

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ РОССЫПЕЙ ТАПСА-КААХЕМСКОЙ ЗОЛОТОНОСНОЙ ЗОНЫ ТУВЫ И ИХ СВЯЗЬ С КОРЕННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

С.Г. Прудников, Н.Б. Кононенко*, Л.И. Петрова

*Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН,
667007, Кызыл, ул. Интернациональная, 117а, Россия*

** ОАО Красноярскгеологосъемка, 660020, Красноярск, ул. Березина, 3а, Россия*

Авторами установлены условия образования россыпей в пределах золотоносной Талса-Каахемской зоны Тувы, изучена связь между коренными и россыпными месторождениями золота. В результате полицикличности россыпеобразования в долинах региона сформировались россыпи золота разнообразных морфологических типов с ярусным распределением продуктивных пластов в разных по составу и возрасту вмещающих рыхлых отложениях: олигоцен-нижнеплиоценовые, эоплейстоцен-нижнеплейстоценовые, среднеплейстоценовые и верхнеплейстоценовые. Установлена сложная связь между россыпями и питающими их источниками. В целом макросостав золота разновозрастных продуктивных пластов отражает состав металла из питающих их источников. Отмечается увеличение разброса пробности золота в направлении от более древних к более молодым продуктивным пластам со смещением в область меньших значений, что указывает на существование в области питания невыявленных коренных источников иного формационного типа. Этот вывод подтверждает и резкое изменение типоморфных особенностей формы золота, гранулометрии и степени окатанности в продольном профиле долины р. Бай-Сют. Установлены особенности золота россыпей, формирующихся за счет перемыва ледниковых отложений. В россыпи Копто широко развиты самородки (фракция более 10 мм), полностью сохранившие свои первоначальные рудные формы. Транспортировка самородков в россыпь происходила, видимо, с ледниковыми отложениями в составе кварцевой гальки, предохраняющей самородок от окатывания. Окончательное выкрошивание кварца и освобождение золота произошло уже непосредственно в россыпи на месте отложения (*in situ*) в условиях морозного выветривания. Наличие самородков в россыпи Копто позволяет прогнозировать гнездовое распределение золота в известных малоомощных жилах кварца.

Золото, россыпи, типоморфные особенности, самородки, Тува.

FORMATION CONDITIONS OF PLACERS IN THE TAPSA-KAAKHEM GOLD ZONE (Tuva) AND THEIR RELATION TO PRIMARY SOURCES

S.G. Prudnikov, N.B. Kononenko, and L.I. Petrova

The formation conditions of placers within the Tapsa-Kaakhem gold zone of Tuva have been studied, and the relation between primary and placer gold deposits has been studied. Polycyclicality in the valleys of the region resulted in the formation of gold placers of various morphologies with stratified producing reefs in loose sediments differing in composition and age: Oligocene-Lower Pliocene, Eopleistocene-Lower Pleistocene, Middle Pleistocene, and Upper Pleistocene. A complex relation between placers and their primary sources has been established. In general, the macrocomposition of gold in the producing reefs of different ages reflects the composition of gold from the primary sources. From older to younger producing reefs, gold fineness varies more widely, showing a trend toward smaller values. This suggests that undiscovered primary sources belonging to another association exist in the source area. The same is confirmed by a drastic change in the typomorphic features, grain size, and roundedness of gold in the longitudinal section of the Bai-Syut River valley. The peculiarities of gold from placers formed by the rewashing of glacial drift have been established. In the Kopto placer, nuggets are widespread (>10 mm), which fully retained the shape inherent to vein gold. Apparently, the nuggets were transported to the placer with glacial drift in quartz gravel, which protected them from rounding. Quartz crumbled completely, and gold became free *in situ* under frost action. The presence of nuggets in the Kopto placer permits predicting a cluster distribution of gold in the known thin quartz veins.

Gold, placers, typomorphic features, nuggets, Tuva

ВВЕДЕНИЕ

Промышленная россыпная золотоносность в Туве известна с 1848 г. В результате интенсивной разработки аллювиальных россыпей основные месторождения региона практически отработаны, при этом коренные источники россыпей в большинстве случаев не установлены. В последние годы в отдельных золотоносных районах были выявлены новые и малоизученные для региона морфогенетические

типы россыпей (древней коры выветривания, погребенной неогеновой гидросети, золотоносных ледниковых и водно-ледниковых отложений). Все это дает основание к переоценке на современном уровне исследований золотоносного потенциала территории Тувы.

Типоморфные особенности состава, granulometрии, формы самородного золота отражают тип питающего коренного источника россыпей, и их изучение является одной из основных задач при прогнозе и поисках коренных источников золота и новых типов россыпных месторождений [Нестеренко, 1991]. Территория Тапса-Каахемской золотоносной рудно-россыпной зоны выгодно отличается от других районов Тувы и является ключевой в решении данной проблемы для всего региона, так как в ее пределах сконцентрировано наибольшее количество известных проявлений золота различных формационных типов и связанных с ними россыпей широкого возрастного диапазона. Авторами установлены условия россыпеобразования в пределах золотоносной Тапса-Каахемской зоны Тувы, изучена связь между коренными и россыпными месторождениями золота региона, прослежен характер изменения типоморфных особенностей золота в системе коренный источник—россыпь на разных этапах развития россыпей.

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ РАЙОНА

Тапса-Каахемская золотоносная рудно-россыпная зона охватывает зону Каахемского глубинного разлома и тяготеющую к ней с юга площадь Бурен-Ондумского геоантиклинального поднятия (рис. 1). Золотоносность зоны представлена большим числом проявлений как рудного, так и россыпного золота [Кильчицаков, Токунов, 1971; Рудные формации..., 1981].

Зона Каахемского глубинного разлома совпадает с одноименной зоной смятия, являющейся важной золотоносной структурой [Рогов и др., 1979] и представляет собой вытянутый желоб-разлом шириной 15—25 км и длиной около 150 км, протягивающийся в субширотном направлении. Сложена она позднерифейскими терригенными, меньше — вулканогенными породами тапсинской свиты, метаморфизованными в фации зеленых сланцев и прорванными интрузивными образованиями таннуольского комплекса (Каахемский плутон). В пределах зоны разлома широко проявлены рассланцевание и кливаж как в вулканогенно-осадочных, так и в плутонических породах. Оруденение широко представлено золото-кварцевой формацией, характеризующейся достаточно разнообразными морфологическими типами: одиночными кварцевыми жилами, прожилками, штокверками, зонами окварцевания. Менее распространены золотоносные березиты, развитые преимущественно в пределах интрузивных массивов и тяготеющие к их эндоконтактам, а также проявления золото-лиственитовой и хромит-платиноидной формаций, связанные с ультрабазитами Каахемского офиолитового пояса. В центральной части зоны разлома расположен Тапса-Коптинский золотоносный район, который объединяет россыпные месторождения золота рек Копто, Тапса и их притоков, месторождение рудного золота Проездное и ряд его рудопроявлений на площади около 50 км². Почти все они располагаются внутри Коптинского интрузивного массива гранитоидов (Каахемский плутон).

Бурен-Ондумская блоковая структурно-формационная зона с юга примыкает к зоне Каахемского глубинного разлома и представляет собой поле позднерифейско-нижнекембрийских вулканогенно-осадочных и карбонатных пород, прорванных гранитоидами таннуольского комплекса (Копто-Байсютский массив). В пределах зоны расположен Байсютский золотоносный район, характеризующийся широким развитием золоторудных проявлений и месторождений золото-сульфидно-скарновой формации, приуроченными к контактовой зоне гранодиоритовой интрузии с эффузивно-карбонатными породами (Тарданское месторождение, рудопроявления Соруглуг-Хем, Копто, Барсучье). Промышленные концентрации золота сосредоточены в зонах дробления и вторичной гидротермальной переработки скарнов. Золото-

Рис. 1. Геологическое строение центральной части Тапса-Каахемской золотоносной рудно-россыпной зоны.

1 — аллювиальные отложения пойм (aIII-H); 2 — делювиально-пролювиальные отложения (дрIII-H); 3 — ледниковые (gIII²) (a), водно-ледниковые (fgIII²) (б) отложения; 4 — область распространения второго среднеплейстоценового оледенения (gII⁴) и направление движения ледника; 5 — девонские отложения, кызылбулакская серия (D_{1,2}kz): порфиры, плагиопорфиры, фельзиты, лавобрекчии, порфириты; 6 — силурийские отложения, дерзигская свита (S_{1,2}dg): красноцветные песчаники, гравелиты, конгломераты, прослои известняков; 7 — таннуольский габбро-диорит-плагиогранитный комплекс (E_{2,3}tn): тоналиты (γδ), диориты (δ); 8 — позднерифейские отложения, тапсинская свита (R₃tp): песчаники, туфопесчаники, туфогравелиты, алевролиты, конгломераты, кристаллические сланцы, амфибол-хлоритовые сланцы и известняки; 9 — рифейские отложения, туматтайгинская свита, средняя подсвита (R₃tm₂): базальтовые, андезитовые порфириты, прослои известняков; 10 — скарны; 11 — рудопроявления золота; 12 — месторождения; 13 — россыпи; 14 — разломы; 15 — место отбора самородков; 16 — линии разрезов, буровые, их номера; 17 — интрузивные массивы: I — Коптинский, II — Копто-Байсютский; 18 — золотоносные районы: ТК — Тапса-Коптинский, Б — Байсютский.

95°20' в.д.



- | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |

рудные тела района имеют линзо-, жило- и гнездообразную форму. По структурной приуроченности они делятся на три группы: линзообразные рудные тела в тектонических зонах в экзоконтакте габброидов с известняками; рудные тела, приуроченные к тектоническим нарушениям на контакте известняков с эффузивами на незначительном (сотни метров) удалении от интрузива, форма тел жилообразная; рудные тела линзообразной формы в зонах дробления среди известняков. Большая роль в размещении золото-рудных проявлений принадлежит разрывным нарушениям, к которым тяготеют золотоносные кварцевые жилы и березиты, минерализованные зоны дробления и рассланцевания (рудопоявление Тардан-2) [Рудные формации..., 1981]. В Байсютском районе известны россыпные месторождения рек Бай-Сют, Соруглуг-Хем и их притоков.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РОССЫПЕЙ РЕГИОНА

Россыпеобразование в исследуемом регионе тесно связано с общими условиями развития структуры и рельефа в неоген-четвертичное время. Исследования С.Г. Прудникова [Калинин и др., 2006] позволили выделить две основные эпохи россыпеобразования: неогеновую и четвертичную. Разделены они верхнеплейстоценовым этапом относительного тектонического покоя, благоприятным для формирования поверхностей выравнивания, развития кор химического выветривания и разработки начавших врезаться в предыдущее время речных долин. Эпохи россыпеобразования, характеризующиеся дифференцированными неотектоническими прерывисто-поступательными движениями, разделяются на следующие эрозионно-аккумулятивные этапы: олигоцен-нижнеплейстоценовый (N_2^1), эоплейстоцен-нижнеплейстоценовый (Q_{E-1}), среднеплейстоценовый (Q_{II}), верхнеплейстоценовый (Q_{III}^1) и верхнеплейстоцен-голоценовый (Q_{III-H}) (рис. 2). В результате полицикличности россыпеобразования в долинах региона сформировались россыпи золота разнообразных морфологических типов с ярусным распределением продуктивных пластов в разных по составу и возрасту вмещающих рыхлых отложениях [Прудников, Михайлов, 2002]. Преобладающее большинство россыпей относится к долинным пойменным, значительно меньше доля террасовых, террасоувальных и ложковых россыпей. В последние годы в бассейне р. Бай-Сют выявлены россыпи погребенной неогеновой гидросети, с которыми авторы связывают перспективы дальнейшего развития золотодобывающей промышленности в Туве.

В олигоцен-нижнеплейстоценовый этап (N_2^1), когда коренные источники только начинают вскрываться, формируется так называемый «древний» неогеновый рельеф, включающий в себя поверхность выравнивания (пенеплен) и вложенные в нее «древние» неогеновые долины рек Бай-Сют, Копто, Тапса и их крупных притоков. Долины «древних» рек имели крутой V-образный поперечный профиль с глубиной эрозионного врезания 250 м. В современном рельефе последние сохранились в виде фрагментов либо погребенных под аллювиальными отложениями в днищах локальных Коптинской и Тапсинской впадин на глубине свыше 30 м, либо в бортах и днище долин рек Бай-Сют и Соруглуг-Хем. Золотоносные отложения представлены валунно-галечниками, сцементированными рыже-коричневой глиной (aN_2^1). Повышенная глинистость осадков и их красноцветная окраска связаны, видимо, с перетолжениями кор химического выветривания в нижней части бортов долин, которое могло иметь место на начальном этапе формирования толщ. В этот этап образуются небогатые первичные россыпи, являющиеся продуктами ближнего перетолжения золотоносных кор выветривания и верхних горизонтов коренных источников.

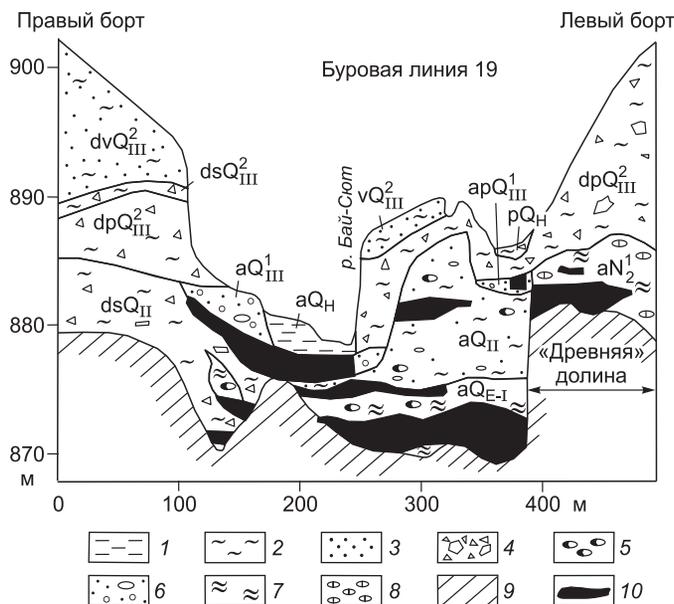


Рис. 2. Поперечный разрез долины р. Бай-Сют.

Состав отложений: 1 — ил, 2 — глина, 3 — песок; 4 — глыбы, щебень; 5 — валуны; 6 — галечники, гравий; 7 — красноцветные глины; 8 — «желтоцветные» галечники, 9 — коренные породы; 10 — россыпи. Аллювиальные отложения стадий тектоногеоморфологической активизации: голоценовой (aQ_{III}), верхнеплейстоценовой (aQ_{III}^1), среднеплейстоценовой (aQ_{II}), эоплейстоцен-нижнеплейстоценовой (aQ_{E-1}), нижнеплейстоценовой (aN_2^1). Делювиально-пролювиальные, пролювиальные, делювиально-эоловые отложения верхнего плейстоцена (dp, p, dvQ_{III}^2). Делювиально-солифлюкционные отложения среднего плейстоцена (dsQ_{II}).

Эоплейстоцен-нижнеплейстоценовый—среднеплейстоценовый этап ($Q_{E-I}-Q_{II}$) связан с главной стадией новейших тектонических движений. В результате дифференцированных блоковых перемещений происходит дробление «древнего» неогенового рельефа на мелкие блоки, его коренная перестройка, размыв неогеновых долин и образование современной гидроцети. В это время вскрывалась подавляющая масса рудных тел и формировались россыпи, приуроченные к эоплейстоцен-нижнеплейстоценовым (aQ_{E-I}) и среднеплейстоценовым аллювиальным отложениям (aQ_{II}), слагающим в современном рельефе соответственно 2-ю и 1-ю надпойменные эрозионные террасы в областях блоковых поднятий. Аллювий представляет собой валунно-гравийно-галечниковые глинистые отложения рыже-бурого, зелено-коричневого цветов. С размывом золотоносной «древней» долины на этом этапе напрямую связаны зоны различных концентраций золота в россыпях: на отрезках, где «древняя» долина сохранилась в современном рельефе, отмечается снижение запасов золота, а там, где она размыва, наблюдаются увеличение и максимумы запасов.

В конце среднего плейстоцена начинается крупнейшее на территории Алтае-Саянской области среднеплейстоценовое (чуйское (gQ_{II}^4)) оледенение, сыгравшее важную роль в россыпеобразовании. В связи с тем, что Байсютский район располагается вне ледниковой зоны, влияние оледенения здесь носило косвенный характер — в суровых перигляциальных условиях в районе широко проявились солифлюкционные процессы с формированием делювиально-солифлюкционных суглинисто-щебнистых отложений. Тапса-Коптинский район, напротив, располагается в ледниковой зоне, поэтому ледниковые процессы оказали здесь самое прямое влияние на формирование россыпей.

В результате активизации неотектонических движений на границе среднего и верхнего плейстоцена продолжается глубинная эрозия, формирование пойменной части долин, выполненной аллювиальными отложениями первой половины верхнего плейстоцена (aQ_{III}^1). Аллювиальные отложения этого этапа формировались в теплый межледниковый период (куэктанарский), характеризующийся активной флювиальной деятельностью, и представлены хорошо промытыми, окатанными и сортированными песчано-гравийно-галечными отложениями серо-зеленого цвета. В эту стадию формируются наиболее продуктивные долинныи пойменные россыпи комбинированного питания за счет поступления золота из коренных источников с максимальным вскрытием продуктивного золотоносного горизонта и из размываемых россыпей всех предыдущих эпох. В эпоху чибитского оледенения (gQ_{III}^2), сменившего теплое куэктанарское межледниковье начала верхнего плейстоцена, в бассейнах рек Копто и Тапса в результате деятельности горно-долинных ледников формируются моренные отложения.

Верхнеплейстоцен-голоценовый этап активизации (Q_{III-H}) проявился незначительно, и с ним связана рассеянная золотоносность пойменных отложений.

ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА И ВЗАИМООТНОШЕНИЯ РОССЫПЕЙ С ПИТАЮЩИМИ ИХ КОРЕННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

В современных геологических условиях Тапса-Каахемской рудно-россыпной зоны Тувы коренные источники золота представлены золото-сульфидно-скарновой, золото-сульфидной и золото-кварцевой рудными формациями (табл. 1). Менее распространены проявления золото-лиственитовой и хромит-платиноидной формаций.

Золото-сульфидно-скарновая рудная формация развита преимущественно в пределах Байсютского золотоносного района на месторождении Тардан, рудопроявлениях Тардан-2, Соруглуг-Хем и др. По геологическому строению, вещественному составу Тарданское месторождение и рудопроявление Соруглуг-Хем полностью аналогичны друг другу, отличаются лишь параметрами и содержанием золота. Они служат основными источниками золота при формировании россыпи в долине руч. Соруглуг-Хем и в среднем течении р. Бай-Сют. Золото характеризуется постоянным присутствием меди от 0.028 до 0.727 мас.%, отсутствием высокопробных гипергенных преобразований и небольшим разбросом пробности — от 900 до 950 ‰ при среднем значении 914 ‰ (рис. 3).

Золото-сульфидный тип оруденения отмечается главным образом в зонах дробления среди хлоритизированных и карбонатизированных скарнов и магнетит-актинолит-хлоритовых метасоматитов.

Золото-кварцевый тип оруденения в пределах гранодиоритового массива преобладает в Тапса-Коптинском золотоносном районе (месторождение Проездное) и менее широко представлен в Байсютском районе (рудопроявление Тардан-2).

Взаимоотношение россыпей с коренными источниками рассмотрено на примере Соруглуг-Хемской и Бай-Сютской площадей. Россыпи характеризуются ярусным распределением продуктивных пластов в элементах «древней» неогеновой гидроцети, в разновозрастных надпойменных террасах и в пойменной части долин при ведущей роли последних. Это позволило проследить характер изменения типоморфных особенностей золота в системе коренной источник—россыпь на разных этапах развития россыпей: олигоцен-нижнеплиоценовом (N_2^1) — эоплейстоцен-нижнеплейстоценовом (Q_{E-I}) — среднеплейстоценовом (Q_{II}) — верхнеплейстоценовом (Q_{III}^1).

Таблица 1.

Вариации состава золота эндогенных руд

Рудная формация	Проба золота, ‰	Состав микропримесей, мас. %	Морфология золотин	Месторождение, проявление
Полуокисленные золото-сульфидно-скарновые руды	900—950 при среднем значении 914	Медь от 0.028 до 0.727	Тонкопластинчатые, комковидные, дендритовидные, редко встречаются хорошо ограниченные кристаллы в форме куба, октаэдров, ромбодоэкаэдров. Иногда кристаллы призматически вытянутые	Тардан
Золото-кварцевые руды в скарнах	Преобладает от 810 до 910	—	Массивные, пластинчатые, дендритовидные, переходные от пластинчатых к комковидным и комковидно-удлиненным, нередко с губчатой поверхностью. Отдельные губчатые, амёбовидные, палочковидные зерна	Тардан
Золото-кварцевая в гранитоидах	880—900	—	Монокристаллические, пластинчатые, комковидно-пластинчатые	Тардан-2
Золото-сульфидная	В магнетите — 940—960, редко выше; в актинолите — 960 и несколько выше	—	Тонкопластинчатые, комковидные, дендритовидные, редко хорошо ограниченные кристаллы в форме куба, октаэдров, ромбодоэкаэдров, иногда кристаллы призматически вытянутые	Тардан
Золото-березитовая, золото-лиственитовая	880—900	—	—	—
Золотосодержащие габбро	876	—	—	—
Золото-кварцевая в гранитоидах	830—860, редко 760—770	Медь 0.007, свинец 0.003	Неправильные монокристаллы, их сростки, реже пластинчатые, дендритовидные, губчатые и комковидные выделения, в отдельных случаях очень мелкие дробевидные и каплевидные золотины	Проездное

Типоморфные особенности золота россыпи Соруглуг-Хем. Ручей Соруглуг-Хем, правый приток р. Бай-Сют, имеет протяженность 5 км, неширокую (до 80 м) и фрагментарно сохранившиеся в правом борту долины 1-ю и 2-ю надпойменные цокольные террасы, а также фрагмент «древней» неогеновой гидросети, погребенный под делювиально-пролювиальным предгорным шлейфом мощностью свыше 30 м. Россыпь относится к долинному пойменному, террасовому и террасоувальному типам и сформировалась за счет разрушения одноименного рудопоявления, с которым она непосредственно связана в верхней части долины и, частично, за счет разрушения золотоносной «древней» неогеновой долины (см. рис. 1).

Гранулометрический состав золота из россыпи изучался по данным ситового анализа. Распределение самородного золота по крупности в разрезе россыпи Соруглуг-Хем имеет следующий характер

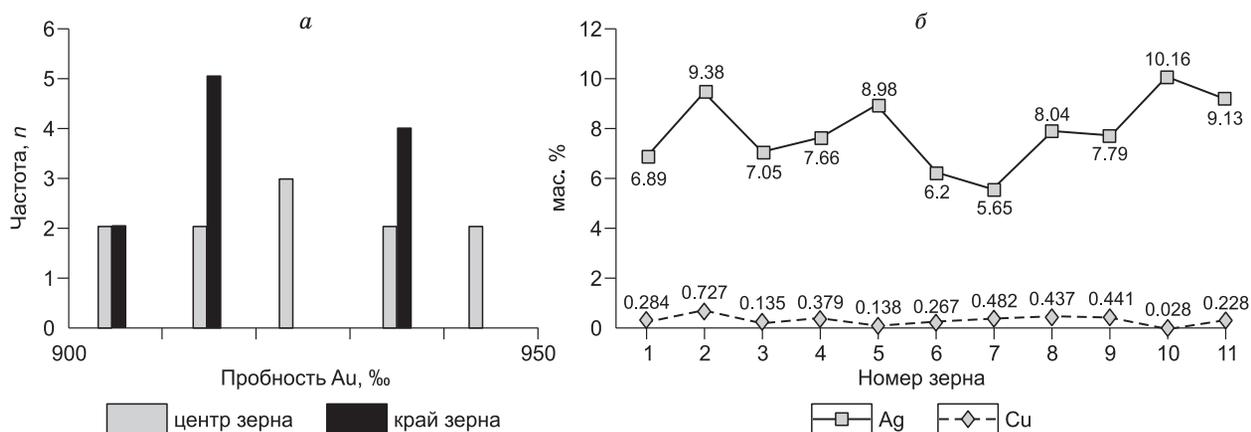


Рис. 3. Состав самородного золота эндогенных руд месторождения Тардан.

а — гистограмма пробыности; б — содержание серебра и меди.

Таблица 2.

**Распределение самородного золота (мас.%)
по гранулометрическим классам в разрезе россыпи Соруглуг-Хем**

Стратиграфический уровень россыпи (возраст)	Класс крупности, мм			
	более 1.0	1.0—0.5	0.5—0.25	менее 0.25
Долинная пойменная (aQ_{III}^1)	60.3	32.5	5.7	1.5
1-й надпойменной террасы (aQ_{II})	87.1	9.7	3.1	0.1
2-й надпойменной террасы (aQ_{E-1})	65.5	29	5.1	0.4
Древняя элювиальная (aN_2^1)	95.9	3.4	0.7	—
Проявление Соруглуг-Хем	0.90	3.84	33.03	62.23

Таблица 3.

Морфологический состав золота из россыпи Соруглуг-Хем

Стратиграфический уровень россыпи (возраст)	Морфология выделений, %				
	комковидное	пластинчатое	кристаллич.	удлиненное	дендриты
Долинная пойменная (aQ_{III}^1)	73.4	19.2	2.4	—	5
1-й надпойменной террасы (aQ_{II})	69.5	22.9	—	1.9	5.7
2-й надпойменной террасы (aQ_{E-1})	37.5	28.5	0.3	1.7	2
Древняя элювиальная (aN_2^1)	78.2	20.9	—	0.9	—

Таблица 4.

Степень окатанности золота из россыпи Соруглуг-Хем

Стратиграфический уровень россыпи (возраст)	Степень окатанности, %			
	хорошо окатанное	окатанное	полуокатанное	неокатанное
Долинная пойменная (aQ_{III}^1)	—	19.2	71.3	9.5
1-й надпойменной террасы (aQ_{II})	—	14.3	67.6	18.1
2-й надпойменной террасы (aQ_{E-1})	—	17.3	60.9	21.8
Древняя элювиальная (aN_2^1)	—	20	44.5	35.5

(табл. 2): в золото-сульфидных рудах скарновых тел проявления Соруглуг-Хем преобладает мелкое золото размером менее 0.25 мм (62 %) и 0.5—0.25 мм (33 %). В неогеновой элювиальной россыпи наблюдается обратная тенденция распределения золота по классам крупности — резко преобладает крупное золото размером более 1 мм (96 %) и по мере омоложения россыпи доля крупного золота снижается до 60 %. В связи с этим предполагается, что в ходе активной эрозивно-аккумулятивной деятельности неогенового речного потока, приведшей к формированию золотоносных продуктивных отложений, произошло перераспределение золота по крупности — вблизи источника питания в россыпи накопилось более крупное золото, а мелкая его составляющая мигрировала из руч. Соруглуг-Хем в р. Бай-Сют. Резкое снижение доли крупного золота в россыпи 2-й надпойменной террасы объясняется плановой разобщенностью неогеновой и четвертичной гидросети. В россыпи 1-й надпойменной террасы доля крупного золота опять увеличивается до 87 % в связи с размывом неогеновой россыпи и затем закономерно уменьшается в долинной пойменной россыпи до 60 %.

Морфологические типы золота приведены в табл. 3, из которой следует, что в россыпи, независимо от стратиграфического уровня, резко преобладают неправильные формы золотин (комковидные, ксеноморфные и прочие интерстиционные формы), что отражает морфологические особенности, унаследованные от коренного золота, формирующегося путем выполнения трещинных полостей и межзерновых пустот. Полученные данные косвенно указывают на среднеглубинный характер оруденения, в котором отмечается тенденция к возрастанию трещинно-прожилковых форм и преобладание их над идиоморфными (проволочными, стержневидными), характерными для малоглубинных месторождений [Петровская, 1973].

Окатанность золотин определялась по четырем классам: неокатанное, полуокатанное, окатанное и хорошо окатанное золото (табл. 4). Характер соотношения этих классов позволяет судить о стадиях развития россыпей (зарождающаяся россыпь, молодая, зрелая, отмирающая, возрождающаяся) [Филипп

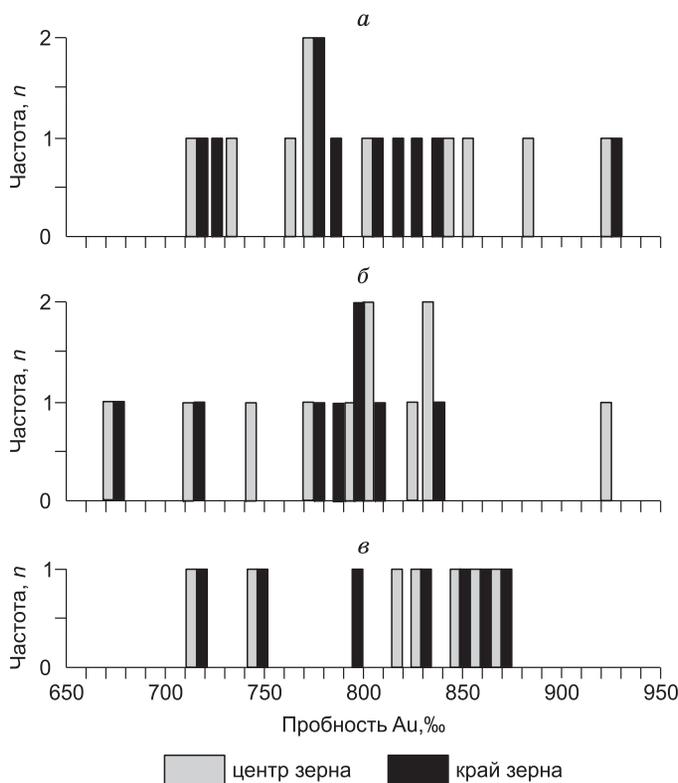


Рис. 4. Гистограммы пробности золота россыпи Соруглуг-Хем.

a — «древняя» неогеновая россыпь (N_2^1); *b* — россыпь 2-й надпойменной террасы (Q_{E-1}); *v* — россыпь 1-й надпойменной террасы (Q_{II}).

пов, 1987]. В неогеновой элювиальной россыпи преобладают полуокатанное (44 %) и неокатанное (35 %) золото. По мере омоложения россыпи доля полуокатанного золота закономерно увеличивается до 71 % в долинной пойменной россыпи. Доля окатанного золота на различных стратиграфических уровнях составляет от 14 до 20 %, полностью отсутствует хорошо окатанное золото. Доля неокатанного золота составляет 35 % в неогеновой россыпи и затем закономерно снижается до 9 % в долинной пойменной, что соответствует, по классификации В.Е. Филиппова [1987], зрелым россыпям.

Микроэлементный состав россыпного золота изучался с помощью сканирующего микроскопа. Установлено, что из 81-й золотин представительной монофракции в 19 % присутствует медь; 6 % золотин отличались

неоднородностью состава, а остальные (75 % золотин) не обнаружили заметных признаков зональности (неоднородности) состава. Количественный макросостав самородного золота изучался с помощью рентгеноспектрального микроанализа в Аналитическом центре ОИГМ СО РАН (г. Новосибирск), аналитик Е.Н. Нигматулина. Основными макропримесями самородного золота рассматриваемого региона являются Ag, Cu, редко Hg. Уровни содержания в золоте этих элементов определяют пробу металла. Результаты исследований представлены на гистограммах пробности золота (см. рис. 3—5). Характер изменчивости пробности самородного золота в выборках из разновозрастных пластов россыпи Соруглуг-Хем отличается от такового из золото-скарновых руд. В рудах месторождения золото высокопробное (900—940 ‰), слабо развито гипергенное преобразование. В неогеновой элювиальной россыпи выше разброс значений

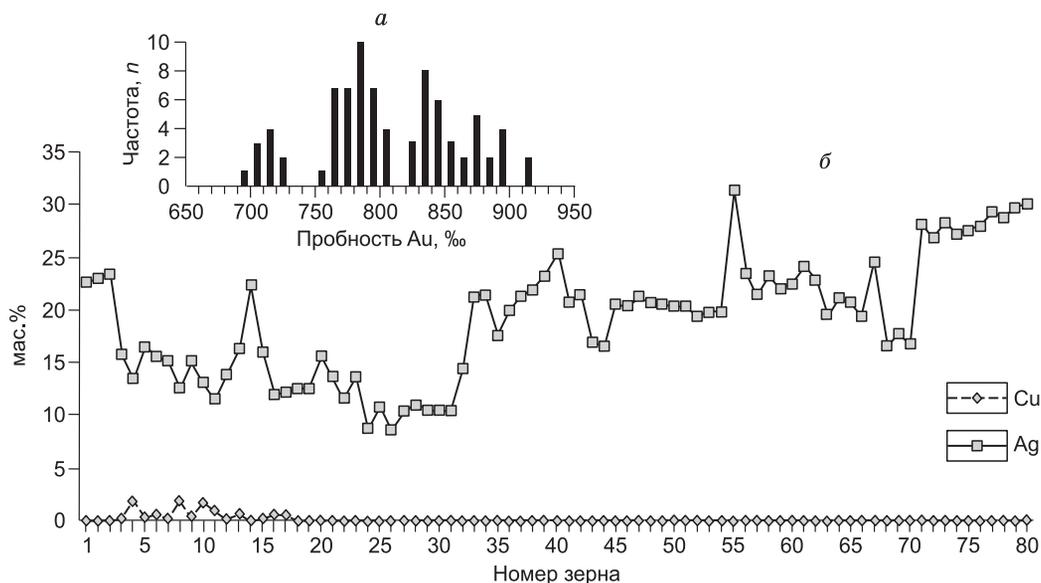


Рис. 5. Состав золота из долинной пойменной россыпи Соруглуг-Хем (Q_{III}^1).

a — гистограмма пробности золота (ср. проба 807 ‰); *b* — содержание меди и серебра.

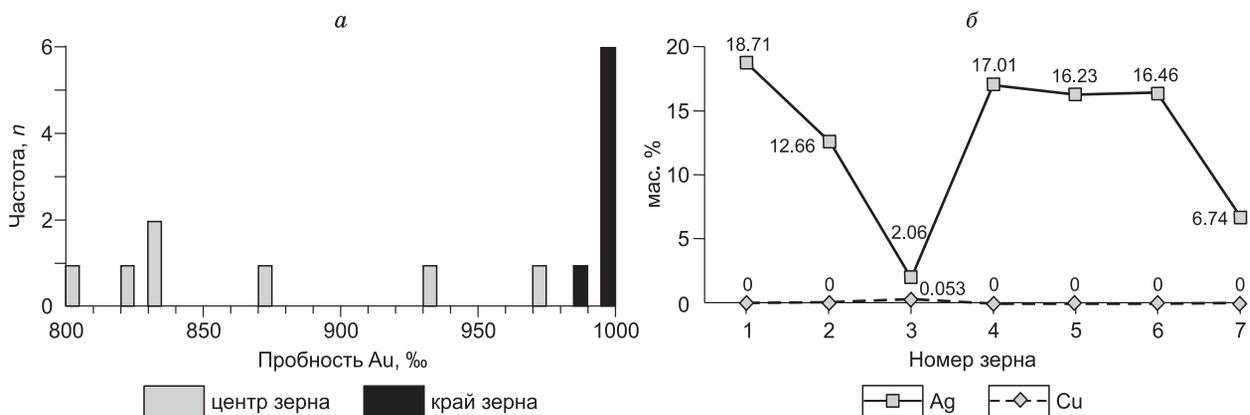


Рис. 6. Состав золота «древней» неогеновой россыпи Бай-Сют (N_2^1).

а — гистограмма пробности золота; *б* — содержание меди и серебра.

пробности со смещением в область средней пробности (712—927 ‰). На уровне 2-й и 1-й надпойменных террас еще более явное смещение пробности в низкопробную область (679—834 ‰). В долинной пойменной россыпи разброс значений пробности еще более высок — в интервале 697—914 ‰ выделяются четыре разновидности золота: медьсодержащее средней пробности (765—875 ‰), умеренно высокопробное (843—925 ‰), средней пробности (765—835 ‰) и низкопробное золото (697—727 ‰).

Медьсодержащее золото рудопроявления ассоциирует с магнетитом (встречены сростки золота с магнетитом). Золото, не содержащее в своем составе медь, ассоциирует с кварцем и сульфидами. Эти данные позволяют сделать вывод, что в формировании россыпи Соруглуг-Хем участвовало золото двух формационных типов: золото-сульфидно-скарнового и золото-сульфидно-кварцевого. В области питания россыпи Соруглуг-Хем имеются, видимо, еще другие невыявленные коренные источники, о чем свидетельствует значительно больший разброс пробности золота россыпи относительно известных рудных источников со смещением в область меньших значений, свойственных золоту малопродуктивных рудных формаций и золотоносным габброидам.

Типоморфные особенности золота россыпи Бай-Сют. Долина р. Бай-Сют расположена в краевой части Кызылской впадины в гипсометрическом интервале 760—1200 м и вмещает самую протяженную и «загадочную» россыпь Тувы длиной 25 км. На протяжении длительного периода эксплуатации с 1910 г. здесь обрабатывали долинную пойменную и террасовые россыпи. В последние годы работами Тувинской ГРЭ в многочисленных увалах были выявлены фрагменты «древней» неогеновой россыпи и впервые в Туве была начата ее промышленная обработка. Основными коренными источниками, питающими россыпь в нижней и средней частях, являются золото-сульфидно-скарновое месторождение Тардан и многочисленные рудопроявления. Коренной источник в верхней части россыпи не установлен.

При изучении изменения типоморфных особенностей самородного золота в разновозрастных продуктивных пластах и в продольном профиле россыпи Бай-Сют использованы данные ситовых анализов по 7 линиям разрезов (P-175—P-280) и по 8 линиям скважин (БЛ-310—БЛ-350), полученные авторами за период поисковых работ в 1998—2000 гг. [Прудников, Михайлов, 2002].

Для золота каждой возрастной группы наблюдаются существенные различия по пробности, составу макропримесей, по другим типоморфным свойствам.

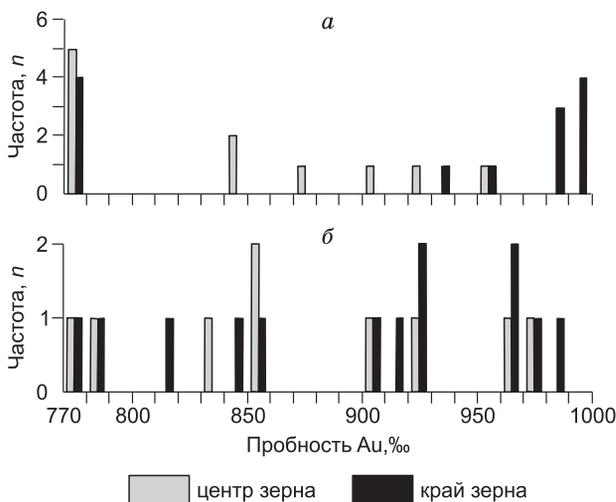


Рис. 7. Гистограммы пробности золота россыпи Бай-Сют.

а — россыпь 2-й надпойменной террасы, увал Сыпучий (Q_{E-1});
б — россыпь 1-й надпойменной террасы, устье руч. Соруглуг-Хем (Q_1).

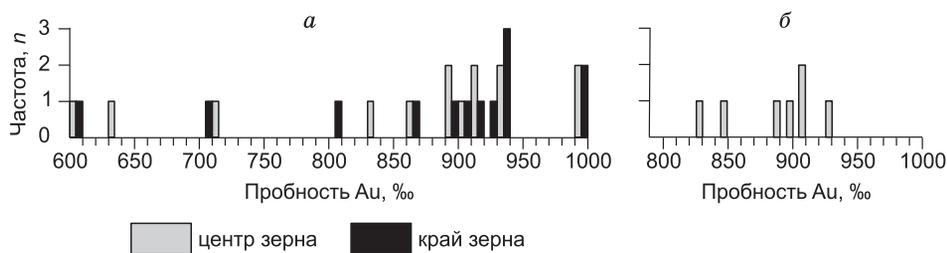


Рис. 8. Гистограммы пробности самородного золота долинной пойменной россыпи Бай-Сют (Q_{III}^1).

a — средняя часть россыпи; *б* — нижняя часть россыпи.

Золото элювия умеренно высокопробное со значительным разбросом значений пробности (800—970 ‰) относительно коренного месторождения Тардан (900—940 ‰) (рис. 6). Характер изменчивости пробности самородного золота в выборках из пластов 2-й и 1-й надпойменных террас в общих чертах близок к выборкам из неогеновой россыпи с незначительным смещением пробности в более низкопробную область 770 ‰ (рис. 7).

Максимальный разброс значений пробности от 600 до 1000 ‰ отмечается в долинном пойменном пласте в средней части долины. На фоне разброса пробности, свойственного золоту террас, появляются низкопробные золотины (600—700 ‰). В нижней части долины разброс значений пробности невысок и близок к таковому в рудах месторождения Тардан с небольшим смещением в область средней пробности (830—930 ‰) (рис. 8).

Максимальное гипергенное преобразование золота, выражающееся в изменении внутренней структуры, рекристаллизации, образовании высокопробной оболочки различной мощности, отмечается в неогеновом и эоплейстоцен-нижнеплейстоценовом пластах (рис. 9). Формирование высокопробных кайм происходило, видимо, в условиях развития древней неогеновой коры химического выветривания. Золото с высокопробной оболочкой присутствует в среднеплейстоценовом пласте и почти отсутствует в верхнеплейстоценовом.

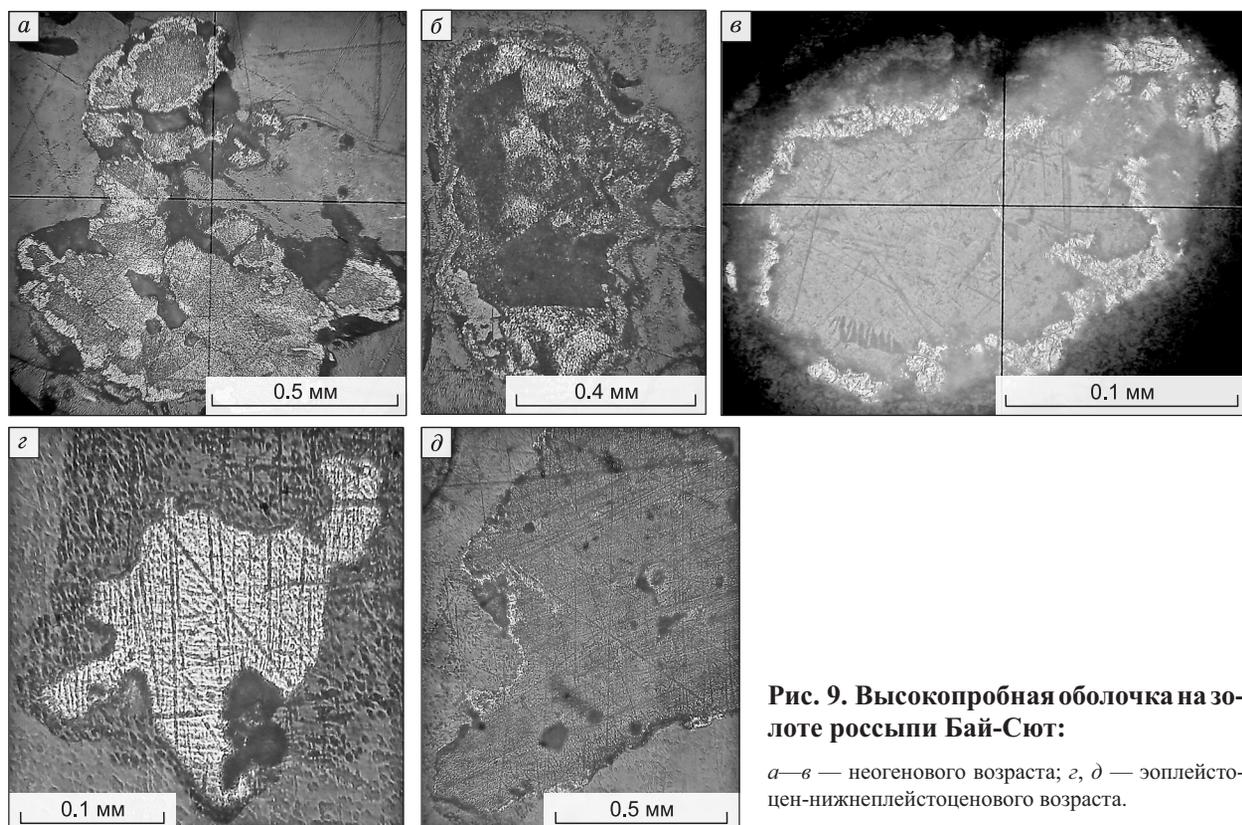


Рис. 9. Высокопробная оболочка на золоте россыпи Бай-Сют:

a—в — неогенового возраста; *г, д* — эоплейстоцен-нижнеплейстоценового возраста.

Таблица 5.

**Распределение самородного золота (мас.%)
по granulометрическим классам в разрезе россыпи Бай-Сют**

Стратиграфический уровень россыпи (возраст)	Granулометрические классы золота, мм		
	более 1 мм	1.0—0.5	менее 0.5
Долинная пойменная (aQ _{III} ¹)	34.0	15.0	51.0
2-й надпойменной террасы (aQ _{E-1})	—	56.0	44.0
Древняя элювиальная (aN ₂ ¹)	46.4	21.1	32.5
Коренной источник	0.90	3.84	95.26

Таблица 6.

Степень окатанности золота из россыпи Бай-Сют

Стратиграфический уровень россыпи (возраст)	Степень окатанности, %			
	хорошо окатанное	окатанное	полуокатанное	неокатанное
Долинная пойменная (aQ _{III} ¹)	—	2	82	16
2-й надпойменной террасы (aQ _{E-1})	—	18	60	22
Древняя элювиальная (aN ₂ ¹)	—	25	58	17

Таблица 7.

Морфологический состав золота из россыпи Бай-Сют

Стратиграфический уровень россыпи (возраст)	Морфология выделений, %				
	комковидное	пластинчатое	кристаллич.	удлиненное	дендриты
Долинная пойменная (aQ _{III} ¹)	59	39.4	0.5	0.6	0.5
2-й надпойменной террасы (aQ _{E-1})	49	48	—	3	—
Древняя элювиальная (aN ₂ ¹)	54	43	—	—	3

Золото в разновозрастных пластах характеризуется присутствием меди и отчетливо коррелируется с рудами месторождения Тардан. Распределение меди в самородном золоте из руд и россыпи показало уменьшение меди в россыпи. Незначительное содержание меди в золоте «древнего» неогенового пласта россыпи Бай-Сют объясняется поступлением золота в этот этап ее формирования из верхних частей рудных тел преимущественно скарново-сульфидного типа, характеризующегося низким содержанием меди.

Изменение granulометрического состава экзогенного золота в разрезе россыпи Бай-Сют имеет следующий характер (табл. 5): по мере удаления от коренного источника и изменения возраста россыпи от олигоцен-нижнеплиоценового по верхнеплейстоценовый удельное содержание в ней золота размером менее 0.5 мм возрастает, а фракции 1.0—0.5 мм и крупнее — уменьшается.

Морфологические критерии золота определяются по форме и степени окатанности зерен (табл. 6, 7). В долинном пойменном пласте россыпи Бай-Сют в основном преобладает полуокатанное золото (82 %), неокатанное составляет до 16 %. Высокая доля неокатанного золота содержится в пластах 2-й надпойменной террасы и элювиальном — 22 и 17 %. Доля окатанного золота велика в элювиальном пласте (25 %), но в пойменном резко снижается до 2 %, что, видимо, связано с поступлением новых порций коренного золота. В целом в россыпи Бай-Сют резко преобладает золото комковидной и пластинчатой форм.

Распределение золота по крупности, степени окатанности и морфологии частиц в продольном профиле долинной пойменной россыпи характеризуется резкой неравномерностью (рис. 10). По крупности выделяются три пика:

— первый пик в интервале линий Р-175—Р-240 характеризуется преобладанием сравнительно крупного золота размером более 1 мм и связан с поступлением золота из размываемого рудного поля золото-скарнового месторождения Тардан;

— второй пик в районе линии Р-280 характеризуется преобладанием сравнительно крупного золота размером более 1 мм; коренной источник не установлен;

— третий пик в интервале разведочных линий БЛ-342—БЛ-350 характеризуется преобладанием крупного золота фракции 2.0—1.0 мм. В верхней части россыпи появляются отдельные золотины фракции 5—3 мм, которые составляют 35 % от весового количества золота. Средняя фракция золота (1.0—0.5 мм) составляет в среднем 10 %. Источник поступления золота не установлен.

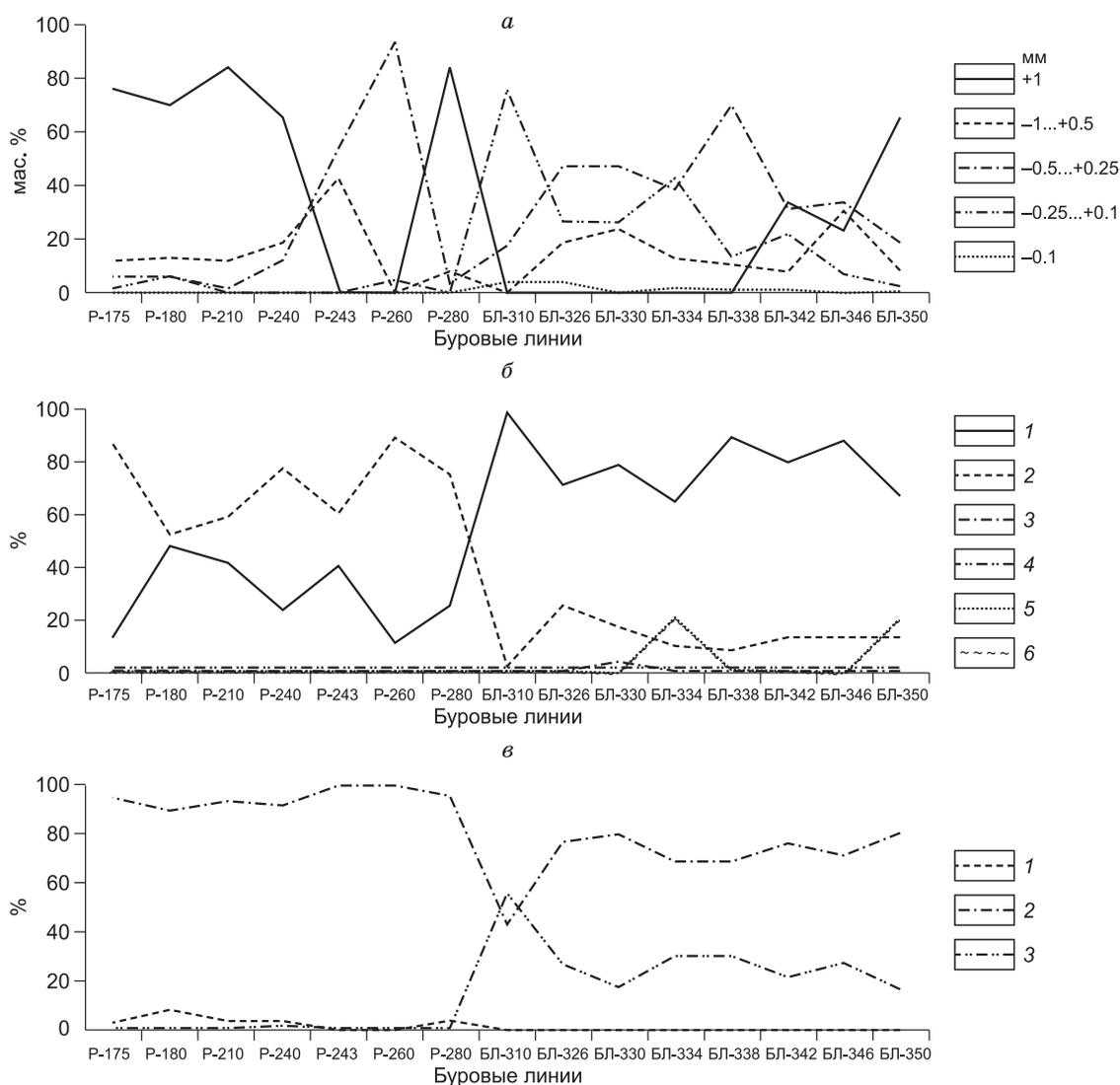


Рис. 10. Типоморфные признаки золота по длине россыпи Бай-Сют.

a — класс крупности; *б* — морфология выделений: 1 — комковидное, 2 — пластинчатое, 3 — кристаллическое, 4 — удлиненное, 5 — изометричное, 6 — дендриты; *в* — класс окатанности: 1 — окатанное, 2 — полуокатанное, 3 — неокатанное.

По степени окатанности и морфологии частиц выделяются два отрезка россыпи.

Нижний — в интервале линий Р-175—Р-280 характеризуется резким преобладанием полуокатанного золота преимущественно пластинчатой, реже комковидной формы. Неокатанные золотины редки. Россыпь формировалась, видимо, за счет перемыва более древних россыпей.

Верхний — в интервале линий БЛ-310—БЛ-350 характеризуется преобладанием полуокатанного золота комковидной формы с большой долей неокатанного. Последнее преобладает только по линии БЛ-310, где составляет 56 %, выше по долине его количество колеблется от 18 до 31 %. Россыпь формировалась, видимо, за счет разрушения древних россыпей и поступлений золота из вновь вскрывающихся коренных источников как в верхней части, так и в бортах долины.

Таким образом, устанавливается сложная связь между россыпями Бай-Сют, Соруглуг-Хем и питающими их источниками. Это выражается в различиях по пробности, составу макропримесей, по другим типоморфным свойствам для золота каждой возрастной группы. Гистограммы пробности золота в долинной пойменной россыпи Бай-Сют показывают колебания величины пробы в широких пределах от 600 до 990 ‰, что объясняется колебанием пробности золота в питающих источниках. В среднем и нижнем течении россыпь формируется преимущественно за счет разрушения золото-сульфидно-скарнового месторождения Гардан. Резкое изменение типоморфных особенностей золота в районе линии Р-280 поз-

воляет прогнозировать наличие в верхней части долины р. Бай-Сют невыявленного коренного источника золота, отличного от известного золото-скарнового месторождения Тардан.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ САМОРОДКОВ ЗОЛОТА В РОССЫПИ КОПТО

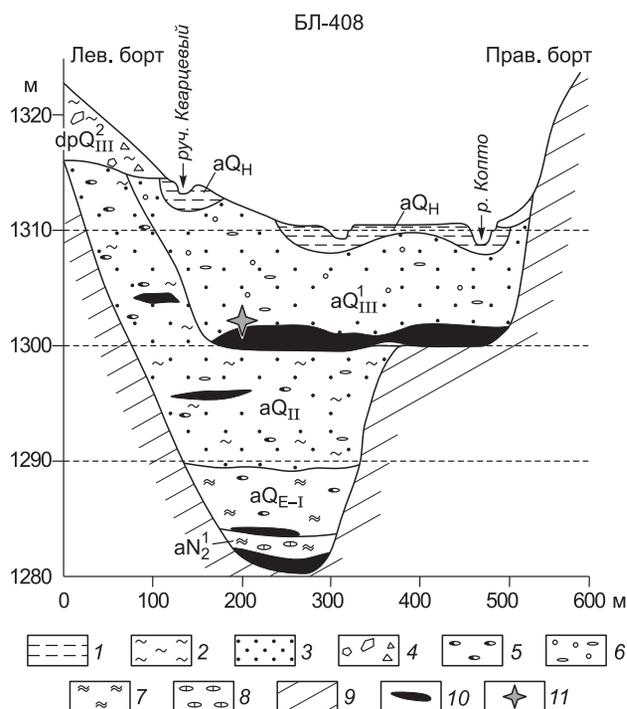
В отличие от р. Бай-Сют, реки Копто и Тапса находятся в краевой зоне горно-долинных ледников верхнеплейстоценового чибитского (gQ_{III}^2) и среднеплейстоценового чуйского (gQ_{II}^4) оледенений. Поэтому ледниковые процессы оказали здесь самое прямое влияние на формирование россыпей в межледниковый и послеледниковый периоды. Моренные отложения наиболее сохранившегося в рельефе последнего верхнеплейстоценового (чибитского) оледенения широко развиты в верховьях рек Копто и Тапса. Они вмещают огромные массы рыхлого обломочного материала ледникового генезиса, сформировавшегося за счет эрозии как коренных пород, в том числе и золотоносных, так и аллювиальных доледниковых отложений, вмещающих россыпи. Долинные ледники более древнего среднеплейстоценового (чуйского) оледенения спускались ниже границы распространения последнего оледенения. Судя по слабой сохранности этих отложений, они были в значительной степени перемыты речными потоками в период межледниковья, вошли в состав аллювия и послужили промежуточными коллекторами в формировании аллювиальных россыпей золота.

Россыпь Копто является крупнейшей россыпью Тапса-Каахемского золотоносного района и характеризуется сложным строением (см. рис. 1, 11). Вследствие развития блоковой тектоники сформировался неоднородный ступенчатый профиль долины — он состоит из блока поднятия в верхней части (выше руч. Кварцевый) и внутригорной Коптинской депрессии в нижней. В верхней части долина имеет троговое строение с фрагментами цокольных террас. Мощность аллювиальных отложений, слагающих пойменную часть, составляет 10 м. Ниже, на границе с депрессией, отмечается резкое ступенеобразное переуглубление разреза долины (до 40 м) за счет блокового опускания, формирование комплекса разновозрастных погребенных россыпей: глубокого тальвега и серии «висячих» россыпей. Таким образом, в верхней части долины россыпь приурочена к приплотиковой части пойменного аллювия и залегает в хорошо промытых валунно-гравийно-галечниках, сформировавшихся в период куэктанарского межледниковья за счет перемыва среднеплейстоценовых ледниковых отложений. На нижнем отрезке долины в пределах внутригорной Коптинской депрессии исследуемая россыпь ложится на ложный плотик желтобурых глин и является «висячей».

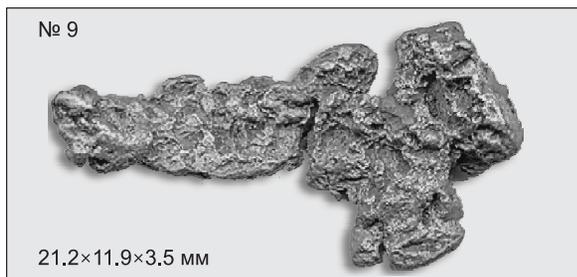
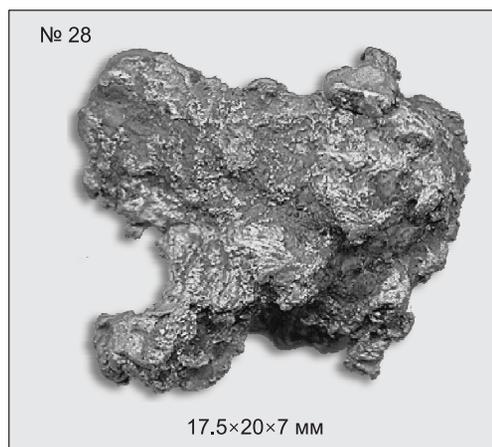
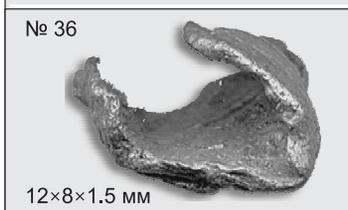
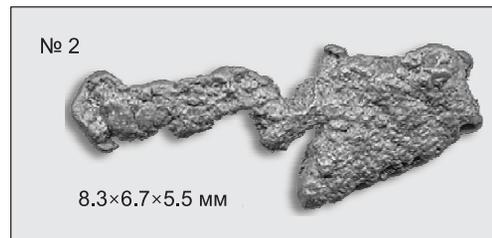
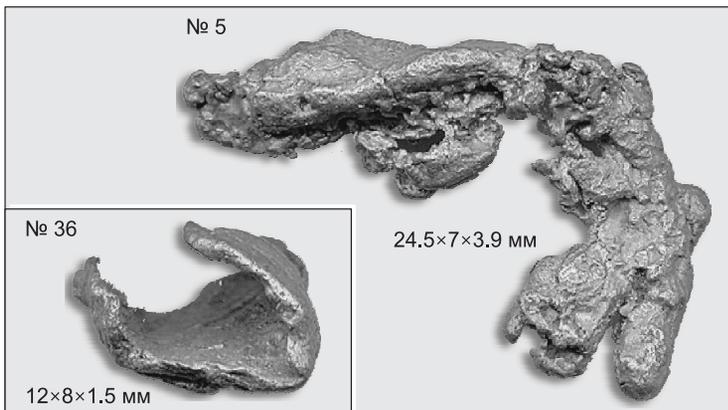
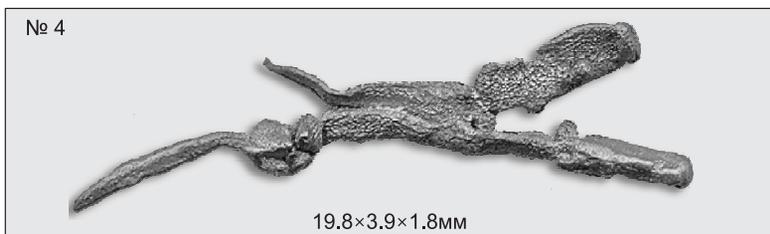
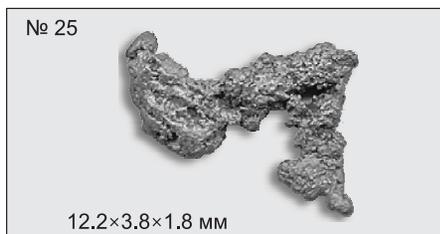
В основу настоящего раздела легли результаты изучения 39 самородков золота, которые были добыты при непосредственном участии авторов при эксплуатации россыпи Копто. Хотя самородки золота представляют одну из гранулометрических групп выделений самородного золота россыпи, однако они резко выделяются необычностью форм среди остальных групп. В целом самородки полностью сохранили свои первоначальные рудные формы, они неокатаны или слабоокатаны, часто в сростках с кварцем. Анализ гранулометрического состава навески золота (2000 г) россыпи Копто показал, что золото представлено следующими фракциями (мас. %): более 10 мм — 4.5; 10—5 мм — 1; 5—2 мм — 10.45; 2—1 мм — 30.23; 1—0.5 мм — 28.66; 0.5—0.25 мм — 21.59; менее 0.25 мм — 3.57. Навеска была отобрана из «висячего» пласта россыпи в центральной части широкой долины (ширина 500 м) на глубине 7 м из деятельного слоя вечной мерзлоты, что исключает возможность попадания самородков в россыпь непосредственно с прилегающих бортов долины (см. рис. 11). Анализ навески

Рис. 11. Поперечный геологический разрез долины р. Копто.

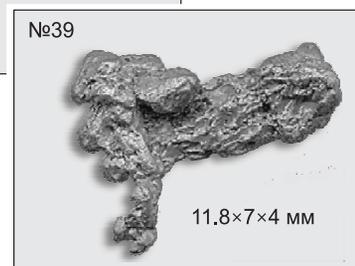
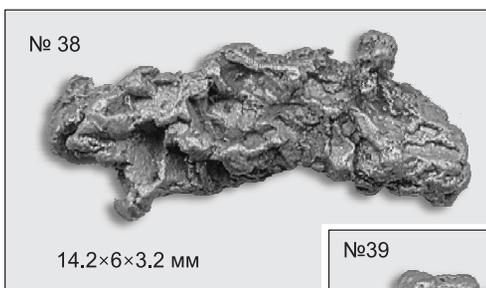
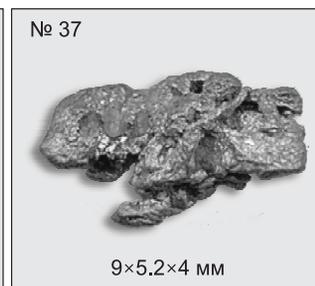
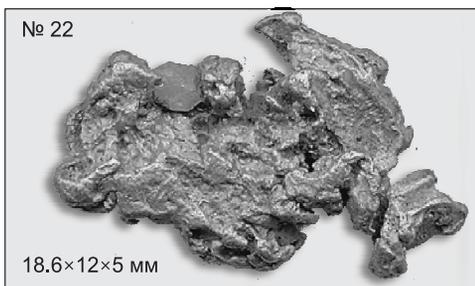
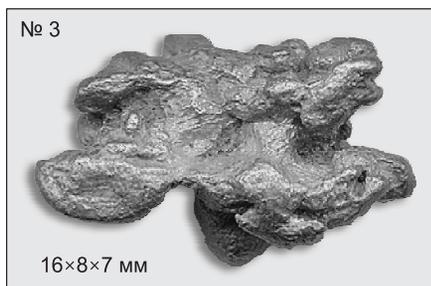
1 — ил; 2 — глина; 3 — песок; 4 — глыбы, щебень; 5 — валуны; 6 — галечники, гравий; 7 — красноцветные суглинки; 8 — «желтоцветные» галечники; 9 — коренные породы; 10 — россыпи; 11 — место отбора пробы. Аллювиальные отложения стадий тектоногеоморфологической активизации: нижнеплейстоценовой (aN_2^1), эоплейстоцен-нижнеплейстоценовой (aQ_{E-I}), среднеплейстоценовой (aQ_{II}), верхнеплейстоценовой (aQ_{III}), голоценовой (aQ_{II}). Делювиально-пролювиальные отложения верхнего плейстоцена (dpQ_{III}^2).



Первая группа



Вторая группа



Третья группа

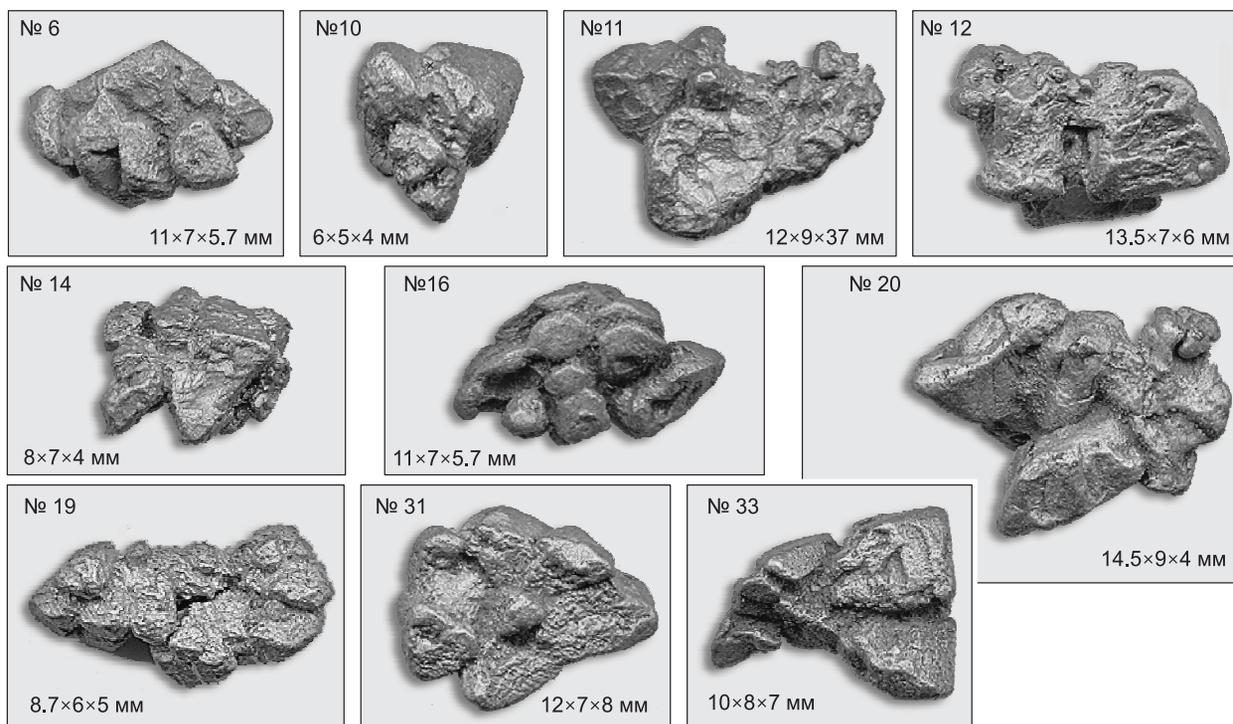


Рис. 12. Морфология самородков золота россыпи Копто.

показал наличие 39 самородков общим весом 108.7 г, что составляет 5.5 мас.%. Максимальный размер золотины составляет $31.9 \times 9.2 \times 7.0$ мм (вес 12.45 г), минимальный размер — $6.2 \times 5.0 \times 4.3$ мм (вес 0.823 г). Самородки россыпи Копто по классификации Н.В. Петровской [1993] отнесены к мелкому и среднему классам и по морфологии разделяются на три группы.

Первая группа — это отпрепарированные прожилки золота, имеющие ксеноморфно-трещинную форму (рис. 12). К ним относятся 14 самородков — плоских, чаще вытянутых в плане золотин, реже изометричных, с заливообразными краями и ямчато-бугорчатой поверхностью. Размеры самородков от 1.8×1.1 до 5.8×2.5 см. Самородки сохранили свои первоначальные формы, свойственные рудному золоту, они неокатаны или слабоокатаны, их выступы и отростки не смяты. Часто наблюдается локальное сглаживание, обминание краев золотин, свидетельствующее о том, что транспортировка самородков происходила, видимо, в составе кварцевой гальки, предохраняющей самородок. В этом случае сглаживанию подвергались лишь отдельные части золотин, выступающие из кварцевой гальки. Окончательное выкрошивание кварца произошло, видимо, уже непосредственно в россыпи.

Вторая группа золотин относится к ксеноморфному типу, точнее к его цементационной и интерстиционной разновидности (см. рис. 12). Это скопления золота, цементирующие обломки ранее отложенных минералов. Развиваются в участках дробления жильного кварца и сульфидов ранней генерации. Золото неокатано и слабоокатано. Отростки и выступы не смяты. Заметен процесс выкрошивания кварца. В сростках кварц трещиноватый с гидроокислами железа по трещинам.

К третьей группе отнесены самородки, которые можно назвать гемиидиоморфными (см. рис. 12). Это кристаллы, выросшие на ксеноморфную основу и, соответственно, созданные в два этапа рудообразования. Форма наростов золота октаэдрическая и ромбододекаэдрическая, некоторые из них несут признаки скелетного строения.

В общем виде процесс формирования и преобразования самородков в россыпях рассмотрен С. Г. Москвитиним с соавторами [1997]. В период россыпеобразования самородки испытывают влияние тех же факторов, которые обуславливали формирование золотоносных песков россыпей. При этом авторы выделяют три этапа: отделение от рудной массы, формирование и преобразование самородка. Первый этап характеризует начало россыпеобразования и включает поступление в аллювий неформированного самородка при разрушении рудного тела. Второй этап совпадает с основным периодом россыпеобразования, при котором самородок преобразуется в аллювиальной среде. Обломок подвергается механическому воздействию окружающего аллювия, при котором происходит выкрошивание квар-



Рис. 13. Золото из россыпей:

а — р. Копто, 1-я надпойменная терраса; фракция 1—7 мм. *б* — р. О-Хем, левого притока р. Тапса; фракция 0.5—7 мм.

ца, сопровождающееся одновременным обминанием, наклепыванием и сглаживанием прожилков, отростков и выступов золота в одну компактную массу вокруг ядра самородка. Третий этап происходит в результате неоднократного перебива золотоносной россыпи, при котором самородок интенсивно наклепывается, сглаживается и истирается, и полностью утрачивает первоначальные формы.

Морфометрические характеристики самородков золота россыпи Копто (фракция >10 мм) имеют отчетливо рудные признаки и не укладываются в предложенную схему формирования самородков. Это, как правило, неокатанные или слабоокатанные золотины с отчетливыми кристаллической, друзовидной, дендритовой, цементационной, интерстициальной, комковидной формами. В углублениях золотинок фиксируются включения кварца, на поверхности — пленки гидроокислов железа. В то же время наблюдается обминание отдельных выступающих частей золотинок. Несомненно, самородки россыпи Копто в процессе своего формирования прошли лишь этап отделения от рудной массы и слабого преобразования. В отличие от самородков, мелкое золото россыпи (фракция <10 мм) имеет типично россыпной окатанный облик (рис. 13).

Россыпь Копто отнесена авторами к группе россыпей, формирующихся частично или полностью за счет перебиваемых ледниковых отложений — именно это обстоятельство и позволяет объяснить необычность форм самородков исследуемой россыпи. Процесс накопления самородков в россыпи Копто можно представить в такой последовательности. В результате ледниковой экзарации рудных тел в период среднеплейстоценового чуйского (gQ_{II}^4) оледенения происходит поступление золота в составе кварцевой массы в ледниковые отложения долины Копто. В период куэктанарского межледниковья (aQ_{III}^1) происходит перебив ледниковых отложений, их сортировка и переход в аллювий. Самородки в это время находятся в составе кварцевой гальки. На процесс освобождения самородков в течение второго этапа накладывается вечная мерзлота, установившаяся в период последующего верхнеплейстоценового чибитского оледенения. Действие вечной мерзлоты и криодиагенеза проявляются в дополнительном дроблении и дифференциации (под действием импульсов периодического многократного промерзания—оттаивания) горных пород аллювия, происходит выкрошивание кварца и высвобождение золотых самородков от кварцевой рубашки на месте их отложения. Самородок, таким образом, в целом сохраняет свои первоначальные формы. Сглаживание и обминание отдельных его частей на фоне общей неокатанности объясняется преобразованием его в тот период развития, когда он находился в составе рудной кварцевой массы.

Оруденение района широко представлено золото-кварцевой формацией, характеризующейся разнообразными морфологическими типами. Однако коренные источники самородков в настоящее время не выявлены. На месторождении Проездное мощность кварцевых жил от нескольких сантиметров в местах пережимов до 1.5 м в раздувах. Размеры выделений золота от 0.001 до 1.5—2 мм. Самородков не встречено. Остальные рудопоявления представлены маломощными жилами кварца (до 10—20 см) с гнездовым распределением металла и в целом не имеют промышленного значения (содержания золота до 0.6 г/т). Анализ литературных данных [Смолин, 1970; Самусиков, 2005] показывает, что и в других районах России коренными источниками самородков являются небольшие маломощные жилы (в основ-

ном до 10 см). Золото концентрируется в них в виде локальных гнезд, а межгнездовые участки жил слабозолотоносны. Такие жилы, как правило, не разведуются и в связи с гнездовым распределением в них металла они при поисковом опробовании чаще всего попадают в разряд слабозолотоносных, не имеющих практического значения.

Таким образом, в бассейне р. Копто возможно выявление гнездового распределения золота в маломощных кварцевых жилах.

ВЫВОДЫ

1. Определяющую роль в заложении и развитии рельефа и формировании россыпей Тапса-Каахемской золотоносной зоны имели блоковые дифференцированные движения вдоль неотектонических разломов. В результате полицикличности россыпеобразования в долинах региона сформировались россыпи золота разнообразных морфологических типов с ярусным распределением продуктивных пластов в разных по составу и возрасту вмещающих рыхлых отложениях: олигоцен-нижнеплиоценовые, эоплейстоцен-нижнеплейстоценовые, среднеплейстоценовые и верхнеплейстоценовые.

2. Устанавливается сложная связь между россыпями Бай-Сют, Соруглуг-Хем и питающими их источниками. По пробности, величине и характеру разброса значений самородное золото рудных объектов рассматриваемого района весьма разнообразно. В целом макросостав золота разновозрастных продуктивных пластов отражает состав металла из питающих их источников. Наиболее характерной особенностью неогенового элювиального золота является более высокий разброс значений пробности относительно коренного источника, что объясняется естественными факторами: вертикальной зональностью рудной минерализации и эродированностью рудных тел. Для элювиального золота характерно максимальное гипергенное преобразование, выражающееся в изменении внутренней структуры, рекристаллизации, образовании высокопробной каймы и межзерновых прожилков. Формирование высокопробных кайм происходило, видимо, в условиях развития древней неогеновой коры химического выветривания. Еще больший разброс пробности золота отмечается в направлении от более древних к более молодым пластам со смещением в область меньших значений, что указывает на существование в области питания невыявленных коренных источников иного формационного типа. Этот вывод подтверждает и резкое изменение типоморфных особенностей золота в продольном профиле долины р. Бай-Сют.

3. Золото россыпей, формирующихся за счет перемыыва ледниковых отложений, имеет свои особенности. В россыпи Копто широко развиты самородки, полностью сохранившие свои первоначальные рудные формы: они неокатаны или слабоокатаны, часто в сростках с кварцем. Транспортировка самородков в россыпь происходила, видимо, с ледниковыми отложениями в составе кварцевой гальки, предохраняющей самородок от окатывания. Окончательное выкрошивание кварца и освобождение золота произошло уже непосредственно в россыпи на месте отложения (*in situ*) в условиях морозного выветривания.

4. Наличие самородков в россыпи Копто позволяет прогнозировать гнездовое распределение золота в известных маломощных жилах кварца.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 06-05-64118-а).

ЛИТЕРАТУРА

Калинин Ю.А., Росляков Н.А., Прудников С.Г. Золотоносные коры выветривания юга Сибири. Новосибирск, Академ. изд-во «Гео», 2006, 339 с.

Кильчичаков К.М., Токунов В.Ф. Золотое оруденение в Тапса-Каахемском районе // Материалы по геологии Тувинской АССР, 1971, вып. 2, с. 104—109.

Москвитин С.Г., Анисимова Г.С., Жданов Ю.Я. Самородное золото Якутии. Новосибирск, Наука, 1997, 198 с.

Нестеренко Г.В. Прогноз золотого оруденения по россыпям. Новосибирск, Наука, 1991, 190 с.

Петровская Н.В. Самородное золото. М., Наука, 1973, 347 с.

Петровская Н.В. Золотые самородки. М., Наука, 1993, 192 с.

Прудников С.Г., Михайлов В.В. Роль неотектоники в формировании россыпей золота на южном фланге Каахемской рифтогенной зоны // Состояние и освоение природных ресурсов Тувы и сопредельных регионов Центральной Азии. Геоэкология природной среды и общества (научные труды ТувИКОПР СО РАН), Кызыл, ТувИКОПР СО РАН, 2002, с. 47—55.

Рогов Н.В., Зайков В.В., Бухаров Н.С., Уссар Р.Т. Рудоносные зоны смятия Тувы // Материалы по геологии Тувинской АССР, 1979, вып. 4, с. 86—99.

Рудные формации Тувы. Новосибирск, Наука, 1981, 200 с.

Самусиков В.П. Самородки золота — где они образуются? // Россыпи и месторождения кор выветривания: факты, проблемы, решения (XIII Международное совещание по геологии россыпей и месторождений кор выветривания). Пермь, 2005, с. 256—258.

Смолин А.П. Самородки золота Урала. М., Недра, 1970, 144 с.

Филиппов В.Е. Исследование процессов формирования аллювиальных россыпей золота методами моделирования: Автореф. дис. ... к.г.-м.н. Алма-Ата, КазИМС, 1987, 17 с.

Рекомендована к печати 16 ноября 2009 г.

А.С. Борисенко

Поступила в редакцию

22 мая 2009 г.