

логения олова и вольфрама Дальнего Востока.-Владивосток,1983-С.176-185

9.Панова Е.Г., Гавриленко В.В., Лучицкая М.И. Химическая эволюция метасоматитов в процессе формирования Правоурмийского оловорудного месторождения // Геохимия – 1993. - № 5. – с. 743 – 753.

10.Гасюк А.М., Абрамова Э.Д. Основные факторы, влияющие на интенсивность термолюминесценции минералов //Исследования в области химич. и физич.методов анализа минерального сырья. -Алма-Ата, 1971. - С.69 - 71.

11.Коровкин М.В., Иванова О.А. Влияние прокаливания и облучения на люминесценцию природного топаза. / Спектроскопия, рентгенография и кристаллохимия минералов. Тез.докл. Международной конф. 30 сентября - 2 октября 1997 г. - Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1997. - С. 154- 155.

12.Иванова О.А., Коровкин М.В. Закономерности изменения люминесцентных свойств топазов из грейzenов Правоурмийского оловорудного месторождения в связи с условиями образования / Материалы Региональной конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России, Т.2. -Томск, 2000. - С. 105-107.

13.Кузнецов Г.В., Таращан А.Н. Люминесценция минералов гранитных пегматитов. – Киев: Наукова Думка, 1988. – 177 с.

14. Коровкин М.В. Термолюминесценция топазов / Применение люминесценции в геологии.- Екатеринбург:УрО АН СССР,1991.- С.58.

15. Коровкин М.В., Сальников В.Н. Эффект радиационной "памяти" в природных и искусственно выращенных кристаллах. / Геология, Т. 2. Ред. кол.: А.Н.Тихонов , В.А. Садовничий и др. (Программа "Университеты России") - М.: Изд-во Московского ун-та, 1995. - С. 200 - 204.

16. Коровкин М.В., Иванова О.А. Радиационные эффекты в кристаллах топаза / Труды 8-го Межнационального совещания "Радиационная физика твердого тела". - Севастополь, 1998. - С.148 - 151.

УДК 549.283:553.411

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРИК-КИТОЙСКОЙ ЗОНЫ (В. САЯНЫ)

С.К. Кныш

Приведен аналитический материал, характеризующий морфологию, гранулометрический и химический состав самородного золота месторождений, расположенных в каледонских структурах, испытавших неоднократную тектоно-магматическую активизацию. Отмечаются закономерные вариации типоморфных свойств золота для рудных месторождений как во времени, так и в пространстве.

Введение

Золоторудные месторождения расположены в системе каледонид юго-восточной части Восточного Саяна и приурочены к северо-восточной периферической части Гарганской глыбы.

В геологическом строении района принимают участие: 1) архей-нижнепротерозойские породы комплекса основания Гарганской глыбы; 2) сланцево-карбонатный комплекс рифей-венда-чехол глыбы; 3) верхнепротерозойская офиолитовая ассоциация пород – тектонический покров; 4) барун-холбинский вулканоплутонический комплекс; 5) интрузии сумсунурского комплекса плагиогранитов нижне-среднепалеозойского возраста [1].

Главной металлогенической единицей территории является Гарганский район, в состав которого входят Ольгинская, Урик-Китойская, Хойто-Гарганская и Урда-Гарганская золоторудные зоны. Большая часть месторождений и рудо-проявлений сосредоточена в пределах Урик-Китойской золоторудной зоны, приуроченной к Холбинской зоне разлома северо-западного простирания.

На месторождениях выделяются три основных морфологических типа рудных тел:

1) слоисто-полосчатые залежи в углеродисто-кремнистых и кремнисто-карбонатных сланцах; 2) метасоматические залежи массивных сульфидных руд и сопровождающие их жилы и минерализованные зоны; 3) кварцевые и кварцево-сульфидные жилы. Причем, первые два морфологических типа наиболее широко проявлены на нижних горизонтах Зун-Холбинского месторождения. На остальных изученных золоторудных объектах преобладают кварцевые и кварц-сульфидные жилы.

С учетом всего имеющегося материала формационная принадлежность коренных месторождений определяется их принадлежностью к золото-кварц-сульфидной формации, по классификации М.Б. Бородоевского, И.С. Рожкова, или формации среднеглубинных золоторудных жильных месторождений, по Н.В. Петровской. В рамках единой рудной формации намечается выделение пяти продуктивных минеральных типов и соответствующие им минеральные ассоциации: 1) пирит-кварцевая; 2) пирит-халькопирит-сфалерит-галенитовая; 3) галенит - блекло-рудная; 4) галенит- теллуридная; 5) серебро-пирит-сфалерит-галенитовая.

Пирит-кварцевая минеральная ассоциация распространена весьма широко. Она составляет основную массу рудных тел месторождений и представлена пиритом, светло-серым, белым сливным кварцем с крупно - до мелкозернистой структурой.

Минералогическим анализом почти во всех пробах устанавливается магнетит, но его содержание очень низкое и не превышает единичных знаков. Золото отмечается в 35% проб. Его содержание колеблется в широких пределах. Из других минералов в жилах устанавливается мусковит, сфен, рутил, циркон, молибденит. В отдельных пробах отмечаются галенит, сфалерит, пирротин, халькопирит, но их присутствие обусловлено пространственным наложением более поздних продуктивных минеральных ассоциаций.

Пирит-халькопирит-сфалерит-галенитовая ассоциация характеризуется преимущественным развитием в рудных телах Зун-Холбинского, Барун-Холбинского, Водораздельного, Кварцевого и Сумсу-Нурского месторождений. В незначительном количестве присутствуют пирротин, арсенопирит, тетраэдрит, халькопирротин(?), теллуриды (гессит), барит. Содержание сульфидов в рудах резко меняется в зависимости от состава вмещающих пород. В рудных телах, расположенных в пределах известково-сланцевой толщи монгопшинской свиты, содержание сульфидов достигает 30-40%, а в некоторых участках образуются сплошные полисульфидные руды (жилы Сульфидная, Перевальная; жила №1 Водораздельного месторождения). По преобладанию тех или иных сульфидов выделяются руды разного состава: пирит-пирротин-халькопиритовые (фланги жил Сульфидной, Перевальной, некоторые участки жил Барун-Холбинского, Водораздельного месторождения); собственнополиметаллические; кварц-галенитовые (с незначительным содержанием кальцита) развиты на Зун-Холбинском (верхние горизонты Доржи-Банзаровской и «Северных» жил), Сумсу-Нурском, Кварцевом месторождениях; барит-полиметаллические встречаются преимущественно на площади Кварцевого месторождения (жила №3) и на флангах жилы 51 Барун-Холбинского месторождения. Характерной особенностью барит-полиметаллической минерализации является постоянное присутствие клейофана.

Возрастные взаимоотношения с предыдущими минеральными ассоциациями отчетливые. Во всех случаях эта ассоциация накладывается на темно-серый безрудный кварц, пирит-кварцевые жилы и пересекается более поздними кварц-кальцитовыми прожилками.

Галенит-тетраэдритовая минеральная ассоциация распространена в рудных телах Динамитного, Зеленого и Ильчирского месторождений. Она характеризуется преимущественным развитием тетраэдрита при подчиненной роли сульфидов: пирита, сфалерита, халькопирита, галенита. В виде редкой вкрапленности устанавливаются пирротин, аргентит и теллуриды. В жилах перечисленных месторождений совместно с тетраэдритом присутствует золото и серебро.

Нижняя возрастная граница отчетливо устанавливается по пересечениям более ранних (темно-серого безрудного кварца, пирит-кварцевой) минеральных ассоциаций. Взаимных пересечений с жилами остальных ассоциаций не наблюдались.

Как и в предыдущей ассоциации, выделению рудных минералов предшествует отложение карбоната.

Галенит - теллуридная минеральная ассоциация довольно широко проявилась в кварцевых жилах Пионерского, кл. Золотого, Гранитного, Самартинского месторождений. Она представлена алтаитом, вольтскитом, гесситом, петцитом, раклиджитом, теллурувисмути-

ном. Из сульфидов преобладает галенит. Реже отмечаются сфалерит, халькопирит.

Автором обнаружена теллуровая минерализация в рудных телах участков Золотого, Среднего, Ильчирского, Зун-Холбинского (жилы Доржи-Банзаровская, Северная-1). Повышенные концентрации теллура, указывающие на возможность присутствия собственных минералов этого элемента, отмечаются спектральным анализом в рудах на горизонтах штолен № 2,3,11 Зун-Холбинского месторождений; в жиле Новой (горизонт №1), жиле -40, Юго-Восточной апофизе (горизонт шт. №3) Барун-Холбинского месторождения; в рудах Сумсу-Нурского, Динамитного и Зеленого месторождений. При микроскопическом изучении полированных шлифов было установлено, что теллуриды тесно ассоциируют с кальцитом, золотом, галенитом, сфалеритом и халькопиритом. В жилах Пионерской группы месторождений, в отличие от остальных, теллуриды сопровождаются мелкой вкрапленностью выше перечисленных сульфидов. Причем, эти минералы отчетливо корродируют пирит и кварц более ранней пирит-кварцевой минеральной ассоциации.

Серебро-пирит-сфалерит-галенитовая минеральная ассоциация проявлена менее широко по сравнению с предыдущей. Она характерна для жил Зун-Оспинского и Штокверкового месторождений. Отдельные маломощные прожилки отмечаются на Золотом и Среднем участках. Главные минералы, слагающие жилы и прожилки этой ассоциации, представлены светло-серым кварцем, кальцитом, галенитом, сфалеритом, халькопиритом и пирротинном. Широко развиты минералы серебра: аргентит, пираргирит, кюстелит, самородное серебро. Золото и кюстелит чаще всего образуют неравномерную вкрапленность, прожилки и тесно ассоциируют с сульфидами. В рудных телах Зун-Оспинского, Сфалеритового месторождений золото-серебряная минерализация наложена на темно-серый кварц и пирит-кварцевые жилы, при этом происходит дробление и перекристаллизация кварца ранних ассоциаций. Содержание сульфидов варьирует. На отдельных участках (в контакте рудных тел с лиственитами) их количество достигает 30-40% (жила I Зун-Оспинского месторождения).

Для продуктивных минеральных ассоциаций отчетливо проявляется эндогенная горизонтальная зональность, которая выражена в изменении минерального состава жил с северо-

запада на юго-восток. Наблюдаемая горизонтальная зональность, как видно из рис.1, является отражением вертикальной зональности [2].

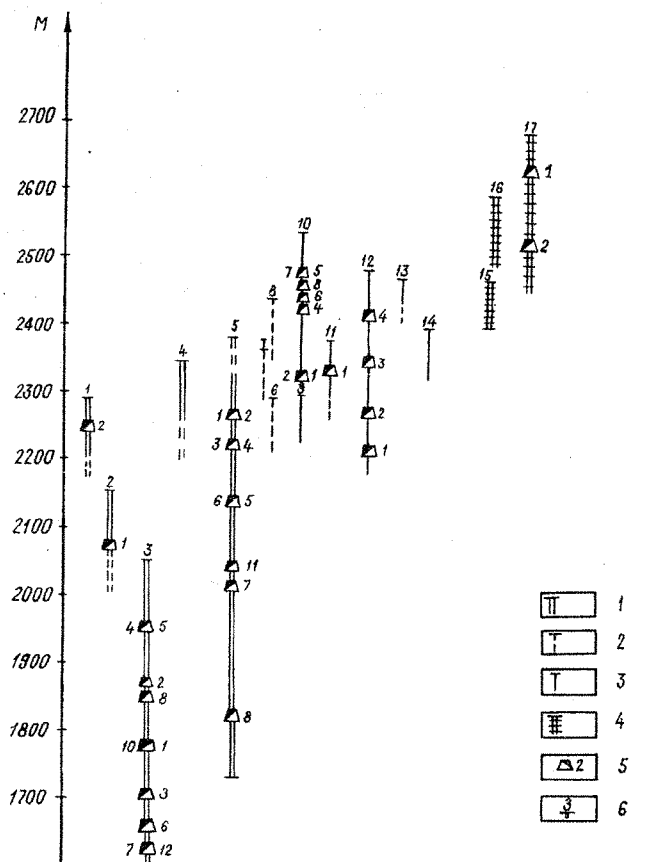


Рис. 1. Распределение минеральных ассоциаций в разрезе

1-пирит-халькопирит-сфалерит-галенитовая; 2-галенит-тетраэдритовая; 3-галенит-теллуридная; 4-серебро-пирит-сфалерит-галенитовая; 5-разведочные горизонты; 6-Месторождения: Кварцевое-1; Водораздельное-2; Барун-Холбинское-3; Сумсу-Нурское-4; Зун-Холбинское-5; Динамитное-6; Ильчирское-7; Зеленое-8; Ключ Золотой-9; Пионерское-10; Гранитное -11; Самартинское-12; Золотое, Среднее-13; Озерное-14; Сфалеритовое-15; Штокверковое-16; Зун-Оспинское-17

Распределение золота

В рудах месторождений отчетливо выделяются две разновидности золота, отличающиеся по своему составу и цвету: желтое золото, проба которого меняется в широких пределах, и бледно-желтое низкопробное золото.

Эти две разновидности отмечаются совместно в рудах всех месторождений, но наибольшим распространением пользуется желтое золото.

Желтой разновидностью представлена основная масса золота всех месторождений. Характерной особенностью желтого золота является постоянная приуроченность к малосульфидной формации руд. Эта разновидность золота тесно ассоциирует с сульфидами (галенитом), блеклой рудой и теллуридами. Чаще золото отмечается в виде мелкой вкрапленности в кальците и кварце, или в виде тонких прожилков в пирите, арсенопирите. Так, по данным А.И.Верхозина, основная масса золота связана с сульфидами: пиритом – 83,5%, галенитом – 13,4%, сфалеритом – 2,5%.

Золото в рудных телах Пионерской группы месторождений тесно ассоциирует с кальцитом, галенитом и теллуридами: алтаитом, вольтинским, гесситом, петцитом, раклиджитом, теллурувисмутитом – с которыми оно образует тесные сростания. Сравнительно редко золото присутствует в галените в виде изометричных выделений или образует в нем мирмекитовые вроски. Очень часто золото находится в сростках с пиритом и реже с другими сульфидами: сфалеритом, халькопиритом. На основании тесной парагенетической связи золота с галенитом и теллуридами можно считать, что оно сингенетично с ними.

Бледно-желтое золото чаще представлено микроскопической разностью. Оно пользуется значительным распространением только в сплошных рудах пирит-халькопирит-сфалерит-галенитовой ассоциации (жила Сульфидная Зун-Холбинского месторождения, жила II - Водораздельного месторождения); реже это золото отмечается в малосульфидных рудах Ильчирской и Зун-Оспинской групп месторождений. Характерной особенностью бледно-желтого золота является постоянная его связь с халькопиритом и галенитом, которые совместно с золотом выполняют тонкие многочисленные прожилки в раздробленном пирите, кварце. Реже выделения золота отмечаются в межзерновых пространствах или внутри зерен галенита и сфалерита. Постоянная приуроченность этой разновидности золота к халькопирит-галенитовым прожилкам в пирите определяет высокую золотоносность последнего.

Результаты опробования кварцевых жил месторождений и рудопроявлений показывают крайне неравномерное распределение золота. При этом, наряду с бедными участками, в которых содержание золота составляет 1-2 усл.ед., выделяются участки с содержанием металла до 1000 усл.ед. Результаты математической обработки распределения содержания золота показывают, что коэффициент вариации меняется в широких пределах. Наиболее высокие его значения характерны для участков, в которых проявилась галенит-теллуридная минерализация. Для них значения коэффициента вариации колеблется от 267% до 340%. Такое крайне неравномерное распределение золота объясняется неравномерным распределением продуктивной минерализации в кварцевых жилах. Участки, золотоносность которых связана с другими продуктивными минеральными ассоциациями, характеризуются более низкими значениями параметров распределения содержаний золота.

В целом устанавливается отчетливое увеличение значений среднего содержания, дисперсии и коэффициента вариации от рудных тел, расположенных на нижних гипсометрических уровнях, к верхним. Наиболее высокие значения параметров распределения содержаний золота отмечается на горизонтах 2000-1950 м Барун-Холбинского, 2187 м Зун-Холбинского и 2350-2400 м Пионерского месторождений (рис. 2).

Распределение проб по классам содержаний золота показывает, что подавляющее количество проб относится к первому классу (0-5 усл.ед.). Количество проб, относящихся к этому классу, варьирует от 47,5% Гранитное до 98,3% для Зеленого рудопроявления. Таким образом, промышленная минерализация месторождений обуславливается небольшим количеством проб с высоким содержанием металла (рис. 3).

Как было показано ниже, золотоносность кварцевых жил связана с проявлением пяти продуктивных минеральных ассоциаций, различающихся по своему минералогическому составу, однако золотоносность рудных тел, вследствие наложения этих ассоциаций, существенно не различается. Обращают на себя внимание более широкие пределы колебания пара-

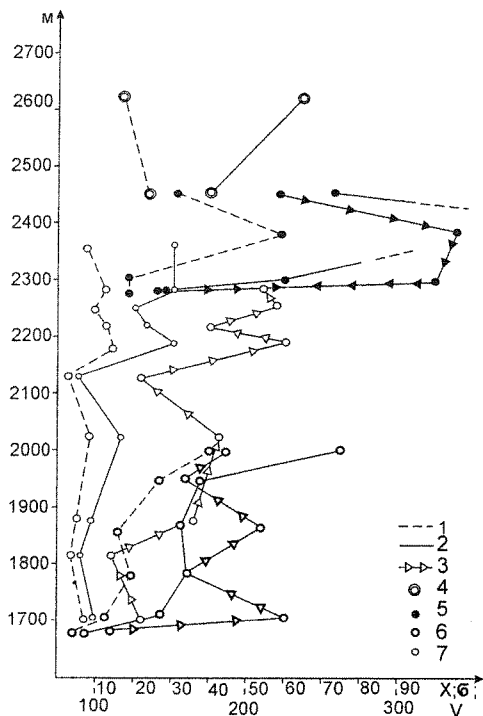


Рис. 2. Изменение параметров распределения содержания золота

1-среднее; 2- дисперсное; 3-коэффициент вариации; Месторождения: 4-Зун-Оспинское; 5-Пионерское; 6-Барун-Холбинское; 7-Зун-Холбинское

метров распределения золота в рудах Барун-Холбинского месторождения, чем в рудах Зун-Холбинского (рис. 2). Наблюдаемые закономерные изменения параметров распределения золота с глубиной, по-видимому, отражают общие закономерности изменения физико-химических параметров минералообразования.

Гранулометрический состав самородного золота

Согласно классификации Н.В.Петровской [3] золото изученных месторождений относится к мелкому (класс 0,1-0,9 мм). Среднее значение размеров золотин варьирует в пределах 0,29-0,81 мм. Золото с более крупными размерами выделений отмечается на всех месторождениях, но его доля в общей массе незначительна. Характерной особенностью гранулометрического состава золота является полимодальный характер его распределения по классам крупности. При этом четко выделяется два класса. Первый - 0,2-0,4 мм характерен для всех месторождений, за исключением Пионерского. В этот класс крупности попадает большая часть золотин (25-40%), Второй класс (0,5-0,7 мм) крупности характеризует золото Пионерского месторождения, в меньшей степени - золото Самаргинского и Барун-Холбинского месторождений (рис. 4). Для Зун-Холбинского и Ильчирского месторождений по сравнению с остальными месторождениями мода этого

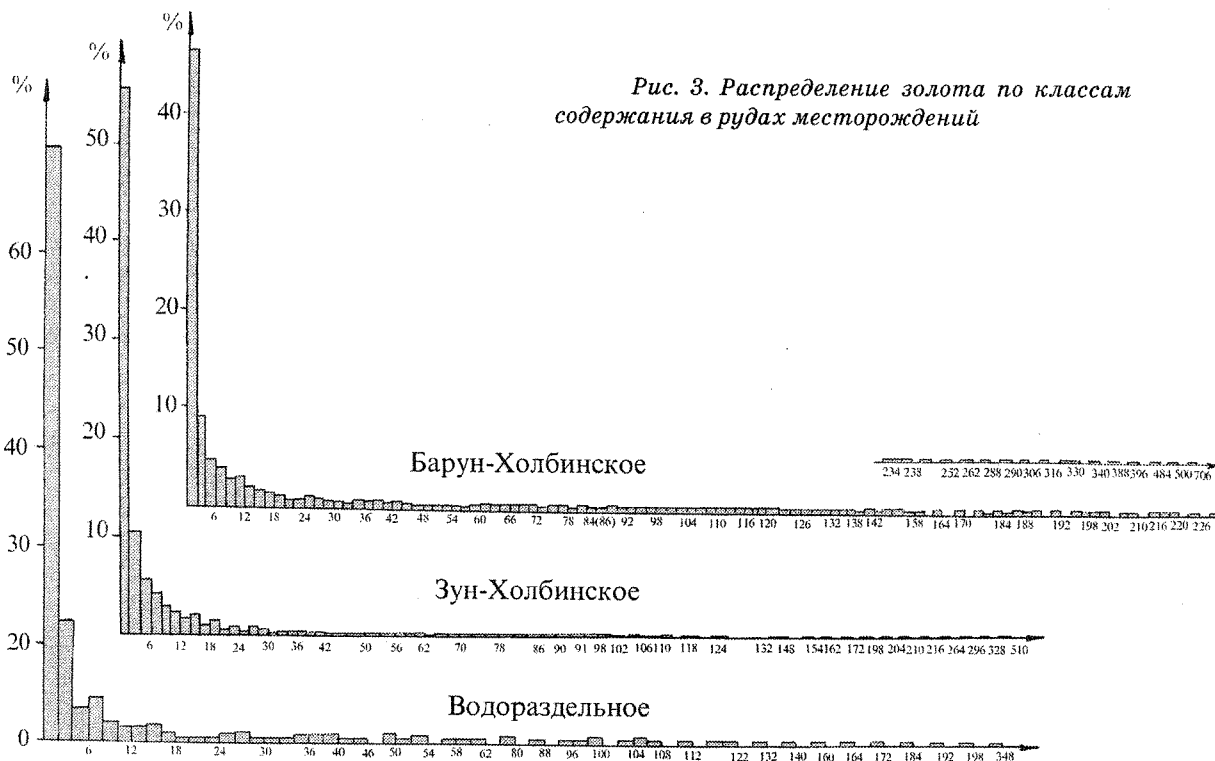


Рис. 3. Распределение золота по классам содержания в рудах месторождений

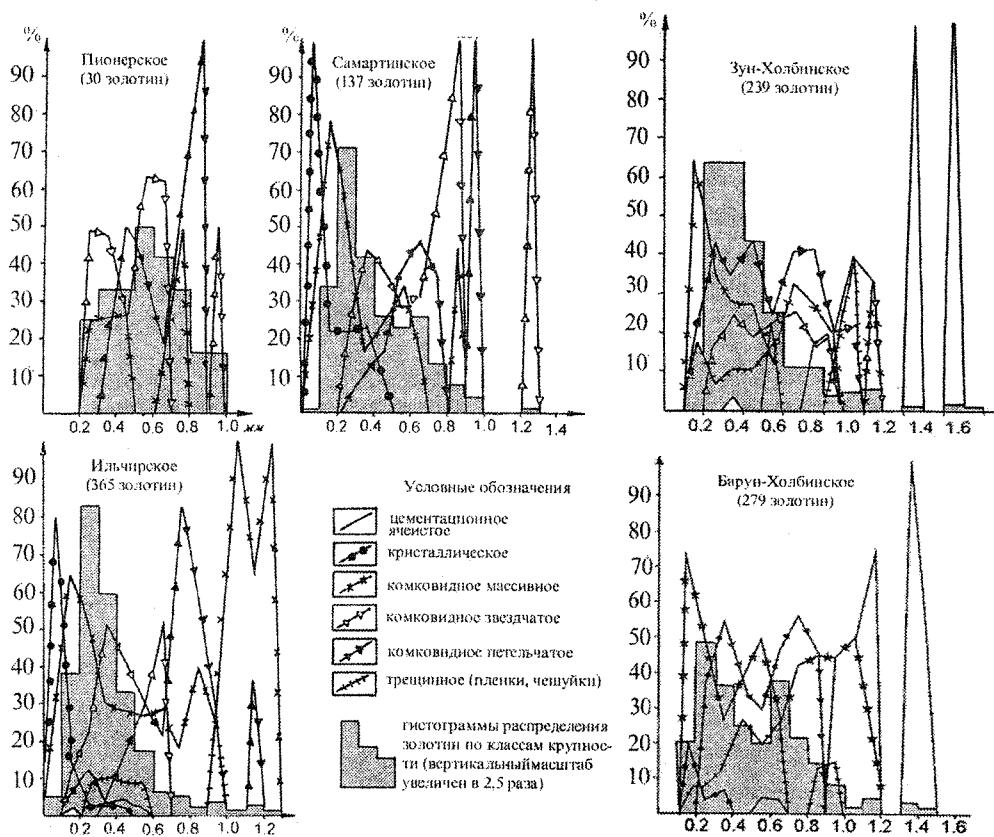


Рис. 4. Распределения морфологических типов золотин по классам крупности

класса не выявляется. Можно предполагать, что основной причиной, влияющей на полимодальность размеров зерен золота является различный состав и механические свойства пород, вмещающих рудные тела. Так, например, Зун-Холбинское и Барун-Холбинское месторождения по минеральному составу руд мало чем отличаются друг от друга, но рудные тела залегают в различных вмещающих породах: первое - в карбонатно-сланцевой толще, а второе - в гнейсо-плаггиогранитах. Для первого месторождения основная масса золота по крупности ложится в 0,2-0,4 мм, а для второго - в два класса крупности: 0,2-0,3 мм и 0,5-0,6 мм. По-видимому, в кварцевых жилах, залегающих в гнейсо-плаггиогранитах при тектонических деформациях к моменту отложения золота формировались наряду с мелкими и более крупные микрополости. Возможным подтверждением этому может служить проба, отобранная из жилы Северной -1 (Зун-Холбинское месторождение), залегающей в интрузивных породах. Для золотин из этой пробы характерно более крупные размеры (0,6 мм) по сравнению с пробами, отобранными из Доржи-Банзаровской жилы, расположенной в карбонатно-сланцевой толще.

Обращает на себя внимание резкое увеличение крупности золота в рудах галенит-теллуридной ассоциации (Пионерская группа месторождений).

Из анализа изменения крупности золота в пространстве, устанавливается увеличение размеров золотин для рудных тел, залегающих на верхних гипсометрических уровнях.

Морфологические особенности самородного золота

Морфологические особенности самородного золота для данных месторождений чрезвычайно разнообразны и в той или иной мере зависят от характера выполняемого ими пространства. По классификации Н.В.Петровской, в рудах месторождений Урик-Китойской зоны выделяются следующие морфологические типы золотин:

1. Идиоморфные: а) кристаллы, б) сростки кристаллов; в) плохо ограненные и округленные индивиды.

2. Неправильные: а) трещинные (прожилковые); б) цементационные (комковидные)

плотные, комковидные звездчатые, крючковидные-петельчатые, ячеистые)

3. Смешанные.

I. Идиоморфные формы золотин пользуются незначительным распространением. В большинстве случаев они характерны для первых двух классов крупности золотин.

а) Кристаллы золота встречаются в рудах всех месторождений, но наиболее часто они устанавливаются в галенит-тетраэдритовых и галенит-теллуридных рудах месторождений Ильчирской и Пионерской групп. Кристаллы обычно мелкие (0,02-0,2 мм), реже 0,5 мм. Большая их часть попадает в первые два класса крупности золотин. Для этих классов крупности кристаллы являются ведущим морфологическим типом (рис. 4). Кристаллы относятся к высокосимметричному гексаоктаэдрическому классу кубической сингонии, но полногранные их формы встречаются исключительно редко. Среди кристаллов выделяются изометричные, удлиненные и уплощенные формы.

Изометричные формы кристаллов в рудах месторождений сравнительно редки. Обычно это кубооктаэдры с гранями (111) и (100) размером 0,1-0,2 мм (рис. 5 б, г). Кристаллы часто находятся в сростках с золотиными неправильной комковидной или звездчатой формы. Иногда золото кристаллизуется на поверхности граней кристаллов пирита (рис. 5 е), чему способствует, по-видимому, каталитическое влияние поверхности ранее образованного минерала [3]. Очень часто встречаются кристаллы, образованные путем частичного заполнения пустот в жилах, сложенных крупнозернистым кварцем (рис. 5 б, ж), при этом преимущественное развитие получают 2-3 грани. Как показывают наблюдения, наиболее характерен данный тип золотин для руд Ильчирской и Пионерской группы месторождений.

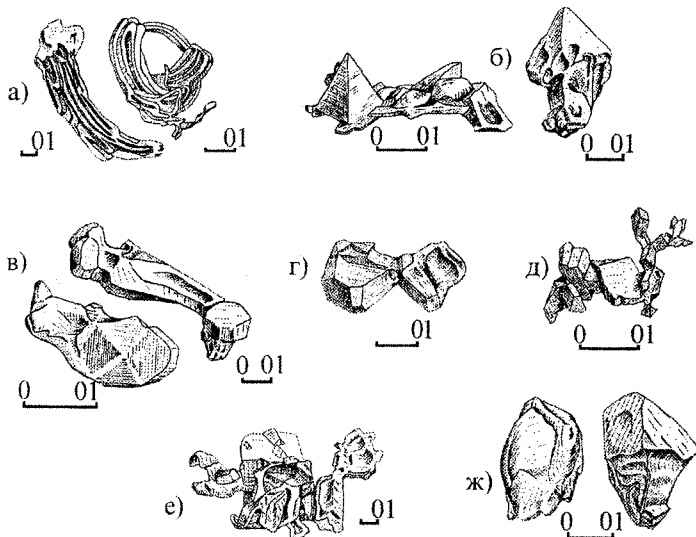


Рис. 5. Кристаллические формы золотин

а) пучковидные сростки проволоковидного золота; б) хорошо образованные кристаллические формы; в) уплощенные кристаллы псевдогексагонального облика; г) сросток двух кристаллов с развитыми гранями (111) (100) (101); д) друзовидный сросток различно ориентированных кристаллов; е) кристалл пирита, обросший золотиной сложной формы; ж) плохо ограниченные кристаллы золота

Большинство исследователей считают, что крупные хорошо ограниченные изометричные кристаллы встречаются преимущественно в областях развития среднеглубинного оруденения. В малосульфидных рудах больших глубин подобные кристаллы очень мелкие с округленными вершинами и ребрами [3].

Удлиненные кристаллы встречены в галенит-блеклорудных и галенит-теллуридных рудах Ильчирской и Пионерской групп месторождений. Этот вид кристаллов представлен пучковидными сростками проволочек золота, реже лентовидными кристаллами (рис. 5 а). В мелких друзовых пустотах в кварце Пионерской группы месторождений отмечаются вытянутые проволоковидные кристаллы. Размеры индивидов колеблются от 0,15 до 0,3 мм. Развитие подобных форм характерно только для средне-глубинных и малоглубинных месторождений [3].

Уплощенные кристаллы золота отмечаются в рудах Барун-Холбинского и Ильчирского месторождений. Обычно они имеют псевдогексагональный облик (рис. 5 в), что связано с двойникованием по (111) и укорочением кристаллов перпендикулярно плоскости двойникования, при этом грани (111) приобретают наибольшую площадь [3]. Размеры золотин данной морфологии редко превышают 0,1 мм.

б) Сростки кристаллов наиболее распространены в жилах Пионерской группы место-

рождений, где они представлены друзовидными агрегатами различно ориентированных изометричных кристаллов золота (рис. 5 д). Размер подобных сростков в отдельных случаях достигает 0,7 мм по удлинению. Отмечаются они и в кварцевых жилах Барун-Холбинского месторождения. К сросткам можно отнести и ранее описанные золотины, представленные пучками проволочковидных кристаллов золота.

в) Плохо ограненные и округленные кристаллы составляют подавляющее большинство золотинок первого класса крупности Пионерской группы месторождений. Несколько меньше их в том же классе крупности в рудах Ильчирской группы и других месторождениях (рис. 5 ж). Одной из причин формирования округлых морфологических разновидностей может быть растворение кристаллов золота или развитие множества других граней, в связи с чем вершины кристаллов притупляются.

По мнению Н.В.Петровской, в кварцах и сопровождающих их сульфидах, отложенных в условиях средних глубин, золотины редко бывают несовершенной формы, но такие формы характерны для золота сростающегося с сульфидами поздних генераций (сфалерит-галенитовые, пирит-халькопиритовые). Наличие хорошо образованных кристаллов (особенно их скоплений), в целом, может быть показателем проявления поздней продуктивной стадии рудообразования или наличия относительно богатых рудных столбов и проявления интравудной перегруппировки вещества. Распространенность проволочных и волосовидных форм может рассматриваться как признак существенной роли газовой среды в процессе кристаллизации золота при резком падении давления [3].

2. Неправильные выделения золотинок являются наиболее распространенными, а их форма зависит от форм пустот заполнения.

а) Трещинные (прожилковые) наиболее характерны для руд Зун-Холбинского и Барун-Холбинского месторождений, в которых они составляют соответственно 15,4 и 14,0% от общего количества золотинок. В соответствии с классификацией Н.В.Петровской, в исследуемых пробах золотинок преобладают пленки толщиной 0,1 мм и чешуйки (0,1-0,2 мм). Величина их в поперечнике на всех месторождениях варьирует в пределах 0,1-0,6 мм, редко достигая 1,0 мм. Значительно реже встречаются лентовидные вытянутые золотины с коэффициентом удлинения 2-3. Контур краев золотинок округлые, слегка извилистые; изгибы отражают формы неровностей стенок трещин и часто носят ступенчатый характер (рис. 6 г), Пленки имеют более сложные очертания и часто несут на себе отпечатки граней кристаллов пирита и кварца (рис. 6 в, г). По Н.В.Петровской, трещинные золотины преобладают в глубинных месторождениях с малосульфидной формацией руд [3].

б) Цементационные выделения золота в брекчиях и на пересечениях трещин имеют угловатые формы, повторяющие формы межобломочных полостей. Отсутствие уплощенности и сложные разветвленные формы отличают рассматриваемые золотины от простых трещинных. Согласно классификации Н.В.Петровской, выделяются следующие разновидности цементационных форм золотинок, которые выявлены в рудах изученных месторождений: комковидные плотные, комковидные звездчатые, крючковидно-петельчатые, ячеистые.

Комковидные плотные золотины имеют плотную центральную часть, от которой в разные стороны отходят угловатые выступы (рис. 7 а, б), Размер золотинок колеблется в широких пределах (0,1-1,5 мм) Наибольшим распространением комковидные золотины пользуются в рудах Барун-Холбинской и Пионерской группы месторождений.

Комковидные звездчатые (паукообразные) отличаются от вышеописанных наличием быстро выклинивающихся ответвлений, размеры которых варьируют в зависимости от величины золотинок и

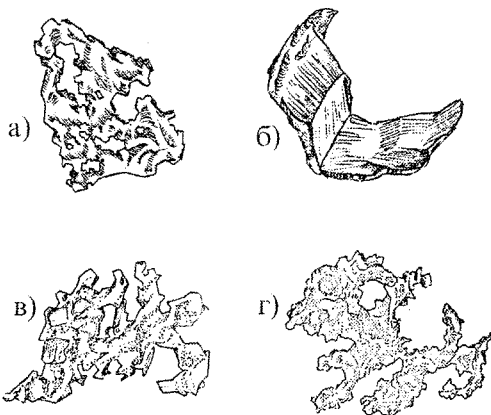


Рис. 6 Неправильные выделения золотинок

а) пленка золота сложной формы; б) чешуйка золота, приуроченная к месту пересечения трещин; в) прожилковое выделение золота сложной формы; г) цементационное ячеистое выделение золота с отпечатками кристаллов кварца

структуры вмещающих агрегатов (рис. 8 а). Апофизы обычно располагаются вдоль трещин в катаклазированном кварце. Наряду с остро выклинивающимися ответвлениями, встречаются тупые, как бы обрывающиеся выступы (рис. 8 б). Золотины подобной морфологии встречаются на всех месторождениях и часто являются ведущими для многих проб. Процентное содержание звездчатых золотины в рудах Пионерской группы месторождений несколько выше, чем для остальных.

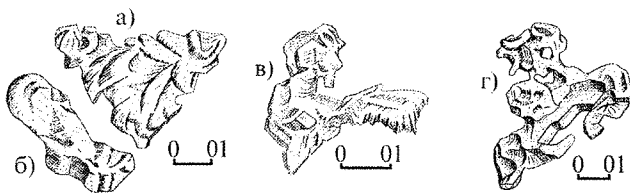


Рис. 7. Цементационные формы золотины

а) комковидная плотная золотины с угловатыми очертаниями; б) комковидная плотная золотины; в) комковидная звездчатая золотины с неправильными, резко выклинивающимися отверстиями; г) крючково-петельчатая золотины

Крючково-петельчатые золотины встречаются на всех месторождениях. Они характеризуются преобладанием в сростках тонких прожилков и ответвлений с комковидными раздувами (рис. 7 г). Их содержание обычно возрастает с увеличением размеров частиц. В последних классах крупности данный вид золотины сменяет звездчатые.

Ячеистые выделения золота представляют собой сростки мелких ксеноморфных частиц золота, между которыми заключены зерна минералов. Каждый из фрагментов сростка обладает морфологическими особенностями, присущими трещинным золотинам. Поверхность зо-

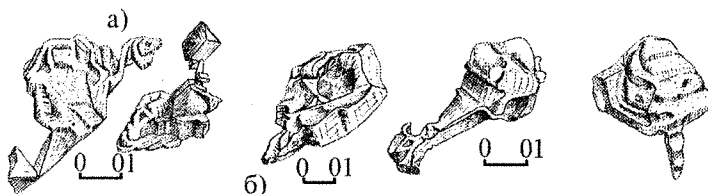


Рис. 8. Смешанные формы золотины

а) сростки комковидных плотных золотины с кристаллическими выделениями золота; б) комковидные золотины с ответвлениями различной величины и формы

лотин неровная, ямчатая с наличием многочисленных ответвлений, которые в отличие от комковидных, тоньше и длиннее. Утолщения в центральных частях золотины наблюдаются не всегда (рис. 8 г). С увеличением размеров золотины их доля в классах крупности резко возрастает и среди золотины крупностью 1,3 мм других разновидностей, кроме ячеистых, не встречается. Сказанное справедливо для руд Зун-Холбинского и Барун-Холбинского месторождений, в рудах которых для ячеистого золота характерен сильный разброс размеров золотины (до 2,9 мм).

3. Смешанные выделения золотины отмечаются в рудах всех месторождений. Они характеризуются тем, что в одной золотины можно обнаружить несколько вышеописанных морфологических разновидностей. Иногда золотины несут на себе следы отпечатков зерен кварца, карбонатов и сульфидов (рис. 9 б, в). Нередко на золотины наблюдаются фигуры роста, подчеркнутые комбинационной штриховкой и послынным нарастанием граней, что обуславливает их ребристо-пластинчатые и пластинчато-ступенчатые формы (рис. 9 а). Очевидно, эти морфологические разновидности золотины указывают на рост их в относительно свободных условиях [3].

При анализе распределения отдельных морфологических разновидностей золота в рудах устанавливаются следующие особенности: количество кристаллического, комковидного, звездчатого золота постепенно увеличивается от пирит-халькопирит-сфалерит-галенитовой минеральной ассоциации к галенит-тетраэдритовой и галенит-теллуридной. Для трещинного, ячеистого золота наблюдается обратная картина (рис. 10). Их содержание уменьшается в галенит-тетраэдритовых и пирит-халькопирит-сфалерит-галенитовых рудах. Характерным является также приуроченность отдельных морфологических типов золотины к определенным классам крупности золота: комковидные плотные золотины на всех месторождениях преобладают в классе крупности 0,1-0,2 мм, но для некоторых месторождений эта разновидность является ведущим типом в классе 0,5-0,6 мм и 0,9-1,3 мм; звездчатые - характерны для клас-

сов крупности 0,5-0,6 мм и 0,7-0,8 и 1,2-1,3 мм, и отмечаются в рудах Ильчирского и Пионерского месторождений, Петельчатое золото распространено на всех месторождениях в классе 0,2-0,4 мм, 0,7-0,9 мм. В более мелких классах петельчатое золото преобладает только на Зун-Холбинском и Барун-Холбинском месторождениях. Ячейчатая разновидность золота преобладает в классах большей крупности (1,4мм) и распространена на Зун-Холбинском и Барун-

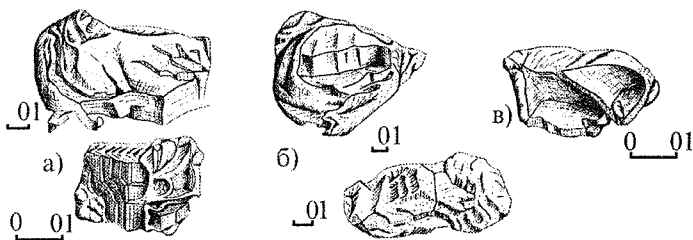


Рис. 9. Комковидные золотины

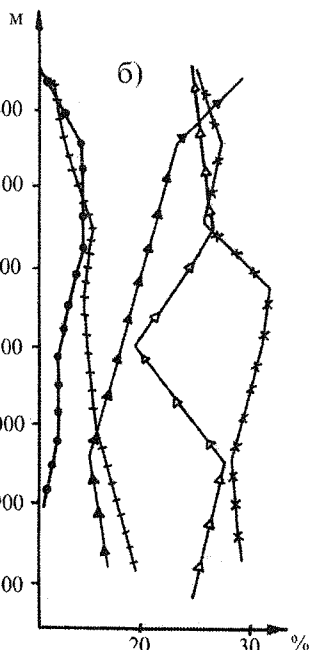
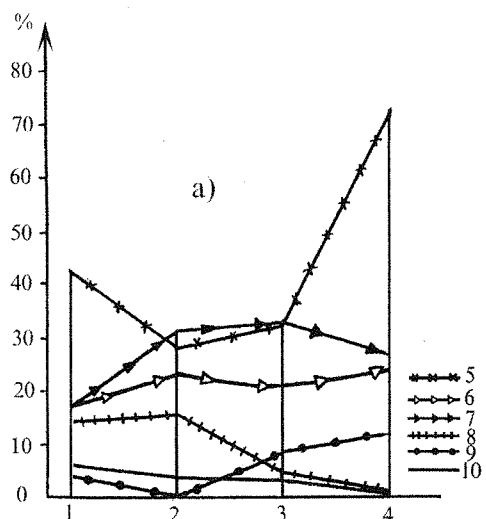
а) фигуры роста на поверхности золотинок комковидной и кристаллической формы; б) комковидные золотины с отпечатками кристаллов кварца; в) комковидная золотины с отпечатками кристаллов сульфидов

Холбинском месторождениях (рис. 4). Закономерные изменения в содержании отдельных морфологических разновидностей золота в рудах проявляются в зависимости от глубины эрозионного среза. С уменьшением абсолютных отметок содержание петельчатого, комковидно-плотного, звездчатого золота также уменьшается, а содержание трещинного золота увеличивается. Увеличивается содержание кристаллического золота, но это увеличение устанавливается только до горизонта 2300 м. Выше горизонта 2300 м количество кристаллического золота уменьшается (рис. 10).

Химический состав самородного золота

Химический состав самородного золота определялся микрорентгеноспектральным (МРСА), лазерным микроспектральным (ЛМА), атомно-абсорбционным (ААА) и рентгенофлуоресцентным (РФА) методами. Сопоставляя результаты определения этими методами, следует отметить, что микрорентгеноспектральный анализ дает более низкие значения пробы золота, чем атомно-абсорбционный анализ, но общие закономерности изменения пробы для одних и тех же золоторудных объектов сохраняются. Результаты определения пробы золота (табл. 1; рис. 11-13) показывают, что выделенные разновидности золота существенно разли-

Рис. 10. Изменение морфологических типов золотинок: а) для месторождений; б) от глубины эрозионного среза



Месторождения

- 1- Барун-Холбинское;
- 2- Зун-Холбинское;
- 3- Ильчирское;
- 4- Пионерское;

Типы золотинок:

- 5- массивное;
- 6- звездчатое;
- 7- петельчатое;
- 8- трещинное;
- 9- кристаллическое;
- 10- ячейчатое

чаются друг от друга по составу.

Бледно-желтое золото, по классификации Н.В.Петровской, относится к низкопробному. Проба желтого золота варьирует в более широких пределах: от относительно низкопробного (710-785) для Барун-Холбинской и Ильчирской групп месторождений к умеренно-высокопробному (850-850) для Зун-Холбинского месторождения до высокопробного (910-950) и весьма высокопробного (950-985) Пионерской и Зун-Оспинской групп месторождений. Распределение золота по классам пробности (ААА – 82 пробы; МРСА – 97 проб) для месторождений Урик-Китойской зоны следующее:

	Проба	ААА	МРСА
а) весьма высокопробное	(998-951)	6.0%	3.7%
б) высокопробное	(950-900)	15.8%	17.8%
в) умеренновысокопробное	(899-800)	31.2%	8.0%
г) относительно низкопробное	(799-700)	33.6%	23.2%
д) низкопробное	(699-600)	10%	24.2%
е) весьма низкопробное	(<600)	3.0%	23.0%

В целом же, для месторождений характерно относительно низкопробное золото.

По данным табл.1. построена гистограмма частоты встречаемости золота различной пробы. По данным атомно-абсорбционного метода четко выделяются пики умеренновысокопробного (800-840) и низкопробного (600-620) золота. Результаты электронно зондового микрорентгеноспектрального анализа позволяют выделить три пика пробы золота: 560-600; 760-800 и 920-960 (рис. 11). Из сравнения гистограмм пробности золота изученных месторождений с гистограммами, приводимыми Н.В. Петровской для глубинных, средне глубинных и малоглубинных месторождений, устанавливается близость месторождений Урик-Китойской зоны к среднеглубинным месторождениям. Обращает на себя внимание зависимость пробы золота от типа руд. Наибольшие ее значения характерны для пирит-кварцевой с наложенной галенит-теллуридной минерализацией, а самая низкая проба золота отмечается в нескольких пробах из руд пирит-халькопирит-сфалерит-галенитового типа Зун-Холбинского и Барун-Холбинского месторождений. Анализируя изменения пробы в рудах отдельных месторождений (рис. 13), следует отметить весьма значительные ее вариации на верхних гипсометрических уровнях для руд Зун-Холбинского (2200-2250 м.), Ильчирского (2280-2300 м.) и Динамитного (2150 м.) месторождений.

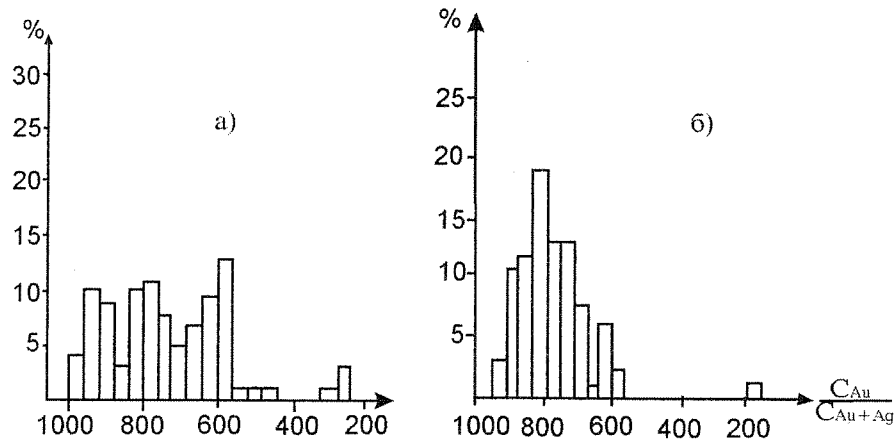


Рис. 11. Гистограммы химического состава самородного золота месторождений Урик-Китойской зоны

Анализы: А – микрорентгеноспектральный (97 пробы);
 Б – атомно-абсорбционной (82 пробы)

Закономерное изменение пробы золота наблюдается в вертикальном разрезе оруденения. Для Зун-Холбинского месторождения отмечается тенденция уменьшения пробности золота от горизонта 2290 м (где проба золота составляет по данным РФА анализа 850-870) до горизонта 1740 м, где проба золота 450-500. В рудах Барун-Холбинского месторождения пробность золота с глубиной увеличивается (рис. 12).

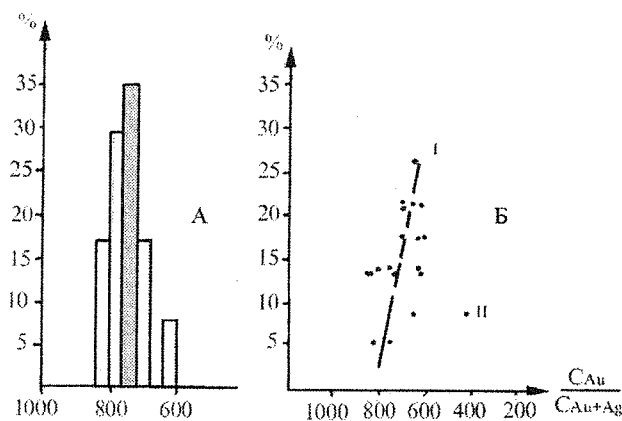


Рис. 12. Химический состав самородного золота Барун-Холбинского месторождения

маленькую в близкоповерхностных условиях [3]. Однако, некоторые золоторудные месторождения Урик-Китойской зоны, характеризующиеся сходной геологической обстановкой и близким минеральным составом, содержат золото разной пробы, что трудно объяснить с позиции разноглубинности формирования месторождений.

Изменение состава золота с глубиной в сторону уменьшения или увеличения его пробы характерно не только для изученных месторождений. Уменьшение пробы золота отмечалось И.С.Рожковым для месторождений Талалах и Утинское Верхне-Индибирского района. В Верхне-Селемджинском районе В.Г.Моисеенко отмечает уменьшение пробы и крупности золота с глубиной почти во всех месторождениях. Он считает, что изменение пробы с глубиной находится в обратной зависимости от давления при минералообразовании. Уменьшение последнего в верхних частях рудных тел ведет к увеличению пробы золота [3]. Поэтому, причины, определяющие локальные изменения пробы золота, по-видимому, более разнооб-

В целом, для месторождений Урик-Китойской зоны эта закономерность проявляется в виде постепенного увеличения пробы золота от горизонта 2100 м как по восстанию, так и по падению рудных тел. Причем, выше этого горизонта увеличение пробы более резкое по сравнению с нижней частью разреза (рис. 13).

Основной причиной, определяющей широкие вариации содержания серебра в самородном золоте, является, как считает Н.В.Петровская, формационная принадлежность месторождений: наиболее высокую пробу золото имеет в рудных телах, сформировавшихся на больших глубинах, а мини-

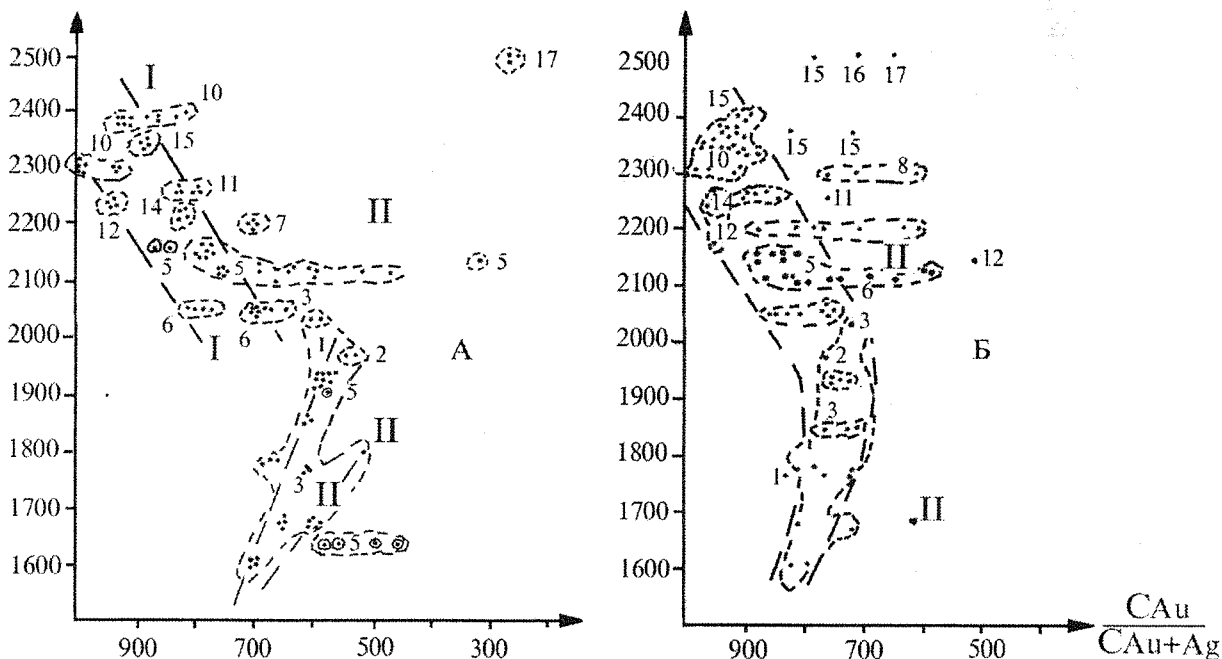


Рис. 13. Изменение химического состава золота с глубиной.

Анализы: А - микрорентгеноспектральный; Б - атомно-абсорбционный

Месторождения: 2 - Водораздельное; 3 - Барун-Холбинское; 4 - Сумсу-Нурское; 5 - Зун-Холбинское; 6 - Динамитное; 7 - Ильчирское; 8 - Зеленое; 9 - Ключ Золотой; 10 - Пионерское; 11 - Гранитное; 12 - Самартинское; 14 - Озерное; 15 - Сфалеритовое; 16 - Штокверковое; 17 - Зун-Оспинское.

**Состав самородного золота месторождений
Урик-Китойской зоны**

№/№	№№ пробы	Месторождение (рудопроявление)	Абс. отм., (м)	МРСА* «Камека»		ЛМА-10**				ААА***	Минеральная ассоциация
				Au	Ag	Zn	Pb	Cu	Hg	Au	
		Зун-Холбинское									
1	5022	ж. Доржи-Банзаровская	2255	788	212	-	0.03	0.003		850	Пирит - халькопирит - сфалерит - галенитовая
2				788	211					880	
3				792	207						
4				795	204						
5	5018	-/-	2255	788	212		0.03	0.001		840	
6				693	307		0.3	0.001		837	
7				698	302					810	
8				781	219					810	
9	5511	-/-	2255	764	236		0.3	0.003		840	
10				760	240		0.1			880	
11				782	217						
12	шт.3	Отвал шт. №3	2220	756	244		0.03	0.001		690	
13				739	260						
14				743	257						
15	5028 б	-/-	2220	605	395		0.1	0.001		590	
16	5028 б-I	-/-		750	250						
17	5028 б-I	-/-		751	249		0.03	0.003		830,820	
18	5028 б-II	-/-		501	499		0.3	0.01		600	
19				311	689					640	
20				470	530						
21	шт.3-II	-/-		635	365					750,740	
22	5613	ж. Северная - I	2212	599	412		0.3	0.001		790,812	
23				581	419						
24				678	322						
		Барун-Холбинское									
26	5154	ж. Дальняя	2000- 2050	589	411		0.1	0.001		710,756	
27				585	415		0.5	0.003			
28				568	432						
29				582	418						
30	5154 а	-/-	-/-	592	408	0.05	0.3	0.003		730,756	
31				592	408						
32				591	409						
33				585	415						
34	5136	-/-	1705	702	298		0.3	0.003		780,820	
35				702	297						
36				707	293						
37				704	296						
38	5164	Горизонт шт. №1	1780	602	398		0.3	0.001		730,615	
39				658	342						
40				659	314						
41				663*	337						
42				599	401						
43				660	339						
44	5649	Ю-В апофиза	2135	599	401		0.1			730	
45				607	393						
46	5687	ж. Новая	1880	665	335					780,812	
	5688	-/-	1875							720,830	
48	5687 ж.	-/-	-/-	679	312		0.5	0.001			
49				685	315						
50				527	473						
51	6532	Отвал шт. №5	1950	603	397		0.5	0.003		720,762	
52				598	402						
53				603	397						

продолжение таблицы 1

54	6532 а	-/-	-/-	600	400					710
55	6563	-/-	1870	607	393		0.1	0.005		710,768
56				625	375					
5				628	372					
75	5187	Водоаздельное	2072	544	456		0.3	0.003		950,760
8				536	464					
59	1889	Динамитное	2150	701	299		0.05	0.003		770,762
60				699	301					825,808
61	1890	-/-	2150	792	208	0.05	0.1	0.001		780,860
6				697	303					831
63				694	306					
64				678	322					
65	1890 а	-/-	2150	687	313	0.05	0.3	0.01		770
66				643	357					
67				807	193					
68	1729 б	Ильчирское	2300	707	293		0.1			785,880
69				702	298					770,815
70				693	307					710
71				697	303					760,615,636
72	1882	Зеленое								710
73	1883	-/-								760
74	1883 А	-/-								615
75	К-456	Озерное	2300-2350	813	187		0.5	0.03		840,954
76				811	189					906,900
77	636 А	-/-		827	172					900
78				832	168					
79	1785	Гранитное	365	803	197	0.05	0.5	0.003		860
80				794	206					
81				791	209					
82	1772	-/-	2360	824	176		0.05	0.005		886
83				827	173					
84				833	177					
85		Пионерское								
86	593+10	Ж-12	2405	997	003		0.1	0.003		927,985
87				996	004					916,946
88				991	009					995
89				989	011					
90	1060	-/-	2400	936	064		0.3	0.1		
91				936	064					
92	1532	-/-	2480	934	066		0.1	0.001		946,940
93				933	067		0.3	0.003		
94				933	067					
95				935	065					
96	8-1031	-/-		855	145		0.3	0.003		895
97				911	09					
98				837	163		0.3	0.003		895
99				908	092					
100	1529 а	-/-	2475	919	081		0.03	0.001		942
101				706	294					
102	1833	Самаргинское	2340	937	063	0.03	0.3	0.005		965,950
103				948	052					
104				951	049					
105				936	064					
106	6654	Зун-Оспинское	2600	258	742		0.1	0.001		
107				262	738					200
108				261	739					
109	Д-2 а	-/-	2600							655
110	1716	Сфалеритовое	2445	880	120	0.5	0.1	0.005		
111				886	114	0.1	0.3	0.005		910
112				887	113					913,916,935
113				888	112					

* - МРСА – микрорентгеноспектральный анализ; ** - ЛМА-10 – лазерный микроспектральный анализ, *** - АЛЛ – атомно-абсорбционный анализ

разны. Общим является повышение пробы золота в пределах богатых рудных столбов и в участках, где его концентрация связана с процессами эндогенной перегруппировки рудного вещества. Многие исследователи отмечают тенденцию очищения золота от серебра на поздних стадиях процесса.

Можно полагать, что одной из существенных причин высокой пробы золота в рудах Пионерской группы месторождений явилась низкая концентрация серебра и более высокое содержание (по сравнению с другими месторождениями) теллура. Так, по данным К.П.Лаврова, содержание теллура в рудах ж.12 Пионерского месторождения составляет 0,07%, а отношение Au : Ag- I: 2. При изучении теллуровой минерализации установлено широкое развитие теллуридов свинца, висмута, серебра или серебра и золота (вместе), в то же время как собственные теллуриды золота не обнаружены при значительной концентрации последнего. Это может указывать лишь на то, что степень сродства свинца, висмута и серебра к теллуру больше, чем у золота. Подобный вывод подтверждается данными других исследователей [4,5]. Очевидно, большая часть серебра взаимодействовало с теллуrom, образуя самостоятельные минералы, и в только незначительная часть серебра вошла в состав самородного золота. Высокая проба золота характерна для многих месторождений с теллуровой минерализацией [6].

Заключение

Приведенные данные показывают, что типоморфные особенности самородного золота месторождений Урик-Китойской зоны достаточно разнообразны и характеризуются весьма широким диапазоном изменчивости как морфологических свойств, так и химического состава. Подобная изменчивость обусловлена несомненно влиянием многих факторов, роль которых не может быть в настоящее время правильно оценена, т.к. не выяснены окончательно основные вопросы генезиса этих месторождений.

Список литературы

1. Миронов А.Г., Роцектаев П.А. и др. //Месторождения Забайкалья. Том I. Книга 2. – Чита: 1995, - с.- 56-66 .
2. Кныш С.К. //Рудные формации и месторождения Сибири.- Томск: ТГУ, 1979, -с. 83-87.
3. Петровская Н.В. Самородное золото. – М: Недра, 1973. – 347 с.
4. Ли АФ. // Зап. ВМО. – 1957, сер: 2, Вып. 1, -с. 40-42.
5. Спиридонов Э.М. и др. //Геология рудных месторождений. – 1974, т. XVI, № 1, - с. 54-65.
6. Вейн Б.И. и др. // Минералогия и геохимия Центрального Казахстана и Алтая. – Алма-Ата: Недра, 1971. – с. 16-34.

TYPOMORPHIC FEATURES OF NATIVE GOLD FROM DEPOSITS SET WITLIN YRIK-KITOYSK ZONE (E. SAYAN)

S.K. Knysh

Analytical results characterizing morphology, granulometric and chemical composition of native gold from deposits set witlin Caledonian structures influenced by repeated tectonic and magmatic activation are presented. Temporal and spatial Regular variations in typomorphic features of gold at gold ore deposits have been fixed.