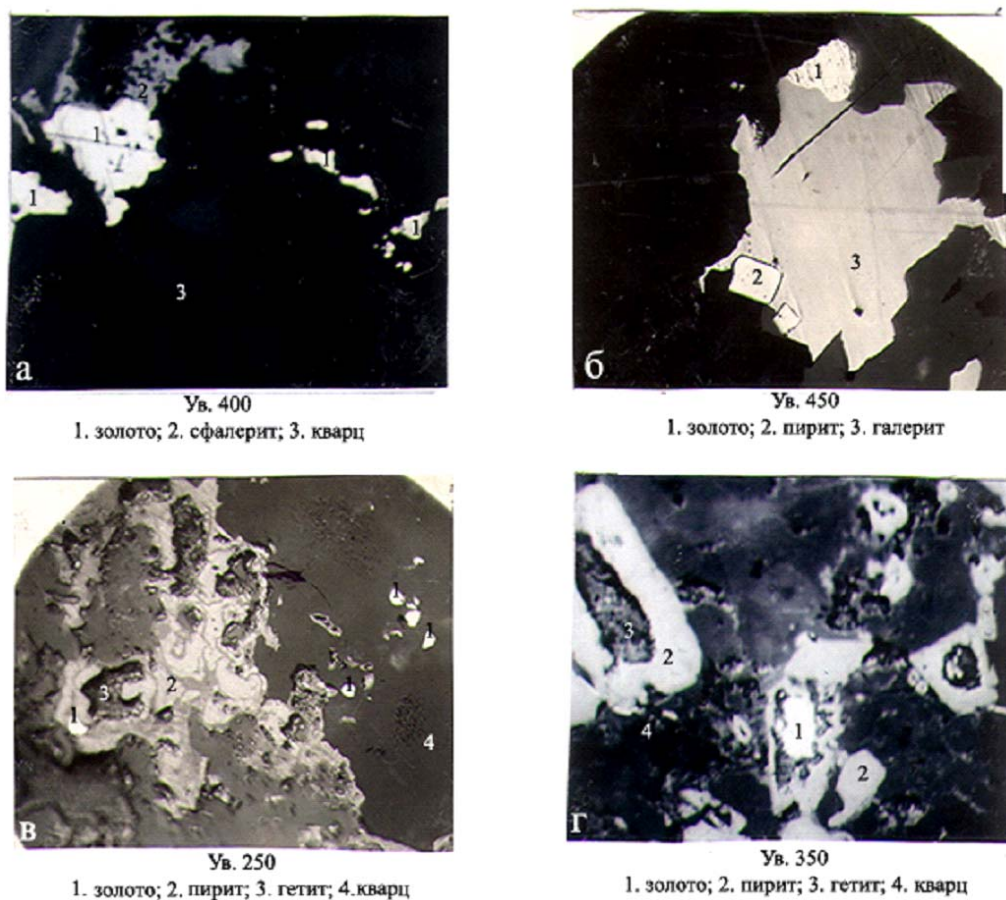


Рис. 2. Формы выделения самородного золота:
а – прожилковые; б – угловатые; в – изометричные; г – пластинчатые

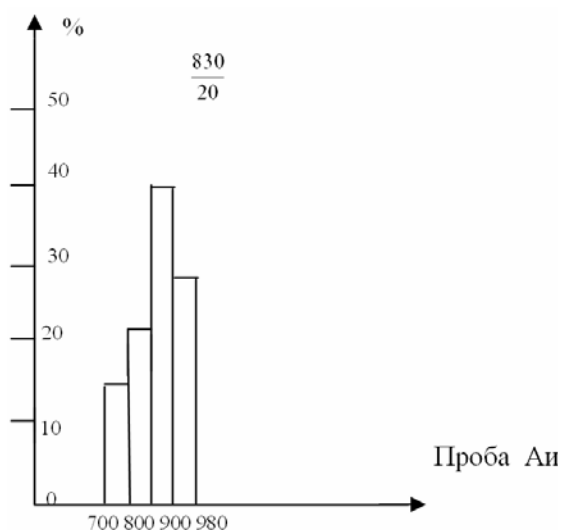


Рис. 3. Гистограмма распределения пробы золота по данным атомно-абсорбционной спектрометрии. По оси абсцисс – проба золота; по оси ординат – частота встречаемости в % отн. В дробь: числитель – пробность (среднеарифметическое); знаменатель – количество анализов.

Следует подчеркнуть, что изучение химического состава золота затрудняется изменчивостью его состава как по месторождению, так и по отдельным рудным телам. Поэтому для получения полного представления о среднем составе самородного золота по месторождению следует проанализировать большое количество золотин. Иначе результаты могут оказаться недостоверными.

Учитывая вышесказанное, для более детального изучения пробности золота в лаборатории ЦНИГРИ РФ выполнен микрозондовый анализ определенного количества золотин, результаты которого приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты микрозондового анализа самородного золота Дагкесаманского месторождения (Гусейнов, 1989)

№	Au	Ag	TL	Сумма
1.	85,6	14,35	0,002	99,95
2.	94,17	5,62	0	99,79
3.	83,65	16,25	0,004	99,90
4.	71,35	28,65	0,006	101,01
5.	96,34	3,66	0	100,00
6.	80,15	19,85	0,006	100,00
7.	86,85	12,15	0,005	99,81
8.	98,02	1,98	0	99,00
9.	86,46	13,54	0,001	100,00
10.	97,25	2,76	0	100,01
11.	88,50	11,44	0,001	99,94

Как видно из табл. 2, сумма процентного содержания элементов в большинстве анализов близка к 100%, а пробность золота варьирует от 800‰ до 980‰. При этом следует учесть, что в анализах №№ 2, 5, 8, 10 золотины имеют гипергенный характер образования (из зоны окисленных руд). В таком случае среднее значение пробности золота по месторождению составляет 880‰, что соответствует умеренно высокопробному золоту по классификации Н.В.Петровской (1973).

Элементы-примеси. Как отмечено выше, проба золота зависит от многих причин, в частности, и от количества содержания элементов-примесей, входящих в состав самородного золота.

Известно, что элементы-примеси в самородном золоте распределяются как равномерно, так и зонально. Эти особенности элементов-примесей можно использовать как дополнительную информацию при уточнении условий формирования месторождения. Поэтому изучение элементов примесей в самородном золоте имеет важное значение.

По данным исследователей (Петровская, 1973; Денисов и др., 1966) состав микровключений рудных минералов как элементов-примесей в самородном золоте соответствует минеральному составу руд месторождений.

Аналогичные данные получены нами

при изучении элементов-примесей в самородном золоте Дагкесаманского месторождения. В результате микрозондовых и спектральных анализов (анализы проведены в лаборатории ЦНИГРИ РФ) установлено, что в составе самородного золота имеются следующие элементы-примеси (%): Cu (0,08-0,15), Fe (0,27-0,32), Pb (0,29-0,33), Zn (0,13-0,21), Tl (0,001-0,006), Bi (0,01-0,062), Au (0,001-0,003), Mo (0,0003).

Как видно, кроме Cu и Fe, в самородном золоте отмечается относительно повышенная концентрация Pb и Zn. Вероятно, это объясняется геохимическими особенностями месторождения. Так, золото в данном месторождении тесно связано с полиметаллическим оруденением, т. е. золото часто ассоциируется с поздними сульфидными минералами (халькопиритом, сфалеритом, галенитом). Поэтому в составе самородного золота присутствие повышенного содержания Pb и Zn как элементов-примесей весьма закономерно и соответствует литературным данным. Остальные элементы-примеси в самородном золоте присутствуют в незначительном количестве, и их содержание колеблется от десятитысячных до десятых долей процента.

Полученные данные по количеству и содержанию элементов-примесей в самородном

золоте характерны для месторождений, которые сформировались в малоглубинных условиях.

Внутреннее строение. В последнее время в ряде опубликованных работ внутренняя структура самородного золота рассматривается как признак, указывающий на глубину образования, стадийность и этапность рудоотложения, интравудные деформации при пострудных тектонических движениях (Берман, Тренина, 1968; Николаева, Бадалова, 1970; Бадалова, Бадалов, 1964).

На основании фактического материала нами было изучено в описываемом месторождении внутреннее строение самородного золота. С этой целью использовано определенное количество золотин из проб-протолок руд и полированных шлифов, содержащих золото.

Для выявления внутреннего строения золотины, находящуюся в сульфидных минералах, подвергали травлению в парах царской водки, раствором хромового ангидрита в соляной кислоте. После травления образцов (золотины) при микроскопическом исследовании установлено, что золото, находящееся в галените и в блеклых рудах, а также в сростаниях с халькопиритом и сфалеритом, имеет в основном монокристаллическое строение (рис. 4 а). Строение такого типа встречается в рудах, сформировавшихся на относительно малых глубинах, и характерно для месторождений субвулканического происхождения. В некоторых золотинах установлено однородное внутреннее строение (рис. 4 б), характерное для высокопробного золота. Вероятно, эти золотины из зоны окисленных руд, так как обычно золото в зоне гипергенеза очищается от всяких элементов-примесей и становится высокопробным (Росляков, 1986). А высокопробное золото, как известно, имеет однородное внутреннее строение.

Кроме того, нами обнаружены единичные выделения более низкопробного золота, которые обычно заполняют пустоты и трещины в жильных минералах. Они как бы обволакивают выделения высокопробного золота и даже замещают его. В окисленных рудах вторичное золото (низкопробное) образует пленки на поверхности золота обеих разновидностей. При травлении этого низкопробного золота наблюдается неяснозональное внутреннее

строение (рис. 4 в), которое можно рассматривать как признак малоглубинного отложения. Взаимоотношение его с более высокопробным золотом указывает на близкое по времени, но несколько более раннее отложение последнего. Обе разновидности золота можно рассматривать как две генерации, образовавшиеся во время одной стадии рудоотложения.

Очень редко встречаются золотины, имеющие пятнистую структуру (рис. 4 г). Здесь округлые выделения относительно низкопробного золота в виде пятен отмечаются на поверхности более высокопробной матрицы.

Таким образом, полученные нами данные по типоморфным особенностям самородного золота указывают на то, что Дагкесаманское месторождение образовалось в условиях малых глубин в два этапа минерализации. На первом этапе рудообразование представляет собой длительный процесс, при котором устанавливается несколько стадий минерализации, характеризующихся определенными минеральными образованиями. Вторичные минералы (гетит, гидрогетит, малахит, лимонит и др.) образовались за счет изменения первичных сульфидных руд в зоне окисления и связаны с гипергенным золотом.

ВЫВОДЫ

Исходя из вышеизложенного, можно прийти к следующим выводам:

1. В Дагкесаманском месторождении основными концентратами и носителями золота являются поздние сульфидные минералы (халькопирит, сфалерит, галенит, блеклая руда).

2. Пробность золота изменчива и колеблется в пределах 800-900‰, в среднем 830‰, что соответствует умеренно-высокопробному золоту.

3. Полученные данные по количеству и содержанию элементов-примесей в самородном золоте, взаимоотношение золота с поздними сульфидными минералами (халькопиритом, сфалеритом, галенитом, блеклой рудой), а также внутренняя структура самородного золота (монокристаллическая, зональная, неяснозональная) позволяют предположить, что руды данного месторождения сформировались в условиях малых глубин.

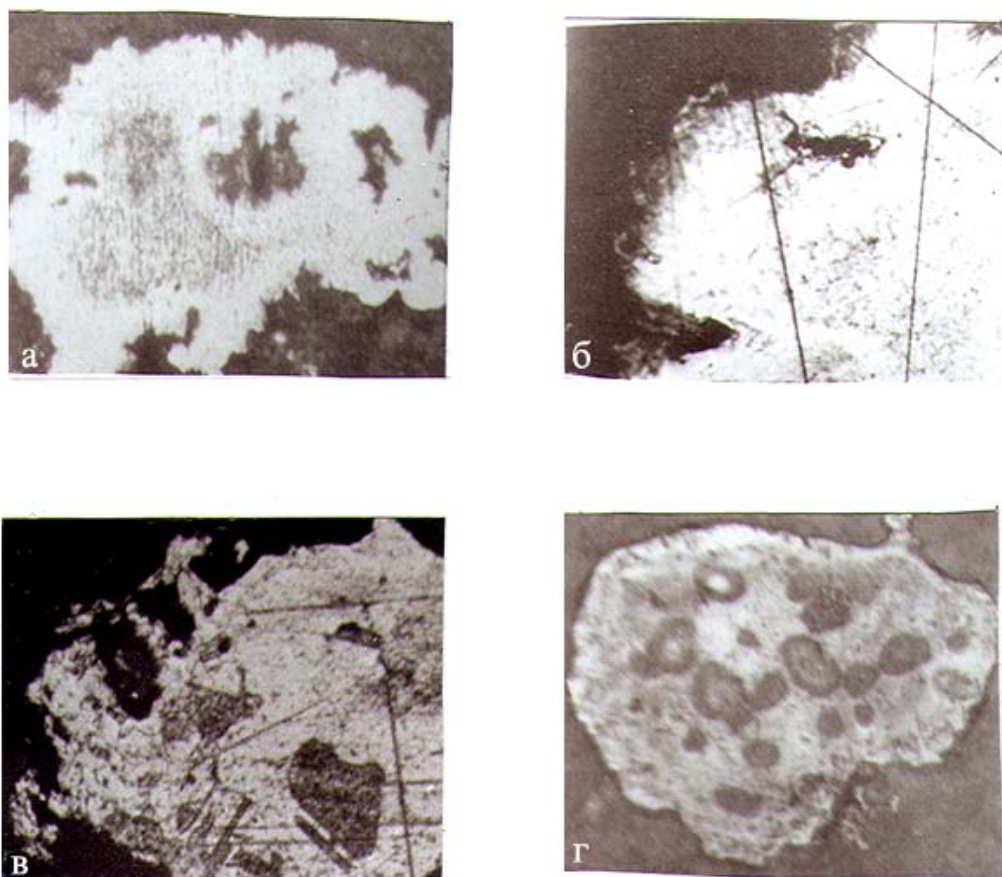


Рис. 4. Внутреннее строение самородного золота: а – монокристаллическая структура золота, полированный шлиф, протравленный раствором Cr_2O_3 в HCl , увеличение 350; б – однородная структура золота, полированный шлиф, протравленный раствором Cr_2O_3 в HCl , увеличение 300; в – неяснозональная структура золота, монтированный аншлиф, протравленный царской водкой, увеличение 200; г – пятнистая структура золота, монтированный аншлиф, протравленный царской водкой, увеличение 250.

ЛИТЕРАТУРА

- АПРЕЛКОВ, С.Е., ХАРЧЕНКО, Ю.И. 1968. Золото-полиметаллические и золото-серебряные рудопоявления Южной Камчатки. *Геология рудных месторождений*, 5, 109-112.
- АТАЕВА, С.С., ПИНОСЯН, А.Б. 1979. Минералогическое исследование пробы Дагкесаманского месторождения. ВИС. Тбилиси. 112-126.
- БАДАЛОВА, Р.П., БАДАЛОВ, С.Т. 1964. О генетическом значении пробности золота в эндогенных месторождениях, *Узб. Геол.ж.*, 5, 67-71.
- БАДАЛОВА, Р.П., БАДАЛОВ, С.Т. 1967. О пробности золота из эндогенных месторождений и рудопоявлений Узбекистана. *Докл. АН СССР*, 173, 4, 914-916.
- БЕРМАН, Ю.С., ТРЕНИНА, Т.И. 1968. Образование зональных внутренних структур в золоте. *Колыма*, 9, 38-40.
- ГУСЕЙНОВ, Г.С. 1989. Золотоносность медно-колчеданных месторождений Сомхето-Карабахской структурно-формационной зоны Малого Кавказа. Автореферат канд. дисс. Баку.
- ДЕНИСОВ, С.В., КОШМАН, П.Н., ЮГАЙ, Т.А. 1966. Элементы примеси в золоте некоторых районов Приамурья. *Геохимия*, 9, 1123-1126.
- МОИСЕЕНКО, В.Г. 1966. Поведение золота при термическом метаморфизме. В кн.: *Генетические особенности и общие закономерности разрешения и развития золотой минерализации Дальнего Востока*. Наука, Москва, 100-110.
- ПЕТРОВСКАЯ, Н.Б., ФАСТАЛОВИЧ, А.И. 1952. Морфологические и структурные особенности самородного золота. В кн.: *Материалы по минералогии золота*. Главцветметалл, ОБТИ, 163-168.
- ПЕТРОВСКАЯ, Н.В. 1969. О типоморфизме самородного золота. В кн.: *Проблемы геологии минеральных месторождений, петрологии и минералогии. Т. II*. Наука, Москва, 230-236.
- ПЕТРОВСКАЯ, Н.В. 1973. Самородное золото. Наука. Москва. 345 с.

- НИКОЛАЕВА, Л.А., БАДАЛОВА, Р.П. 1970. Внутренняя структура самородного золота как критерий условий формирования руд. *Тр. ЦНИГРИ*, 87, 143-153.
- РОСЛЯКОВ, Н.А. 1986. Золото в зоне гипергенеза золоторудных месторождений Восточного Забайкалья. В кн.: *Золото и редкие элементы в геохимических процессах*. Наука, Новосибирск, 117-123.
- СУЛЕЙМАНОВ, Э.С. 1982. Золоторудные формации Малого Кавказа. Элм. Баку. 265 с.
- ШИЛАЕВ, В.П. 1986. Основы обогащения полезных ископаемых. Недра. Москва. 295 с.
- ЭФЕНДИЕВ Б.Н. 1972. Геологические особенности и условия формирования Дагкесаманского золото-полиметаллического месторождения (Малый Кавказ). Автореф. канд.дисс. Баку.

Рецензент: член-корр. НАН Азербайджана Г.В.Мустафеев