

Типоморфные признаки самородного золота Учуйского рудного узла (Адыча-Тарынская зона, республика Саха (Якутия))

Исследованы типоморфные признаки самородного золота трёх рудных полей Учуйского рудного узла: Учуйское, Ган-Андреевское и Луч. Полученные данные (форма золотин, их состав и внутреннее строение, характер поверхности) показывают полистадийность процесса рудоотложения вблизи гранитного массива в зоне тектонической активности и дальнейшее преобразование золота под действием высоких температур в результате гидротермально-метасоматических преобразований.

Ключевые слова: Учуйский рудный узел, самородное золото, типоморфизм, внутреннее строение.

БОНДАРЕНКО НИКОЛАЙ ВИКТОРОВИЧ, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий отделом¹, nicolasbond@yandex.ru

ШАТИЛОВА ЛЮДМИЛА ВИКТОРОВНА, старший научный сотрудник¹, shatilova@tsnigri.ru

ПОЗДНЯКОВА НАТАЛЬЯ НИКОЛАЕВНА, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник¹, natali-silver@bk.ru

КОВАЛЬЧУК ЕЛЕНА ВЛАДИМИРОВНА, младший научный сотрудник², elena7kovalchuk@gmail.com

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центральный научно-исследовательский геолого-разведочный институт цветных и благородных металлов» (ФГБУ «ЦНИГРИ»), г. Москва

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН), г. Москва

Typomorphic features of native gold within the Uchuysky ore node (Adycha-Taryn zone, Republic of Sakha (Yakutia))

N. V. BONDARENKO¹, L. V. SHATILOVA¹, N. N. POZDNYAKOVA¹, E. V. KOVALCHUK²

¹ Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals (TsNIGRI), Moscow

² Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry (IGEM RAS), Moscow

This work presents the study of typomorphic features of native gold from three ore fields within the Uchuysky ore node: Uchuyskoye, Gan-Andreevskoye and Luch. The obtained data (the gold particle shapes, composition and internal structure, the nature of the surface) show the multi-stage process of ore deposition near the granite massif in the tectonically active zone and further transformations of native gold under the influence of high-temperature hydrothermal-metasomatic processes.

Key words: Uchuysky ore node, native gold, typomorphism, internal structure.

В региональном плане Учуйский рудный узел расположен в пределах центральной (Джолокагской) части Адычанской золотоносной зоны, входящей в состав Верхояно-Колымской металлогенической провинции (рис. 1). Джолокагский сегмент золотоносной

зоны охватывает юго-восточный фланг Куларо-Нерского черносланцевого пояса, область его сочленения с Новолучинским тектоно-магматическим рядом, а также фронтальную часть Чакры-Индигирского надвига.

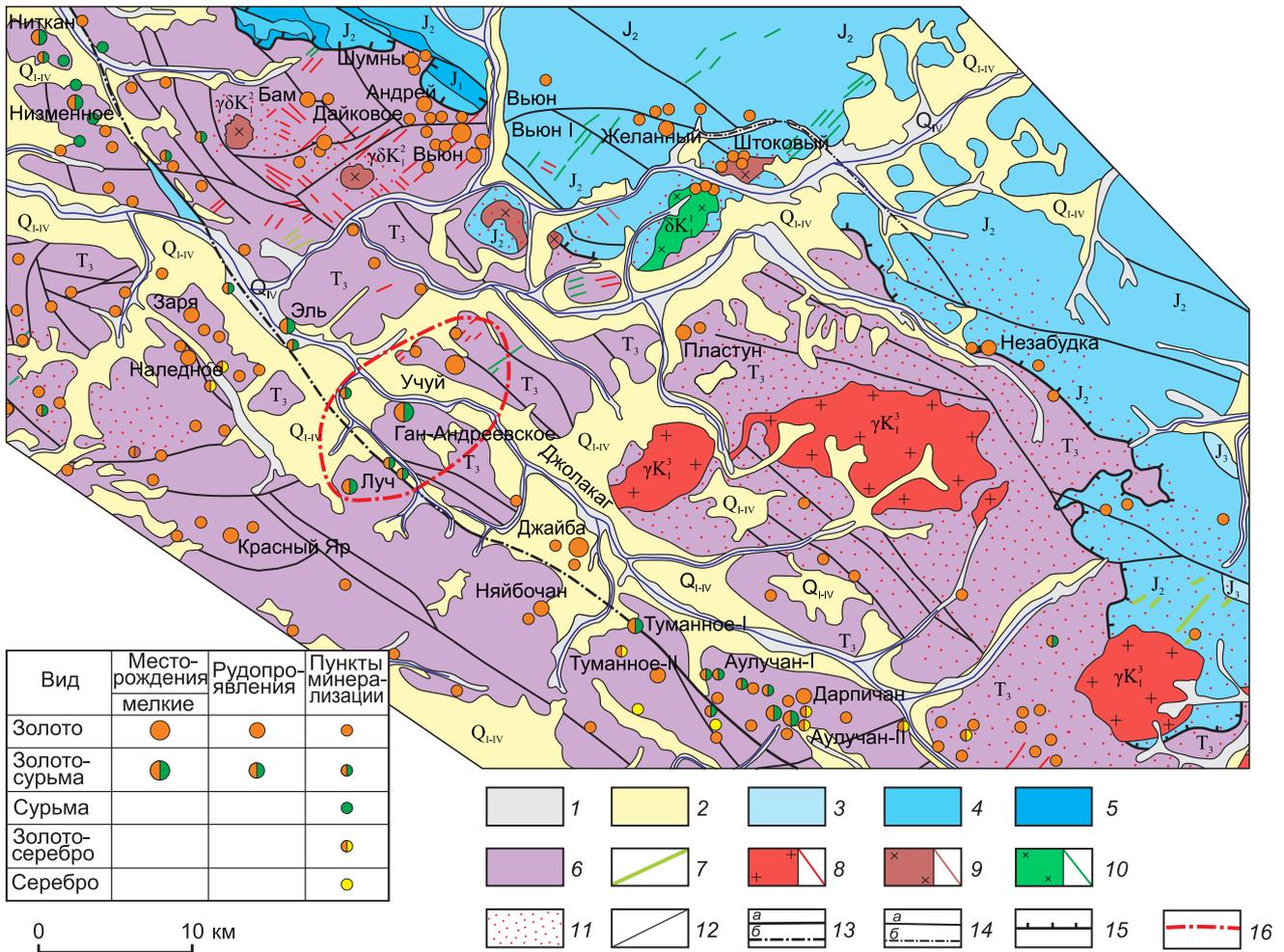


Рис. 1. Геологическая карта с данными по полезным ископаемым Дзжолакагского сегмента Адычанской золотоносной зоны. По Вишнеvesкому, 1984 г., с дополнениями:

1 – голоцен, современное звено, Q_{IV} , аллювиальные отложения пойм и русел водотоков (галечники с валунами, песок, гравий, щебень); 2 – плейстоцен–зоплейстоцен, Q_{I-IV} , аллювиальные отложения надпойменных террас (галечники с валунами, песок, гравий, щебень), пролювиальные и делювиально-солифлюкционные отложения (супесь с щебнем и глыбами, озёрно-болотные отложения: супеси, суглинки, илы, торфяники), эоплейстоцен – аллювиальные отложения погребённых речных врезов и нижних частей разрезов внутригорных впадин (галечники с валунами, супеси, пески гравий, щебни); 3–5 – юрская система: 3 – верхний отдел, J_3 , ярусы: киммериджский (песчаники с пластами алевролитов и аргиллитов, линзы конгломератов), оксфордский (песчаники с пачками переслаивания алевролитов и аргиллитов), 4 – средний отдел, J_2 , ярусы: келловейский (песчаники с пластами алевролитов и прослоями аргиллитов), батский (песчаники с пластами алевролитов и аргиллитов), байосский (песчаники и алевролиты с пластами аргиллитов), 5 – нижний отдел, J_1 (алевролиты, аргиллиты, редкие прослои песчаников); 6 – триасовая система, верхний отдел, норийский ярус, T_3 , (алевролиты, аргиллиты, прослои песчаников с линзами конгломератов и гравелитов); 7 – поздне-меловые интрузивные образования, габбро-монцит-сиенитовый комплекс (дайки лампрофиров, χ); 8–10 – раннемеловые интрузивные образования: 8 – диорит-гранодиорит-гранитный комплекс, третья фаза (биотитовые, амфибол-биотитовые граниты, γ , лейкограниты, $\lambda\gamma$), 9 – раннемеловые интрузивные образования, диорит-гранодиорит-гранитный комплекс, вторая фаза (биотит-амфиболовые гранодиориты, $\gamma\delta$, дайки лейкогранитов, $\gamma\delta\lambda$), 10 – диорит-гранодиорит-гранитный комплекс, первая фаза: амфиболовые диориты, δ , дайки кварцевых диоритов $q\delta\lambda$); 11 – контактовые роговики амфибол-роговиковой и биотит-роговиковой фаций; 12 – геологические границы; разрывные нарушения: 13 – главные: а – достоверные, б – скрытые под кайнозойскими отложениями и 14 – второстепенные: а – достоверные, б – скрытые под кайнозойскими отложениями; 15 – граница Чакры-Индибирского надвига; 16 – контур Учуйского рудного узла

В целом размещение оруденения на данной территории имеет линейно-узловой характер. Линейность обусловлена продольной ориентировкой главных складчатых и разрывных структур. Подавляющее большинство рудных объектов, независимо от их формационной принадлежности, приурочено к продольным тектоническим нарушениям, разграничивающим складчатые сооружения и структурно-фациальные зоны. Узловой характер размещения оруденения вызван влиянием поперечных, реже дугообразных тектонических разломов северо-восточного простирания.

В геологическом строении рудного узла участвуют терригенные отложения норийского возраста, представленные алевритами, в меньшей степени аргиллитами и пластами песчаников. Породы терригенно-осадочной толщи преобразованы в условиях кремнисто-серицит-хлоритовой фации позднего метагенеза, а на юго-восточном и северо-западном флангах они претерпели метаморфические изменения хлорит-серицит-мусковитовой фации термальных куполов [1].

В пределах рудного узла, по работам предшественников, установлены малые месторождения и рудопроявления золото-кварц-малосульфидной, золото-сурьмяной и золото-сульфидной формации. Формационные типы руд могут пространственно совмещаться (как на рудопроявлении Ган-Андреевское) или быть разобщены (рудное поле Учуйское).

Так, для рудного поля Учуйское характерно развитие арсенопирит-пиритового типа руд золото-кварц-малосульфидной формации, для рудного поля Ган-Андреевское – золото-кварц-антимонитового и золото-антимонитового типов руд золото-сурьмяной формации, пространственно совмещённых с рудами золото-сульфидной формации золото-пирит-арсенопиритового типа. В пределах рудного поля Луч оруденение золото-кварц-малосульфидного типа пространственно совмещается с рудами золото-сульфидной формации сульфидизированных песчаников.

Для изучения типоморфных признаков золота были выделены монофракции из минералогических проб, отобранных с известных рудных объектов Учуйского рудного узла. Исследования включали изучение форм и рельефа поверхности, определение химического состава отдельных золотин и их внутреннего строения. Распределение содержаний Au и Ag в отдельных золотинах и установление набора и концентрации второстепенных элементов-примесей в них определялись при помощи рентгеноспектрального микроанализа (РСМА) в ИГЕМ РАН (г. Москва) по нескольким точкам на каждой частице. Для изучения внутреннего строения золота на тех же репликах проведено многократное структурное травление раство-

ром $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$. В реагенте HCl играет роль сильного окислителя, а CrO_3 является комплексообразователем, который необходим для подавления реакции восстановления окисленного в процессе травления золота.

Размеры самородного золота. Изучение крупности золота предшественниками [2, 3, 7] показало, что большинство частиц относится к гранулометрическим классам $-0,5+0,1$ мм, реже крупнее. Гранулометрия золота авторами не оценивалась вследствие малой статистической значимости минералогических проб. Однако можно отметить, что золото рудных объектов Учуйского рудного узла по размерам мелкое и весьма мелкое, не превышает 1 мм. Золото крупнее 0,25 мм встречено только на рудных полях Учуйское и Луч. Для рудного поля Ган-Андреевское подтверждаются выводы предшественников об отсутствии золота класса крупности $+0,15$ мм.

Морфология самородного золота. Форма золотин служит показателем характера среды, в которой оно отлагалось, состава и фазового состояния растворов и условий кристаллизации [4–6]. Она изучалась под бинокляром и при помощи сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Исследовано 59 знаков самородного золота, в том числе с рудных полей Учуйское – 29, Ган-Андреевское – 14, Луч – 16.

В пробах наблюдаются золотины трещинно-прожилковых, комковидных и цементационных, интерстициальных, гемиидиоморфных (смешанных) форм, кристаллы и сростки кристаллов. Было установлено соотношение частиц определённых форм для каждого рудного поля (рис. 2).

На рудном поле Учуйское резко преобладают (более 50%) золотины трещинно-прожилковой формы, значительная доля (18%) приходится на комковидно-цементационные выделения, присутствуют (приблизительно по 10%) гемиидиоморфные разности, кристаллы, их сростки и в подчинённом количестве (3%) интерстициальные. В пределах рудного поля Ган-Андреевское золотины различной морфологии распространены более равномерно: по 21,4% – трещинно-прожилковой, гемиидиоморфной форм, кристаллов и их сростков; чуть меньше (14,4%) – комковидно-цементационного облика при отсутствии интерстициальных выделений. Рудное поле Луч отличается преобладанием (по 37,7%) золота трещинно-прожилковой и гемиидиоморфной форм. Комковидно-цементационные золотины присутствуют в количестве 12,4%, отмечаются единичные (по 6,3%) кристаллы и кристаллические сростки, интерстициальные выделения отсутствуют.

Золото *трещинно-прожилкового морфологического вида* выполняет трещины и литологические

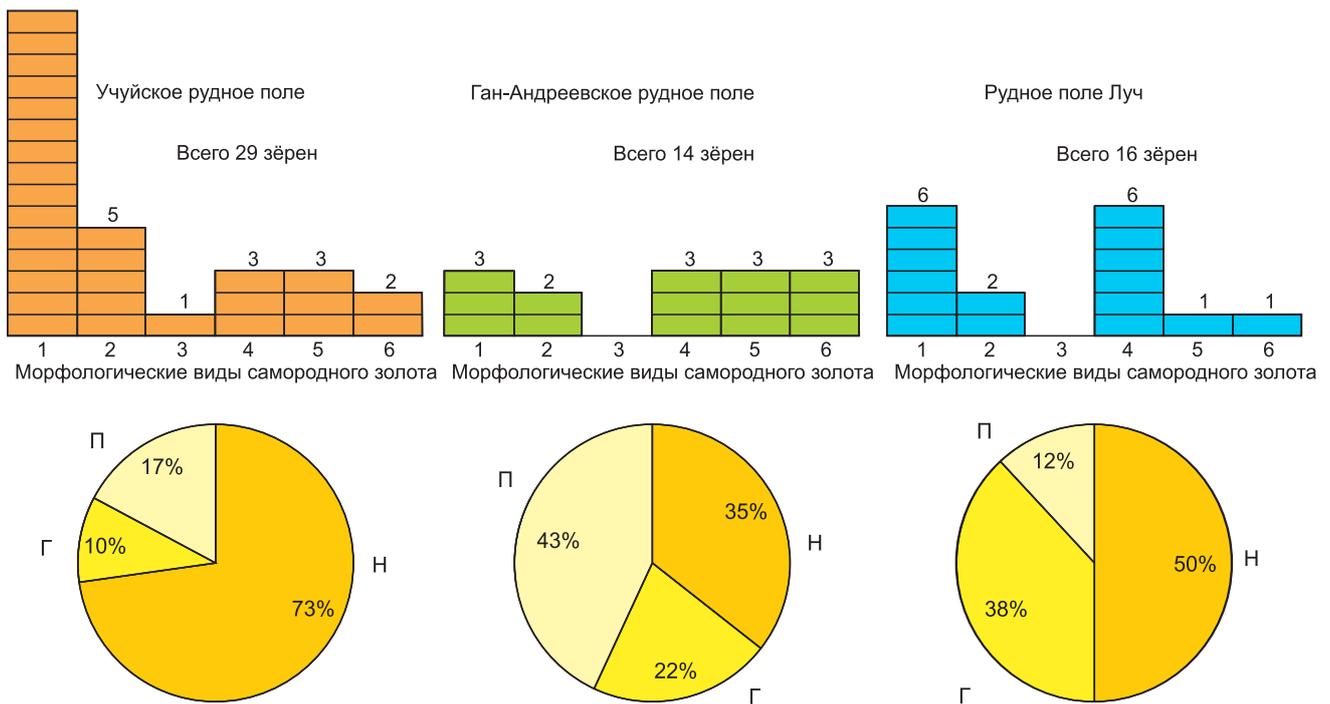


Рис. 2. Частота встречаемости самородного золота разной морфологии на рудных полях Учуйского рудного узла: Учуйское, Ган-Андреевское, Луч:

неправильный тип (Н): трещинно-прожилковый (1), цементационный (2) и интерстициальные виды (3); смешанный тип (Г): гемиидиоморфные выделения (4); правильный тип (П): кристаллы (5), сростки кристаллов (6)

неоднородности вмещающей породы. Достаточно часто цепочки выделений выстраиваются вдоль контактов жильного кварца с развальцованными ксенолитами вмещающих алевролитов. Для данного золота характерна пластинчатая и толстопластинчатая формы выделений, нередко с многочисленными интерстициальными выступами. Гладкий, ячеистый, ямчатый и ямчато-микробугорчатый рельеф их поверхности определяется характером вмещающей среды и отпечатками вмещающих минералов (рис. 3).

Золото *цементационного морфологического вида* обнаружено в зонах дробления [4, 5]. Такие золотины характеризуются комковидными, угловатыми, паукообразными, ячеистыми и петельчатыми разновидностями. Рельеф поверхности выделений ячеистый, ячеисто-бугорчатый, ямчато-ячеистый, ровный, иногда микробугорчатый (рис. 4, А, Б).

Для *интерстициального морфологического вида* золота характерно отложение в интерстициях агрегатов, друзовых полостях и пустотах выщелачивания. Отличительной чертой является совместная кристаллизация, скорее всего, равновесная с другими

минералами при отстаивании роста золота [4, 5]. Интерстициальные выделения золота линзовидной и неправильной форм зафиксированы исключительно в пределах рудного поля Учуйское (см. рис. 4, В). Золотины неправильных (трещинно-прожилковые, цементационные, комковидные, иногда интерстициальные) форм резко преобладают в пределах рудного поля Учуйское (73%), в то же время на рудном поле Ган-Андреевское их количество сокращается почти в два раза (~35%).

Золото *гемиидиоморфного морфологического вида* кристаллизуется в неоднородных средах при наложении гидротермально-метасоматических процессов на уже сформированные минеральные ассоциации. В результате физико-химического взаимодействия реализуются условия частичного свободного роста, отложение и переложение золота среди ранних парагенезисов [4, 5]. Золотины представлены как несовершенными кристаллическими формами с ксеноморфными «хвостами», так и прожилковыми и комковидными выделениями с ограниченными кристаллическими выступами и интерстициальными ответвлениями (рис. 5). Поверхность частиц ровная

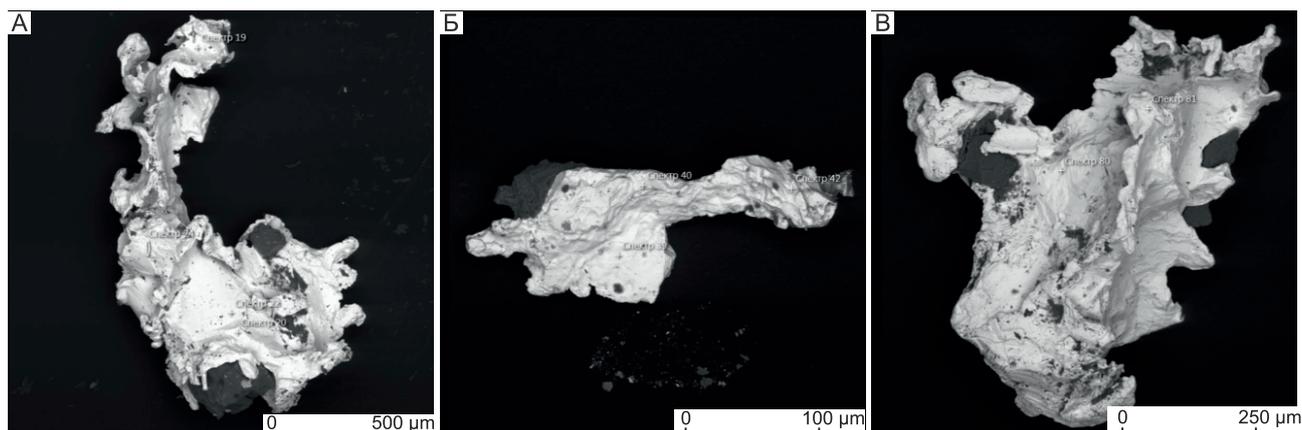


Рис. 3. Золото трещинно-прожилкового морфологического вида из объектов Учуйского рудного узла (СЭМ):

А – с многочисленными интерстициальными выступами, отпечатками вмещающих минералов на ямчато-ячеистой поверхности; Б – тонкопластинчатое с микробугорчатой поверхностью; В – с пластинчатыми ответвлениями, отпечатками вмещающих минералов на «оглаженной» поверхности, внутри отпечатков – ямчато-микробугорчатый рельеф

и мелкоячеисто-ямчатая. На ней часто наблюдаются отпечатки компромиссных граней минералов, главным образом пирита.

Максимальная частота встречаемости гемиидиоморфных выделений фиксируется в пределах рудного поля Луч (37,5%).

Условия образования *кристаллов и их сростков* предполагают наличие свободного пространства для их формирования – пустот, каверн или миарол

во вмещающих породах на момент воздействия на них гидротермально-метасоматических процессов. В ограниченном объёме данный вид золота встречается на всей территории Учуйского узла, чаще всего на рудном поле Ган-Андреевское (42,8%). Для кристаллов характерны изометричные, искажённые (вытянутые или уплощённые), скелетные разновидности [4, 5], ровная поверхность со ступенями роста и отпечатками вмещающих минералов, у кристаллических

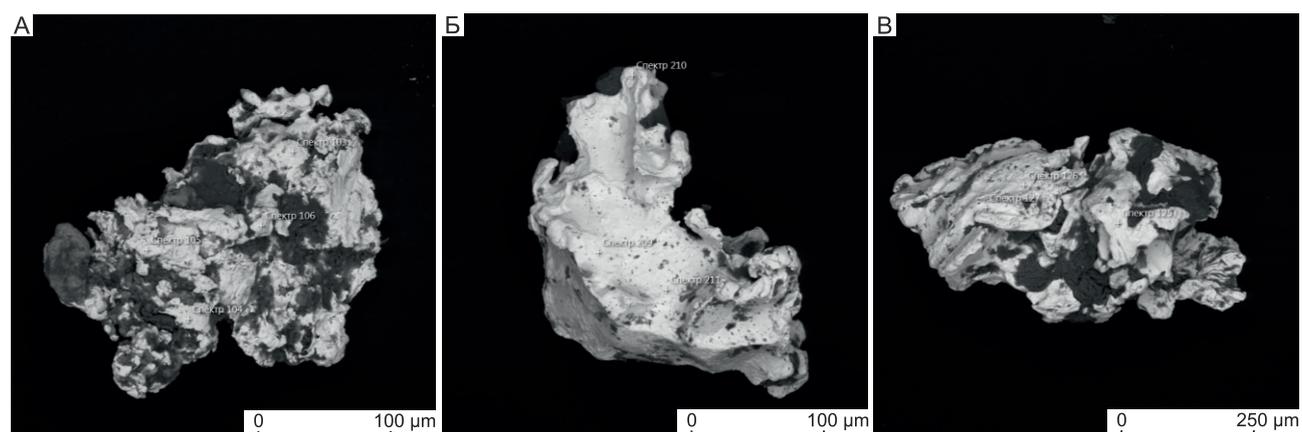


Рис. 4. Золото цементационного и интерстициального морфологических видов из объектов Учуйского рудного узла (СЭМ):

А – комковидной формы с ячеистой поверхностью, с сохранившимися вторичными минералами; Б – комковидно-цементационной формы, с ровной, местами бугорчатой поверхностью и отпечатками вмещающих минералов на ней; В – интерстициальное золото с бугорчато-ячеистой поверхностью

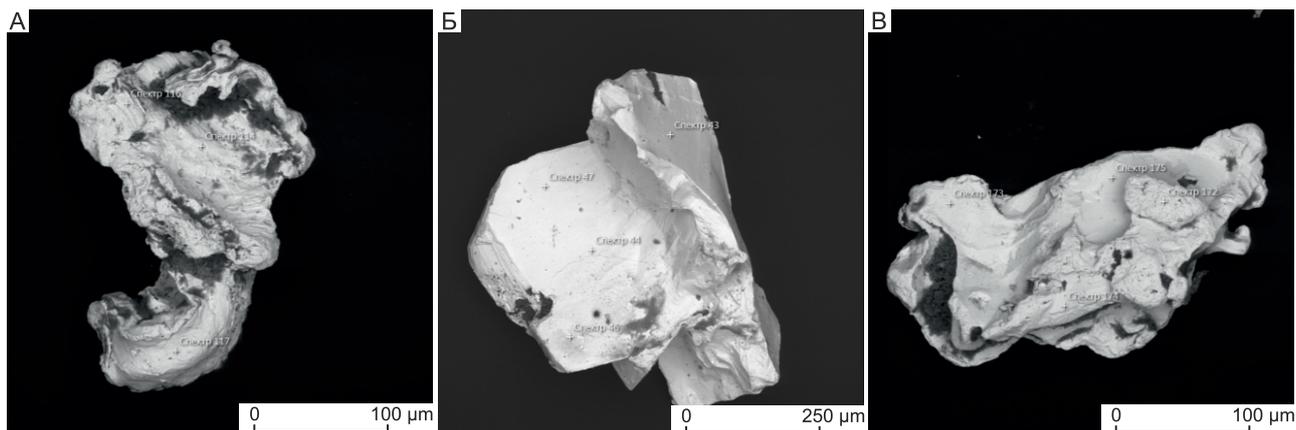


Рис. 5. Золото геммидиоморфного морфологического вида из объектов Учуйского рудного узла (СЭМ):

А – удлинённая интерстициально-прожилковидная золотина с кристаллическим выступом, ровной и ячеисто-бугорчатой поверхностью; Б – пластинчатый кристалл с основанием интерстициальной формы, поверхность частицы ровная; В – геммидиоморфное выделение комковидно-удлинённого габитуса с кристаллическими выступами, поверхность его относительно ровная с крупными отпечатками кристаллов других минералов

срошков отмечаются начальный расщеплённый рост и округление граней (рисунки 6, 7).

На поверхности большинства исследованных золотин различной морфологии наблюдается микропористость, которая может быть признаком слабопроявленных процессов выщелачивания в гипергенных условиях.

Состав самородного золота и особенности его внутреннего строения. Исследования состава самородного золота рудных полей Учуйское и Луч мето-

дом РСМА показали, что основными компонентами являются Au и Ag (рис. 8). Полученная пробаность золота при этом укладывается в диапазон 840–910%, содержания микропримесей незначительны – в количестве 0,1–0,25% присутствуют Те и Hg, концентрации остальных элементов оказались ниже предела чувствительности прибора.

Следует отметить, что состав самородного золота и его внутреннее строение в гидротермальных жильных образованиях и метасоматически изменённых

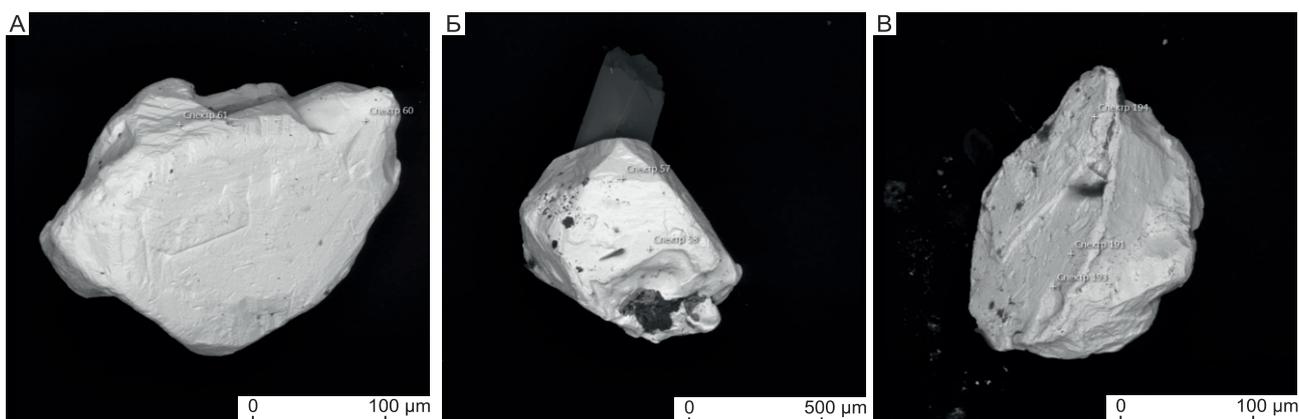


Рис. 6. Кристаллы золота из объектов Учуйского рудного узла (СЭМ):

А – толстопластинчатый кристалл, поверхность его ровная с отпечатками компромиссных граней вмещающих минералов; Б – изометричный кристалл с пирамидальной вершиной, с заметным ступенчатым ростом на одной из граней и отпечатком вмещающих минералов, поверхность ровная; В – кристалл нарастания с ровной поверхностью

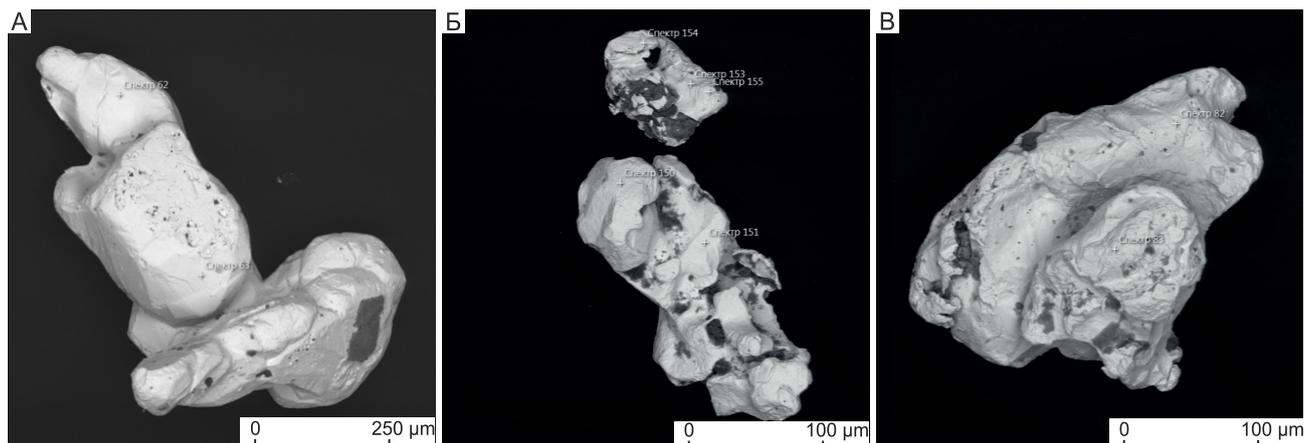


Рис. 7. Кристаллические сростки золота из объектов Учуйского рудного узла (СЭМ):

А – сросток искажённых кристаллов со слабоокруглёнными гранями, притупленными рёбрами, поверхность ровная; Б – сросток несовершенных кристаллов, поверхность ровная и ступенчатая, с отпечатками вмещающих минералов; В – сросток кристаллов с округлёнными гранями, поверхность ровная

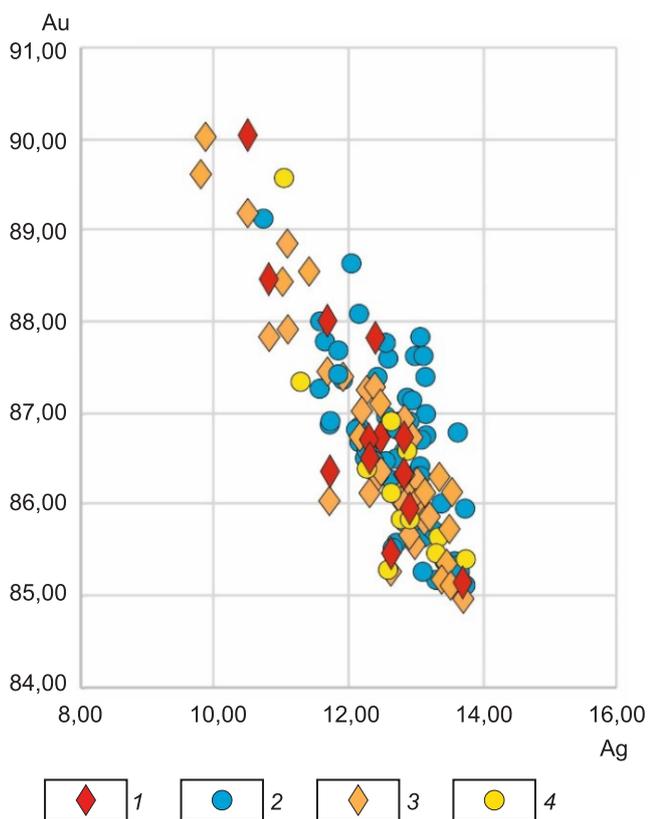


Рис. 8. Распределение Au и Ag в самородном золоте из рудных объектов Учуйского рудного узла. По данным РСМА (в мас. %):

1 – березитизированные породы рудного поля Учуйское; 2 – гидротермалиты рудного поля Учуйское; 3 – сульфидизированные песчаники рудного поля Луч; 4 – гидротермалиты рудного поля Луч

вмещающих породах для рудных полей Учуйское и Луч сходны.

В жилах № 1 и № 5 рудного поля Учуйское пробаность золота, по данным РСМА, варьирует от 842 до 884 ‰, отмечаются микропримеси Те и Hg. Внутреннее строение разномасштабное, двойниковое, реже монокристаллическое (рис. 9) с признаками эндогенных преобразований – развитием по периферии диффузионных зон, обеднённых Ag, неравномерной мощности. В структуре золота жилы № 1 отмечаются деформации (изгибы и обрывы) двойников и проявлена тонкая фазовая неоднородность вследствие распада твёрдого раствора (рис. 10, А). Также встречаются единичные межзерновые высокопробные прожилки и зародышевая коррозия, свидетельствующие о начальных преобразованиях золота в зоне окисления.

Золото, извлечённое из метасоматически изменённых песчаников с кварцевым прожилкованием рудного поля Учуйское, весьма сходно с золотом из жильных образований по составу и внутреннему строению.

Его пробаность, по данным РСМА, составляет 850–891 ‰, из микропримесей присутствуют в статистически значимых количествах Те и Hg.

Строение золота разно- и монотермное, с двойниками, эндогенными преобразованиями – неравномерной мощности диффузионными зонами повышенной пробаности и расплывающимися границами двойников вплоть до возникновения пятнистой неоднородности, а иногда – следами начальной дезинтеграции зёрен (рис. 11, А). В единичных случаях встречаются гетерофазные частицы – сростания

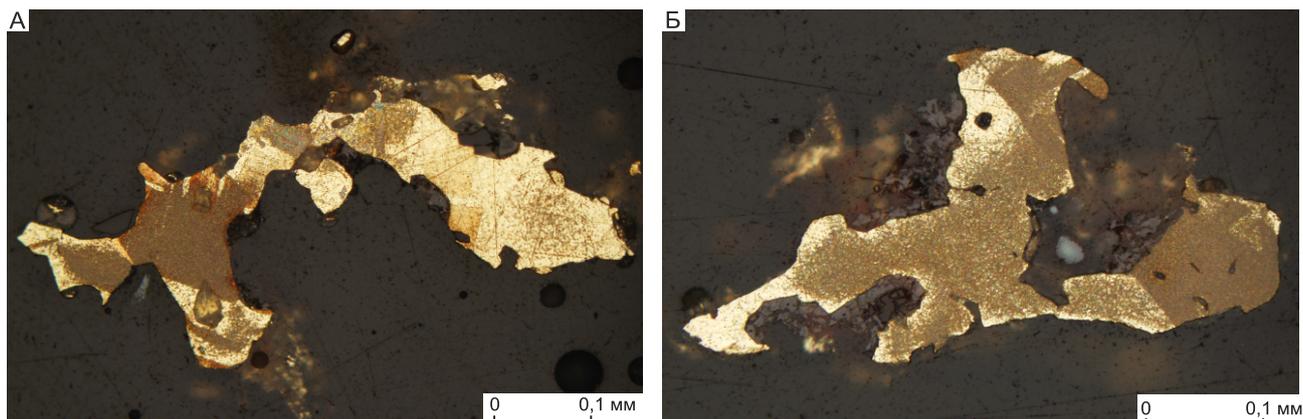


Рис. 9. Крупнозернистая двойниковая структура золота с диффузионной зоной, обеднённой Ag, неравномерной мощности. Рудное поле Учуйское, жилы № 1 (А), № 5 (Б); монтаж. полир. шлиф, травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$

золота деформированной пятнисто-неоднородной с двойниками структуры и более низкопробного золота неяснозонального строения (см. рис. 11, Б).

В жиле Луч одноимённого рудного поля золото золото-кварц-малосульфидного и золото-антимонит-кварцевого типов весьма сходно по составу и строению как между собой, так и с золотом рудного поля Учуйское. Пробность золотин золото-кварц-малосульфидного типа, по данным РСМА, варьирует в пределах 845–873‰, а золото-антимонит-кварцевого типа – 851–900‰. В золоте обоих типов отмечаются примеси Te и Hg.

Для всего золота характерно зернистое двойниковое внутреннее строение с развитием неравномерно проявленных диффузионных зон, обеднённых Ag, и участков с пятнисто-неоднородной структурой (рис. 12, А). Двойники обрывающиеся и нарушенные,

с размытыми границами. В редких случаях в структуре золота кварц-малосульфидного типа отмечаются признаки начальной дезинтеграции, антимонит-кварцевого типа – признаки перекристаллизации и тонкая фазовая неоднородность (см. рис. 12, Б). Золото в гипергенных условиях преобразовано незначительно, что подтверждается наличием в структуре одной золотины мелких межзерновых высокопробных прожилков по границам рекристаллизованных зёрен (см. рис. 12, Б).

Золото из сульфидизированных песчаников рудного поля Луч идентично золоту гидротермалитов. По данным РСМА, пробность золотин составляет 852–892‰, из элементов-примесей присутствуют Te и Hg. Структура золота также моно- и разномасштабная, двойниковая, часто со структурами распада твёрдых растворов в центральной части зёрен (см. рис. 10, Б).

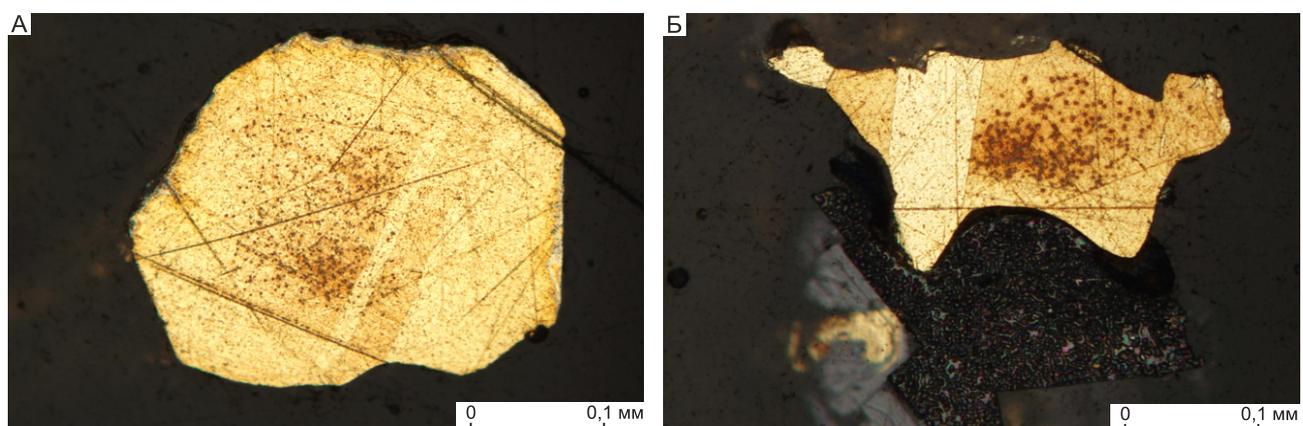


Рис. 10. Двойниковая структура золота с фазовой неоднородностью в центральной части выделения. Рудное поле Учуйское, жила № 1 (А), рудное поле Луч, т. н. 1038 (Б); монтаж. полир. шлиф, травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$

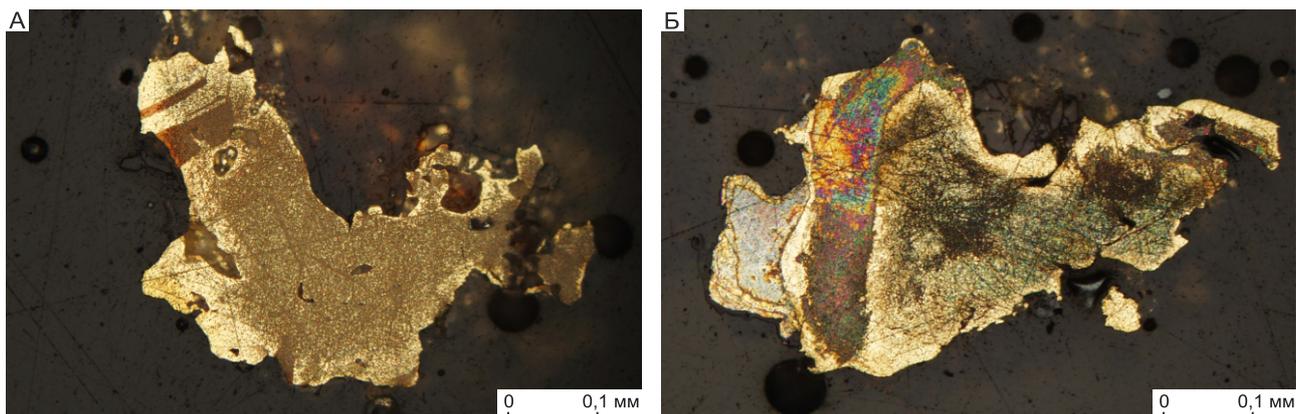


Рис. 11. Золото зернистого двойникового внутреннего строения, с диффузионной более высокопробной зоной по периферии (А); срастание золота деформированной пятнисто-неоднородной структуры и неяснозонального золота более низкой пробыности (Б). Рудное поле Учуйское, т. н. 2035; монтаж. полир. шлиф, травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$

В большинстве изученных золотин выявляются нарушение двойников, пятнистая неоднородность и диффузионные каймы, обеднённые Ag (рис. 13, А). В редких случаях встречаются гетерофазные золотины, где золото неяснозернистого зонального строения, вероятно, более низкопробное, отмечается в виде нарастаний или обособлений в золоте со структурами распада (см. рис. 13, Б). Гипергенные преобразования проявлены слабо – в единичной золотине обнаруживаются высокопробные межзерновые прожилки.

Выводы. Морфология золотин рудных объектов Учуйского рудного узла характеризуется преобладанием частиц неправильного морфологического типа при заметной роли правильных и гемиидоморф-

ных. Поверхность выделений отличается разнообразным рельефом с отпечатками вмещающих минералов. Данные характеристики отражают специфику среды кристаллизации золота – стеснённые условия в трещинах кварцевых жил и развальцованных ксенолитах вмещающих алевролитов при наличии свободных пустот и зон дробления, а также при наложении гидротермально-метасоматических процессов на уже сформированные минеральные ассоциации.

В пределах Учуйского рудного узла, по данным РСМА, для золота характерны средняя (842–900‰) пробыность и постоянное присутствие микропримесей Te и Hg. Внутреннее строение золотин в основном разнозернистое, двойниковое, с признаками

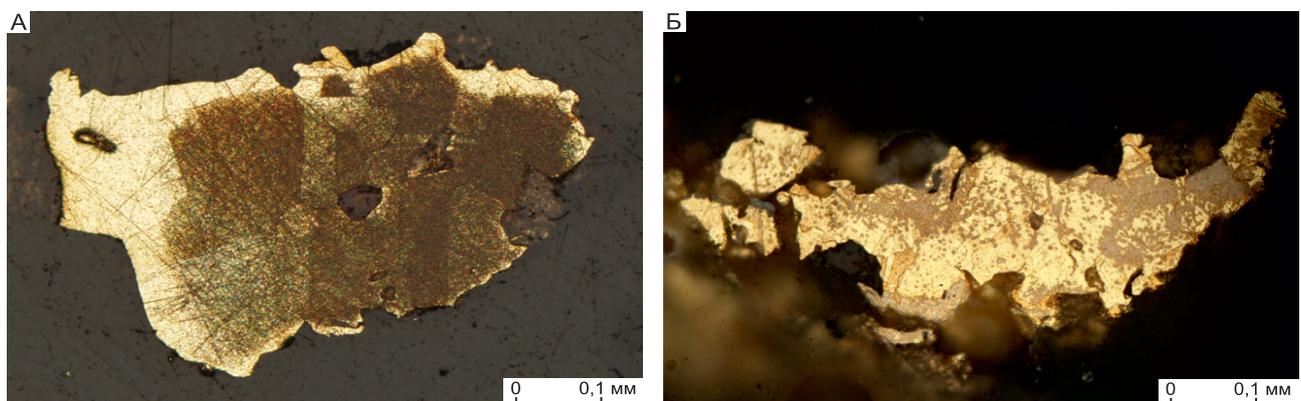


Рис. 12. Золото зернистого двойникового строения: с неравномерно развитой диффузионной зоной, обеднённой Ag (А); со структурами распада твёрдого раствора и межзерновыми высокопробными прожилками по границам рекристаллизованных зёрен (Б). Рудное поле Луч, т. н. 1041; монтаж. полир. шлиф, травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$

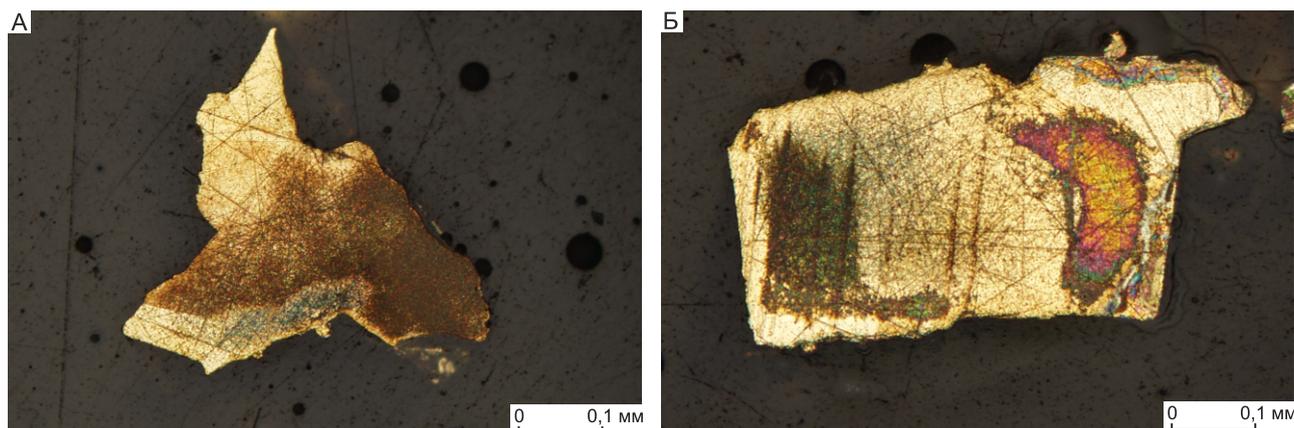


Рис. 13. Нарушенные двойники в золоте тонко-неоднородного строения с фрагментарной диффузионной зоной, обеднённой Ag (А); обрастание золота со структурами распада золотом зонального строения (Б). Рудное поле Луч, т.н. 1038; монтаж. полир. шлиф, травление $\text{CrO}_3 + \text{HCl}$

эпигенетических преобразований в виде деформированных обрывающихся двойников, пятнистой и тонкой фазовой неоднородности (структуры распада твёрдых растворов), иногда – начальной дезинтеграции и перекристаллизации.

Большое количество в структуре золотин двойников роста отражает, на взгляд авторов, обстановку дефицита свободного пространства, что частично согласуется с представлениями о наложении золотой минерализации на сформированные ранее минеральные ассоциации.

Особенностью структуры золотин является развитие фрагментарных или сплошных диффузионных зон, обеднённых Ag, различной мощности, что типично для золота, отлагавшегося в ореолах гранитоидных массивов.

О полистадийном процессе рудогенеза свидетельствует присутствие в сульфидизированных песчаниках гетерофазных золотин – частиц средней пробы неяснозернистой неоднородной структуры, в которых более низкопробное золото отмечается в виде нарастаний или обособлений зонального строения.

Золото незначительно преобразовано в гипергенных условиях, о чём свидетельствует наличие пор выщелачивания на поверхности золотин, редкие мелкие межзерновые высокопробные прожилки в структуре единичных выделений и зародышевая коррозия.

Сходство типоморфных признаков (форма, состав, внутреннее строение, характер поверхности) золота рудных полей Учуйское и Луч показывает, что все структурно-морфологические типы золотого оруденения имеют тесную пространственную и генетическую связь в рамках единого гидротермально-метасоматического этапа рудогенеза.

Различие в соотношении морфологических типов самородного золота рудного поля Ган-Андреевское позволяет предполагать отличие процессов рудогенеза от таковых для рудных полей Учуйское и Луч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко Н. В., Иванов М. А., Фесенко М. А., Селиванов П. В. Геологическое строение и типоморфизм золота месторождения Учуй Джолоагагского рудного района // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2012. – № 6. – С. 72–76.
2. Буянкин А. Г., Султанаев Р. Г., Коваленко А. И. [и др.] Отчёт о результатах поисковых работ на золото в пределах Адычанской золотоносной зоны в междуречье верховьев Адычи-Джолоагага в 1998–2003 гг. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rfgf.ru/catalog/docview.php?did=8b17b2a0321e7b486dc64159cf405fc1> (дата обращения 08.04.2022).
3. Классен Г. А. Отчёт по подсчёту запасов Учуйского золоторудного месторождения. – Якутск : ГРО ЯГПУ, ТГФ, 1947.
4. Николаева Л. А. [и др.] Самородное золото России: атлас. – М. : Изд-во Акварель, 2015. – 200 с.
5. Петровская Н. В. Самородное золото. – М. : Наука, 1973. – 347 с.
6. Рамдор П. Рудные минералы и их сростания. – М. : Изд-во иностранной литературы, 1962. – 1132 с.
7. Сенотрусов Ю. И., Наумова О. Н., Мусалитин Л. А. [и др.] Геологическое доизучение с общими поисками масштаба 1:50 000 в бассейне верхнего течения р. Джолоагага на площади листов: Q-54–73-А-в, г; Б-в, г; В-а, б; Г; 74-А-в, г; Б-в, г; В, Г; 75-В; 86-А, Б; 87-А-а, б в 1993–2001 гг. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rfgf.ru/catalog/docview.php?did=7d725f4c7b0979db5f12cdaa7ab578bc> (дата обращения 08.04.2022).

REFERENCES

1. *Bondarenko N. V., Ivanov M. A., Fesenko M. A., Selivanov P. V.* Geologicheskoye stroeniye i tipomorfizm zolota mestorozhdeniya Uchuy Dzholakagskogo rudnogo rayona [Geological structure and typomorphism of gold at the Uchuy deposit, Dzholakag ore district]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geologiya i razvedka*, 2012, No. 6, P. 72–76. (In Russ.)
2. *Buyankin A. G., Sultanaev R. G., Kovalenko A. I. [et al.]* Otchot o rezul'tatakh poiskovykh rabot na zoloto v predelakh Adychanskoy zolotonosnoy zony v mezhdurech'ye verkhov'yev Adychi-Dzholakaga v 1998–2003 gg. [Report on the results of prospecting for gold within the Adychansk gold-bearing zone in the interfluvium of the upper reaches of the Adycha-Dzholakag in 1998–2003], available at: <https://www.rfgf.ru/catalog/docview.php?did=8b17b2a0321e7b486dc64159cf405fc1> (accessed: 04/08/2022). (In Russ.)
3. *Klassen G. A.* Otchot po podschotu zapasov Uchuyskogo zolotorudnogo mestorozhdeniya [Report on the calculation of the reserves of the Uchuy gold deposit]. Yakutsk, GRO YAGPU, TGF publ., 1947. (In Russ.)
4. *Nikolayeva L. A. [et al.]* Samorodnoye zoloto Rossii: atlas [Native gold of Russia: atlas]. Moscow, Akvarel publ., 2015, 200 p. (In Russ.)
5. *Petrovskaya N. V.* Samorodnoye zoloto [Native gold]. Moscow, Nauka publ., 1973, 347 p. (In Russ.)
6. *Ramdor P.* Rudnyye mineraly i ikh srastaniya [Ore minerals and their intergrowths]. Moscow, Izdatelstvo inostranoy literatury publ., 1962, 1132 p. (In Russ.)
7. *Senotrusov Yu. I., Naumova O. N., Musalitin L. A. [et al.]* Geologicheskoye doizucheniye s obshchimi poiskami mashtaba 1:50 000 v bassejne verkhnego techeniya r. Dzholakag na ploshchadi listov: Q-54-73-A-v, g; B-v, g; V-a, b; G; 74-A-v, g; B-v, g; V, G; 75-V; 86-A, B; 87-A-a, b v 1993–2001 gg. [Geological additional study with general searches on a scale of 1:50,000 in the basin of the upper reaches of the river. Jolakag on the sheet area: Q-54-73-A-c, d; B-c, d; V-a, b; G; 74-A-c, d; B-c, d; V, G; 75-B; 86-A, B; 87-A-a, b in 1993–2001], available at: <https://rfgf.ru/catalog/docview.php?did=7d725f4c7b0979db5f12cd4a7ab578bc> (accessed: 04/08/2022). (In Russ.)

По всем вопросам, связанными со статьями, следует обращаться в редакцию
по тел. +7 (495)315-28-47,
E-mail: ogeo@tsnigri.ru

Адрес редакции: 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1