

МОРФОЛОГИЯ ЗОЛОТА БЕРЕГОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.М. Маметов, КП Южукргеология, Украина

В.А. Баранов, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины

Приведены результаты экспериментального определения морфоструктур золота Береговского месторождения.

Проблема поисков, разведки и последующей отработки золота для Украины является актуальной, поскольку, несмотря на наличие более десяти месторождений [1], добыча его не производится, в основном по экономическим соображениям. Указанные месторождения относятся к так называемым «коренным месторождениям», которые по сравнению с рассыпными требуют существенно большие затраты средств. Для разработки таких месторождений нужны капитальные горные сооружения, специальное оборудование, экологически опасные химические методы обогащения.

Формирование коренных месторождений золота происходит в разных геологических условиях, исследование которых продолжается и в данное время. Одним из факторов роста видимого золота является его морфология. Пять типичных случаев роста кристаллов, дендритов, многогранников, дендритоидов, уплощенных и игольчатых кристаллов, описаны в работе Н.В. Петровской [2]. Интересным представляется мнение указанного исследователя о том, что осадителями золота могут служить деформации зерен кварца, причем поверхности именно свежих трещин, сформированных одновременно с циркуляцией золотоносных растворов. Данные поверхности имеют статический заряд (А.Х. Коттрел, 1969), что может быть причиной электрохимических явлений, определяемых различиями электродных потенциалов золота и заряженных участков кварца, предположение о которых высказывал еще В.И. Вернадский (1922).

В данной статье приводятся материалы по морфологии золота, отобранных одним из авторов на Береговском месторождении золота Закарпатья, во время разведочных и исследовательских работ. Детально, в 1973-1975 гг были изучены крупные образования золота, с хорошо выраженными формами из кварц-диккитовой зоны вторичных кварцитов штольни 20. Здесь обнаруживается чёткий парагенезис золота с кварцем, баритом, диккитом, реже с гематитом и гётитом [3].

Почти все кристаллы представлены кубо-октаэдрами, на большинстве из них несколько преобладают грани октаэдра. Размер отдельных кристаллов от долей до 1,0 мм. Поверхность граней шероховатая, тусклая, редко гладкая, блестящая. Обычно более сильным блеском обладают грани куба, на них чаще наблюдаются зеркальные участки поверхности. Контуры граней куба в виде правильных и неправильных четырёхугольников, контуры граней октаэдра - правильные и неправильные треугольники, четырёхугольники, пятиугольники и шестиугольники. Вершины и рёбра индивидов несколько сглажены.

Кубо-октаэдры редко изометричны, характерным их искажением является удлинение по одной из осей второго порядка (рис.1) вследствие чего их внешняя симметрия понижается и кристаллы золота приобретают необычную форму - шестигранные «призмы» в комбинации с тетрагональным «бипирамидальными» головками.

Часто встречаются кубо-октаэдры сильно уплощённые по тройной оси симметрии, при резком проявлении такого искажения отмечаются кристаллы с доминирующим развитием граней октаэдра, перпендикулярных оси уплощения и с шестигранным поперечным сечением, перпендикулярных этому же направлению.

Иногда кубо-октаэдры осложнены неполногранным тетрагон-триоктаэдром $\{311\}$ или ромбододекаэдром. Грани $\{311\}$ имеют вид узких полосок и очень редко играют габитусную роль.

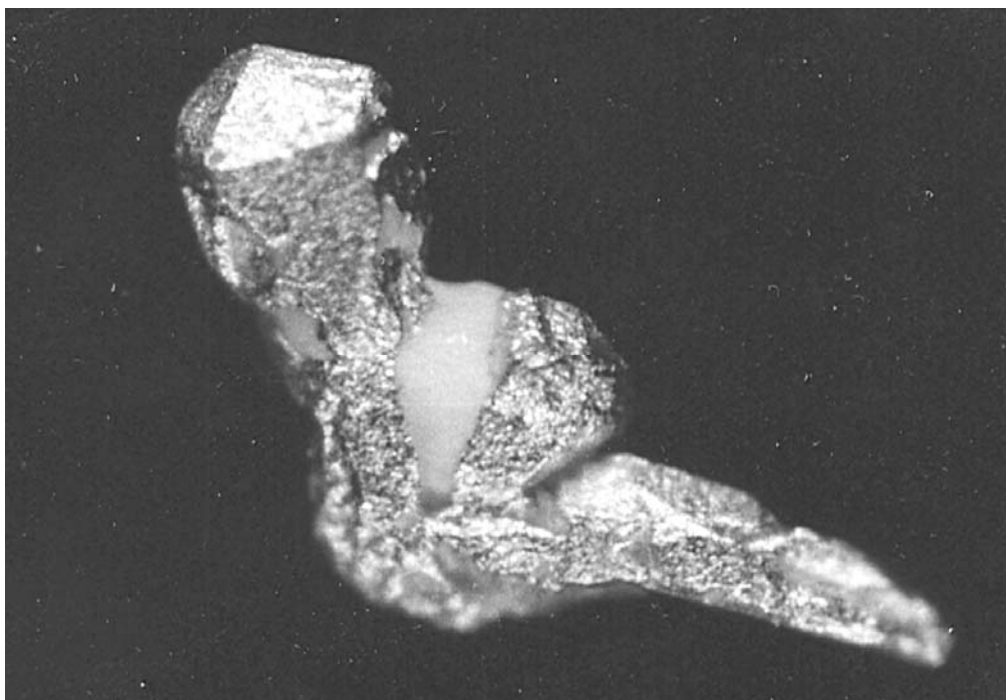


Рис. 1 - Сrostок кристаллов золота: а – кристалл с четко выраженным кубооктаэдрическим габитусом; б – искаженное удлинение вдоль оси второго порядка граней октаэдра; Штольня 20, кваршлаг 2, ув.100^X

К числу единичных находок относятся кристаллы октаэдрического габитуса с резко подчинённым развитием граней куба, кристаллы кубического габитуса с резко подчинённым развитием граней октаэдра и кристаллы кубического габитуса, грани куба на которых комбинируются со слабо развитыми гранями тетрагексаэдра – $\{210\}$.

Кубо-октаэдры часто образуют незакономерные срастания, состоящие из двух-трёх и более индивидов. Редки параллельные сrostки кубо-октаэдров. Значительный процент среди кристаллов золота составляют циклические двойники по шпинелевому закону. Это достаточно интересные образования, внешне представляющие собой мелкие пятигранные «призмы» с «бипирамидальными» вершинами и ложной внешней симметрией L_5P . Гониометрическими исследованиями установлено, что такие «пятерники» золота являются двойниковыми сrostками пяти кубо-октаэдров. Угол между нормальными к каждому двум соседним граням «призмы» составляет 72° , а угол между нормальными к каждой грани «призмы» и к ней примыкающей грани «бипирамиды» равен $54^\circ 44'$. Таким образом, «призма» в действительности составлена гранями куба, а «бипирамида» - гранями октаэдра. Длина «пятерников» вдоль мнимой оси пятого порядка равна 0,4-1,0 мм, в поперечнике 0,2-0,5 мм.

Аналогичные «пятерники» самородного золота из месторождения Верештатак (Румыния) ещё в 1831 году изучил Г. Розе (А.Е. Ферсман, 1955). Кроме того, на месторождении Белая Гора в Нижнем Приамурье (М.П. Воларович и др., 1966) также были изучены кристаллы золота необычной формы - удлинённые пяти- и шестигранные «призмы» с «бипирамидальными» вершинами. Углы между плоскостями раздела субиндивидов в центре их срастания от 50° до 90° , причём два-три индивида имеют угол 60° . По мнению данных исследователей, это двойниковые сrostки ромбических додекаэдров.

Значительным; распространением пользуются сrostки кристаллов. Размер сrostков варьирует в пределах от 0,1-0,2 мм до 1,5 мм. Отдельные индивиды достигают длины 2,0 мм. Поверхность их, как правило шероховатая, тусклая и лишь в отдельных случаях окончания кристаллических индивидов более яркие и ровные. Кристаллографические особенности проявлены гораздо слабее, чем у отдельных, кристаллов.

Пучковидные друзовые сростки - наиболее часто встречающиеся. Характерной их особенностью является наличие общего корня, от которого под различными углами могут отходить два-три, редко более кристаллов. По мере удаления от корневой части, размер кристаллов увеличивается. Эта особенность пучковидных сростков характерна и для других месторождений (Н.В. Петровская, 1973). Типичным, также, является и удлинение по одной из осей второго порядка.

Линейные проволоковидные сростки кристаллов несколько реже, но также пользуются значительным распространением (рис.2). Отличительной их особенностью является сравнительно однообразная ориентировка кристаллов. От удлинённых монокристалльных образований их отличает рельеф, созданный выступающими гранями кристаллов. Достаточно показателен в этом отношении сросток кристаллов (рис.3) золота ромбододекаэдрического габитуса.

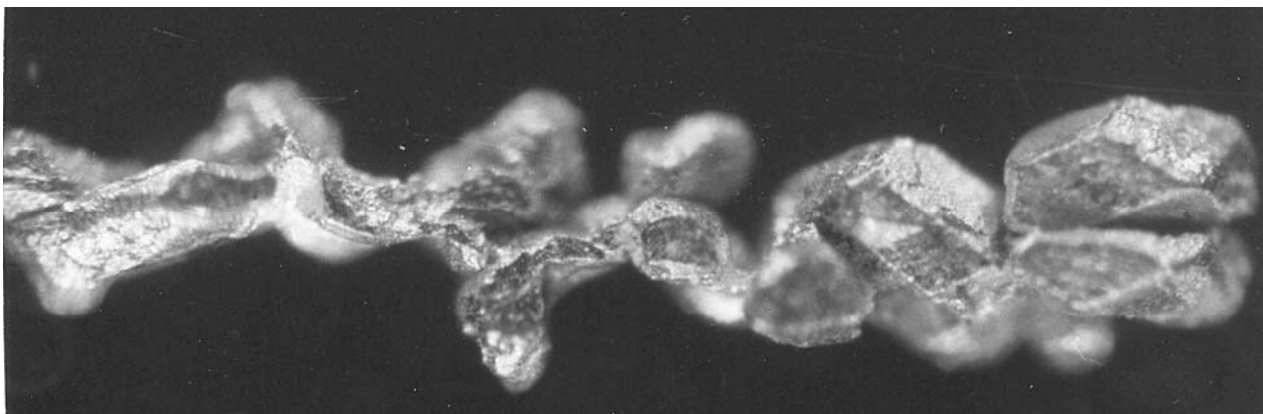


Рис. 2 - Вытянутый сросток кристаллов золота ромбододекаэдрического габитуса. Шт. 20, ув.55^x

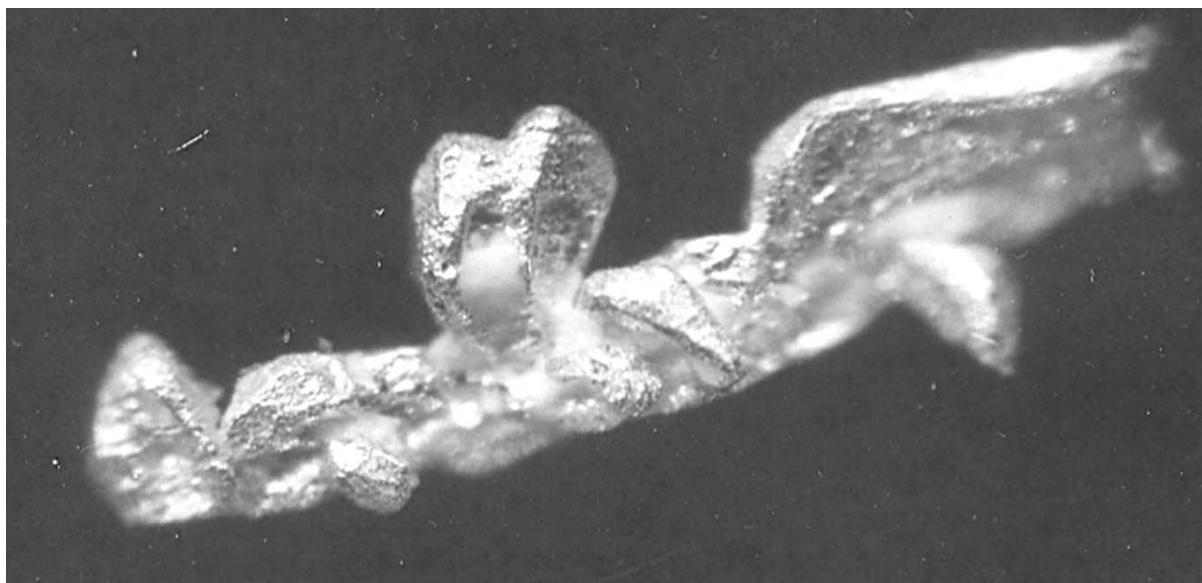


Рис. 3 - Вытянутый сросток кристаллов золота с отдельными индивидами кубооктаэдрического и ромбододекаэдрического габитуса. Шт. 20, кВ.2, ув.45^x

Кристаллы, как правило, обладают удлинением вдоль оси второго порядка, реже изометрические. Сростки вытянутых кристаллов золота, представляют собой сильно вытянутые вдоль одной из осей кристаллы, когда отношение длины кристалла к его ширине достигает 10:1, а в отдельных случаях и более. Ориентировка вытянутых кристаллов и срастания их неупорядочены, но нередко они строго ориентированы друг по отношению к другу, как, например, параллельный сросток вытянутых кристаллов (рис. 4).

Кроме того, большая часть выделений золота образует неупорядоченные срастания отдельных изометрических кристаллов (рис. 5), кристаллов изометрических и с искаженным удлинением по одной из осей, в данном случае с сильно вытянутыми гранями октаэдра и целый ряд других срастаний.

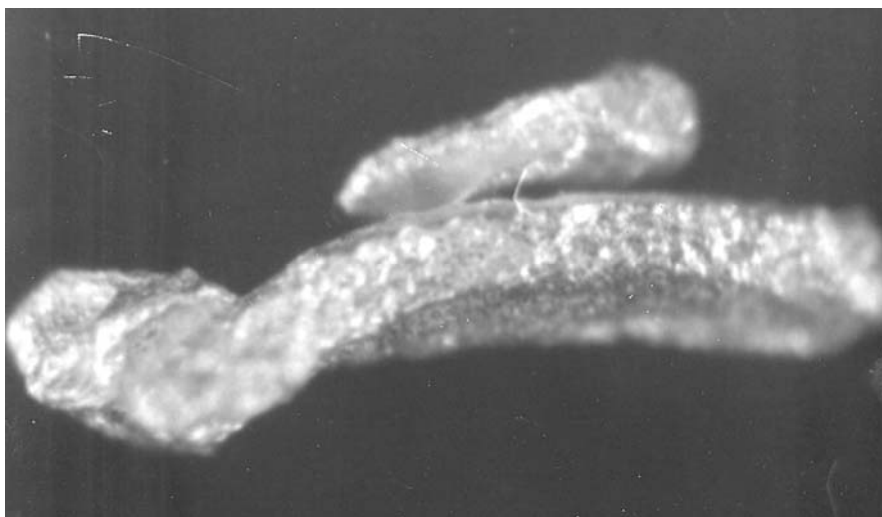


Рис. 4 - Параллельный сросток вытянутых по оси второго порядка кристаллов золота. Шт.20, кв.2, ув.70^x

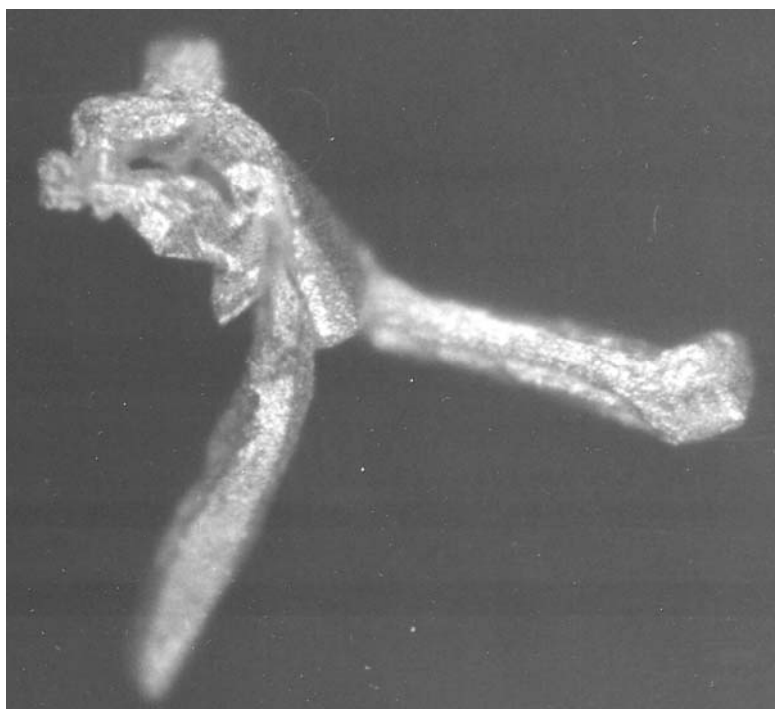


Рис. 5 - Незакономерный сросток вытянутых кристаллов золота. Штольня 20, кв.2, 67^x

Особенно богата морфология дендритных образований. Следует отметить, что исследователи ещё не пришли к единому мнению даже в понимании таких терминов, как «дендрит», «дендритоид», «скелет». Термин «дендрит» трактуется одними как закономерный сросток кристаллических индивидов (В.И. Вернадский, 1922; В.А. Мокиевский, С.Н. Семенюк, 1952), а другие относят его к монокристалльным образованиям (Д.Д. Саратовкин, 1957) нередко со сложным внутренним строением. Главной особенностью дендритов является наличие ствола, т.е. вытянутых в одном направлении прямых или слабо изогнутых, осевых индивидов и отходящих от них ветвей, которые могут быть направлены в одну или несколько сторон. Развитие боковых ветвей или находится в зачаточном состоянии и тогда на стволе будут видны бугорчатые или бутончатые выступы; или может развиваться до образований причудливой формы. Дендритоиды характеризуются слабо проявленной разветвлённостью, недоразвитостью или полным отсутствием центрального ствола, срастанием боковых ветвей до образования уплощённого агрегата с правильным рисунком рельефа поверхности. Однако принад-

лежность их к дендритоидам определяется не столько их морфологическими особенностями, сколько общим дендритным механизмом роста (рис. 6).

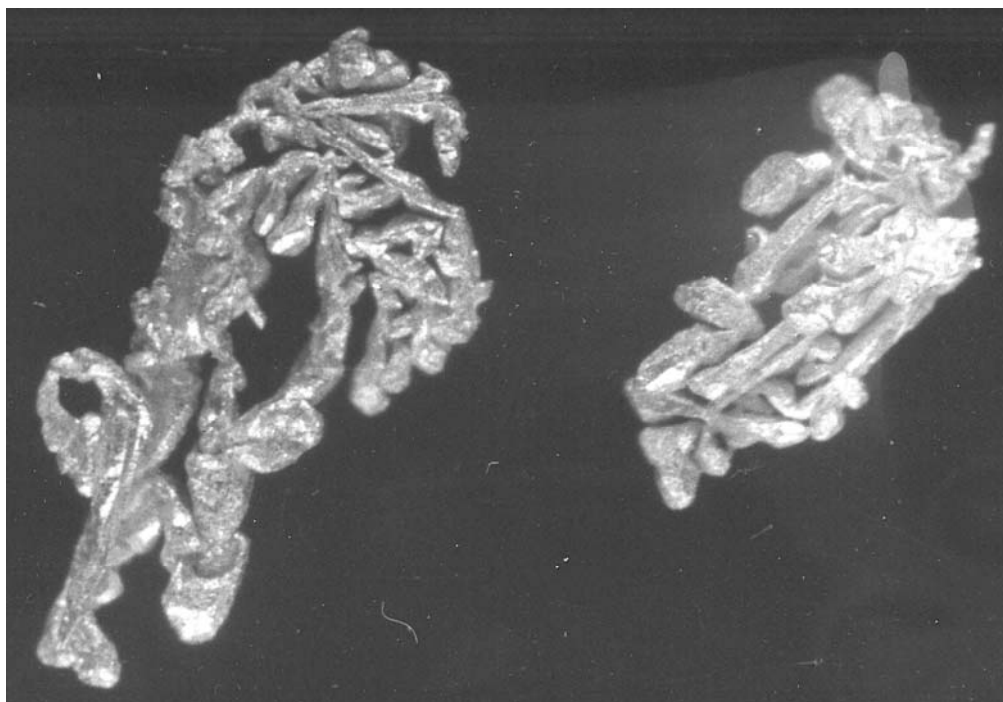


Рис. 6 - Дендритоиды золота. Шт. 20, кв. 2, инт.5-7 м, ув.25^x

В соответствии с разработанной Н.В. Петровской классификацией, на Береговском месторождении обнаружены почти все морфологические разновидности дендритов и дендритоидов золота. Исключение составляют плоские бесстволовые лапчатые и стержневые одностволовые скипетровидные формы. В связи с тем, что не все дендритные образования вписывались в данную классификацию, нам представилось возможным ввести несколько новых подразделений. Размеры дендритов и дендритоидов указаны в таблице 1.

Древовидные дендриты с явно выраженным стволом и ветвями, уходящими почти перпендикулярно к последнему в разные стороны (рис. 7). Ветви могут быть одинаковы по размеру и тогда дендрит имеет симметричное строение, чаще же одна, или несколько ветвей развиты сильнее, чем другие. Отношение размера ветвей к размеру ствола от 1:2 до 1:6. Иногда ветви в одном из направлений срастаются и образуют уплощённый агрегат с листовидным или ёлочковидным рисунком. Концы веточек часто заканчиваются довольно чёткими кристаллами кубо-октаэдрического габитуса.

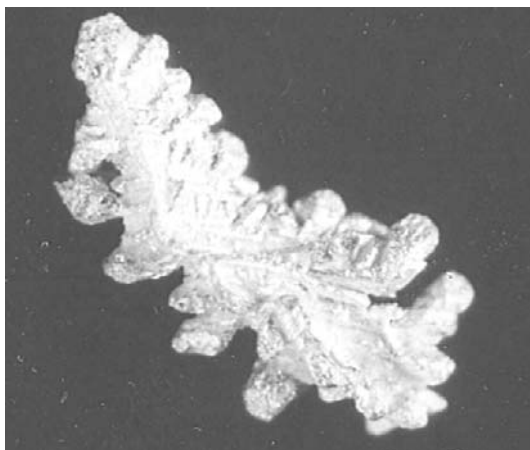


Рис. 7 - Древовидный дендрит золота. Шт. 20, кв. 2, инт.5-7 м, ув.25^x

Таблица 1 - Размеры дендритов и дендритоидов самородного золота Береговского месторождения

Форма	Кол-во измерений	Размер, мм					
		длина		ширина		высота	
		min	max	min	max	min	max
Трёхмерные							
1. Древоподобные	6	1,85	2,25	0,90	1,50	0,45	1,00
2. Кустовидные	9	1,20	2,20	0,95	1,90	0,50	0,90
3. Моховидные	2	1,00	1,40	0,90	1,15	0,40	0,70
Плоские одностволовые							
1. Веточковидные двухсторонние	27	0,65	2,75	0,45	1,65	0,25	0,85
2. Веточковидные односторонние	4	1,00	2,10	0,70	1,30	0,30	0,90
3. Ёлочковидные и папоротниковидные	3	1,45	1,55	0,70	1,25	0,35	0,45
Плоские многостволовые							
1. Звездчатые	3	0,80	1,30	0,40	1,10	0,30	0,60
2. Решетчатые	9	0,65	1,70	0,55	0,85	0,10	0,30
3. Плетенные	7	0,90	1,60	0,50	0,85	0,10	0,15
4. С тонкими проволоковидными ветвями, ориентированными в разные стороны	5	0,20	1,40	0,10	1,00	0,10	0,60
Плоские бесстволовые							
1. Барельефные	2	0,50	0,80	1,00	1,30	0,10	0,25
Стержневые одностволовые							
1. Проволочные с «бутонами» выступами	4	0,80	2,55	0,40	1,25	0,15	0,40
Стержневые многостволовые							
1. Щепковидные	7	0,65	1,55	0,50	1,40	0,20	0,35
Неопределенного морфостроения							
1. Неопределенные	36	0,60	2,30	0,30	1,40	0,20	1,00

Кустовидные. Отличаются от древоподобных либо плохо выраженным стволом (рис. 8), либо полным его отсутствием. Одна сторона, как правило, уплощена с других сторон закономерно, в различных направлениях, простираются ветви, составленные сростками кристаллов или вытянутыми по одной из осей кристаллическими индивидами. На окончании ветвей также нередко кристаллы и поверхности граней с признаками скульптурного роста. В отдельных случаях ветви представляют собой сростки изометрических кристаллов золота.

Моховидные. Аналогичны по строению кустовидным, отличаясь от них более короткими ответвлениями и более изометрическим обликом.

Веточковидные двухсторонние. Дендриты с хорошо выраженным прямым или слабо изогнутым стволом с небольшими ветвями, уходящими в разные стороны (рис. 9). Иногда из одного кристалла развивается ветвь, по размерам превышающая длину ствола и уходящая от него под углом к вершине дендрита. Одна сторона, как правило, уплощена, а другая - с хорошо выраженными выпуклыми индивидами. Нередко веточковидный дендрит берёт начало из одного корня, ствол слабо развит и веточки разрастаются в разные стороны почти у самого основания ствола. Наблюдались дендриты, у которых ствол распадается на несколько ветвей, расходящихся веером под углом друг к другу и образующих своеобразную крону. Кри-

сталлы, в большинстве своём, уплощены с обеих или с одной стороны, нередко вытянуты, но встречаются и отдельные индивиды с чётко выраженным кубо-октаэдрическим и ромбодекаэдрическим габитусом.

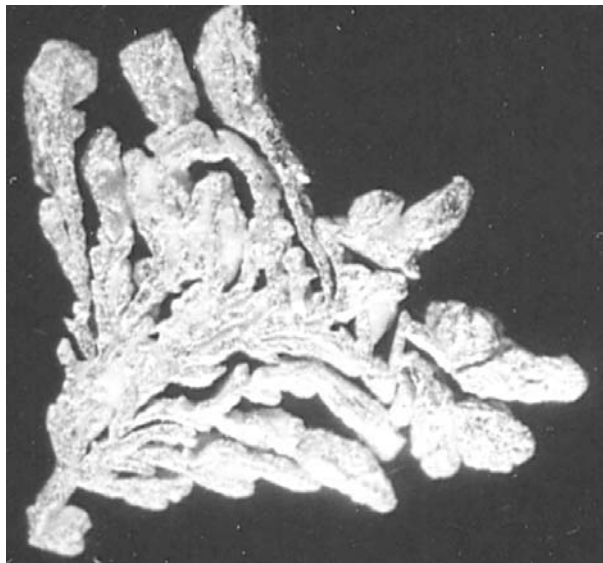
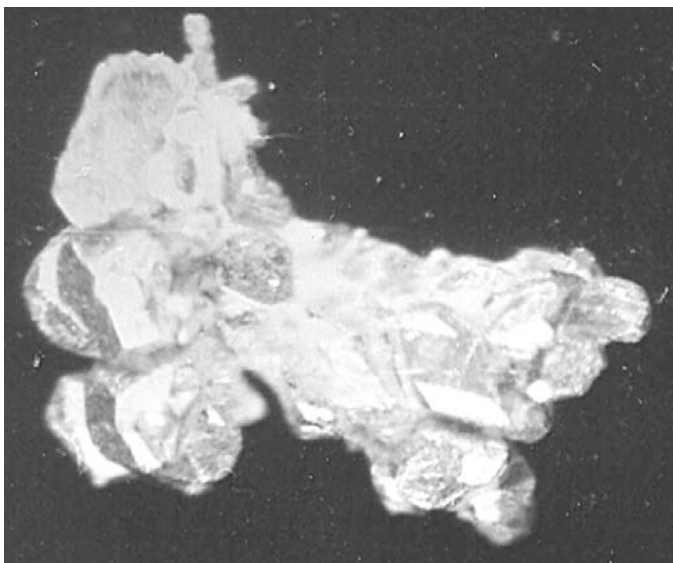


Рис. 8 - Кустовидный дендрит золота.

Рис. 9 - Веточковидный дендрит золота.

Шт. 20, кв.2, ув.27^X Шт. 20, кв.2, инт. 5-7 м, ув.27^X

Веточковидные односторонние. Отличаются от двусторонних тем, что ветви развиваются лишь в одну сторону от центрального ствола.

Ёлочковидные и папоротниковидные. Уплощенные агрегаты с линейными выступами, ориентированными параллельно друг другу и отходящими от тонкого ствола в одну или разные стороны под углом 45° или 60° к стволу и образующими пластины с рисунком ёлочки или папоротника. У основания такого агрегата часто скопление незакономерно расположенных или вытянутых под одной из осей кристаллов

Звездчатые. Представляют собой несколько стволов, расходящихся под углом друг к другу из одного центра. Толщина стволов, как правило, увеличивается от основания к вершине, которая нередко заканчивается кристаллами. Количество стволов может быть различным, от трёх до восьми, чаще три-четыре.

Решетчатые. Вытянутые индивиды развиты в двух направлениях приблизительно под углом 120° или 90° и при пересечениях образуют сквозную решетку (рис. 10) и лишь в отдельных участках они срастаются. Кроме того, наблюдается срастание незакономерно ориентированных кристаллических индивидов. В таких случаях отверстия представляют собой разносторонние многоугольники, с числом сторон от трёх до пяти-шести.

Плетёные. Аналогичны по строению решетчатым дендритам, но представляют собой сплошные пластины без отверстий. Взаимное расположение индивидов также самое разное, они могут быть ориентированы в двух-трёх направлениях и беспорядочно. По краям плетёных агрегатов отдельные, чуть вытянутые кристаллы, с тонкими проволоковидными ветвями, ориентированные в разные стороны. Это образования, как правило, с уплощённым основанием и различным числом тонких ветвей, ориентированных в различных направлениях, часто изгибающихся и крайне редко оканчивающихся кристаллами.

Плоские бесстволовые. Барельефные. Представляют собой агрегаты из нескольких уплощённых кристаллов, поставленных на ребро и расположенных под некоторым углом друг к другу, образующих как бы розетку. Вершины и рёбра кристаллов образуют выпуклый рельеф.

Стержневые одностоловые. Проволочные с «бутовчатыми» выступами. Сильно вытянутые индивиды, иногда слабо изогнутые. От ствола отходят небольшие наросты – «бутовчи-

ки». Иногда они разрастаются и образуют как бы толстый ствол с зародышами ветвей в двух-трёх направлениях.

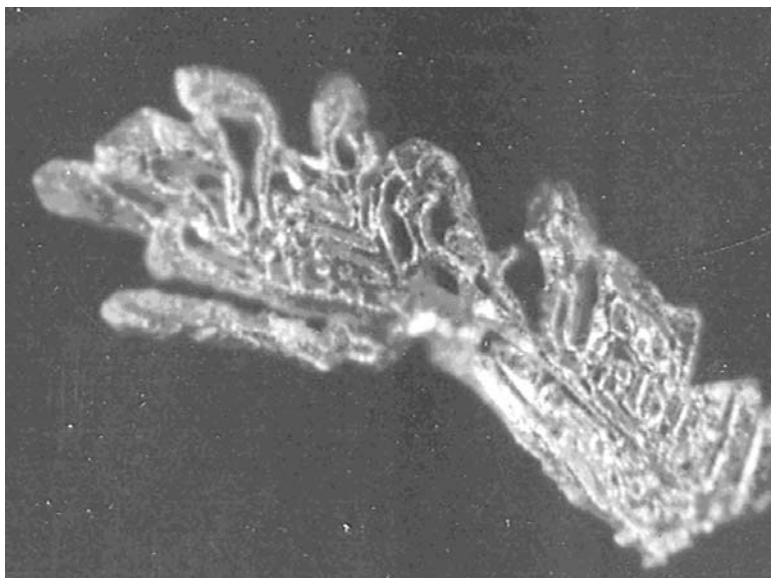


Рис. 10 - Решетчатый дендрит золота. Шт.20, кв.2, инт.5-7 м, ув.60^X

Стержневые многостволовые. Щепковидные. Параллельно сросшиеся между собой три-пять, иногда более стволов, вытянутых в одном направлении или слабо изогнутых. Одна сторона обычно уплощена, другая образует на поверхности параллельные друг другу валики и борозды. Иногда на вытянутых индивидах заметны небольшие наросты.

Неопределённого морфостроения. Смешанные. Достаточно распространённые агрегаты несущие в себе, нередко, чёткие признаки одного-двух подразделений классификации или не обнаруживающие ни одной характерной черты, по которой их можно классифицировать (рис. 11). Меньшая часть из них уплощена, большая имеет изометрический или вытянутый облик. Встречены, например, дендриты, у которых одна часть соответствует трёхмерному древовидному другая - решетчатому или веточковидному и различные другие взаимоотношения. Как правило, это крупные образования, достигающие 2,0 мм и даже более. По краям дендритов часты кристаллы. Кроме того, их нередко можно наблюдать во взаимоотношениях с баритом, диккитом и другими минералами.

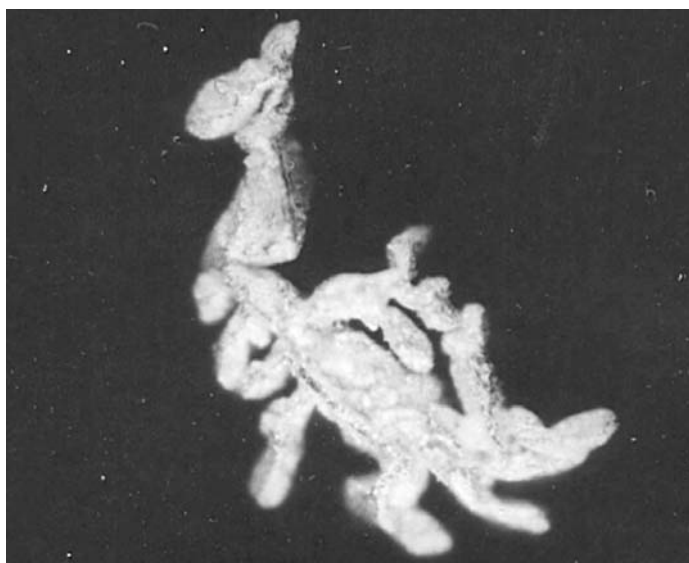


Рис. 11 - Дендрит золота неопределенного морфологического строения. Шт. 20, кв.2, ув.50^X

Необходимо отметить ещё следующие морфологические разновидности золота.

Пластиноподобные агрегаты. Чётко выраженные дендриты, но сильно уплощённые с двух сторон и поэтому не поддающиеся классификации совместно с дендритами.

Пластины. Плоские агрегаты, нередко изогнутые, неправильной формы. С поверхности шероховатые, комковатые, тусклые. Очень редко по краям с зародышами кристаллов.

Комковатые агрегаты. Кристаллическая форма практически отсутствует и лишь в единичных случаях на окончаниях выделений наблюдаются зародыши кристаллов неясно выраженного строения. Поверхность сильно шероховатая, неровная, изредка уплощённая.

Из скульптур на поверхности кристаллов золота (рис. 12) заметны плоские тригональные пирамидки роста на гранях октаэдра, состоящие обычно из уменьшающихся двух-четырёх ступеней. На гранях октаэдров также иногда наблюдаются признаки скелетного роста в виде воронкообразных углублений. Обычно поверхность граней кристаллов шероховатая, с узором мелких ямчатых углублений и, нередко, с отпечатками кристаллов кварца и барита. Вершины и рёбра несколько сглажены.

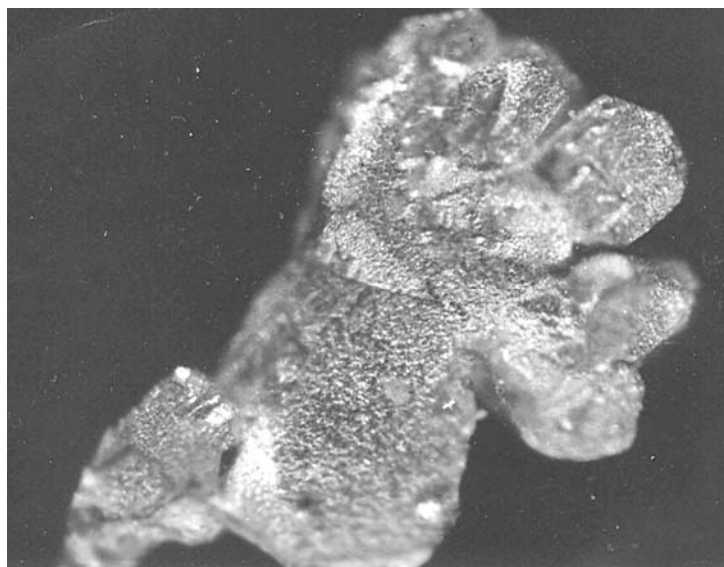


Рис. 12 - Сrostок кристаллов золота со скульптурами и штриховкой на гранях кристаллов. Шт. 20, кв.2, ув.50^x

Таким образом, классификация золота Береговского месторождения по его морфологическим разновидностям, представленная в табл. 1, включает определенные ранее и не определенные морфоструктуры. Установленное многообразие формируется условиями транспортировки растворов, замещением других минералов, таких как кварц, сульфиды и других. Электрохимические свойства кварца и золота являются одним из факторов осаждения и концентрации золота в свежееобразованных деформациях. Кристаллическая структура золота трактуется нами как одна из относительно распространенных форм данного элемента и возникает вследствие наличия пустот и трещин в рудоносной породе.

Литература

1. Атлас. Геологія і корисні копалини України. – К.: ДП «Такі справи», 2001. – 168 с.
2. Петровская Н.В. Самородное золото. – М.: Наука, 1973. – 346 с.
3. Маметов В.М. Морфология золота в зоне окисления Береговского золото-полиметаллического месторождения / Вопросы геохимии, минералогии, петрологии и рудообразования. – К.: Наук. думка, 1979. – С.72-77.