

УДК 553.061:549

ТАРЫНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЖИЛЬНО-ВКРАПЛЕННЫХ РУД – НОВЫЙ ТИП ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ВЕРХНЕ-ИНДИГИРСКОМ РАЙОНЕ ЯКУТИИ

© 2004 г. Г. Ю. Акимов, А. В. Крючков, Т. Л. Крылова,
член-корреспондент РАН А. А. Сидоров

Поступило 23.03.2004 г.

Верхне-Индигирский район Якутии включает в себя центральную часть Главного золотоносного пояса Северо-Востока России. Помимо крупных россыпных месторождений золота, многие из которых уже отработаны, в районе известны золото-сурьмяные (Сарылах, Малтан и др.), золото-кварцевые (Бадран, Хангалас, Нагорное и др.) и золото-редкометальные (Якутское, Эргелях, Чугулук) рудные месторождения (рис. 1).

На основании детального изучения вещественного состава руд Тарынского месторождения впервые в Верхне-Индигирском районе Якутии установлен золото-сульфидный вкрапленный тип крупнообъемного золотого оруденения и выявлен полный рудно-формационный ряд жильно-вкрапленной благороднометальной минерализации.

Тарынское месторождение открыто А.В. Крючковым, Ю.В. Кузнецовым и П.М. Полянским в бассейне верхнего течения р. Малый Тарын в 1999 г.

Своеобразие месторождения заключается в последовательном телескопировании золото-сульфидных вкрапленных (с тонкоигольчатым арсенопиритом), золото-кварцевых, золото-редкометальных, золото-сурьмяных и серебряных руд. Из ассоциирующихся с месторождением россыпей добыто более 50 т золота.

Месторождение приурочено к узлу пересечения Адыча-Тарынского глубинного разлома, контролирующего на протяжении 900 км размещение золото-сурьмяного и золото-кварцевого оруденения, с поперечной зоной скрытых разрывных нарушений, контролирующей выходы штоков раннеэокомого гранодиорит-гранитного комплекса и сопряженное с ними золото-

редкометальное и олово-серебро-полиметаллическое оруденение (рис. 1). Тарынское месторождение сформировалось в надынtruзивно-купольной структуре, ядро которой фиксируется ореолом развития пирротина в центральной части Мало-Тарынского рудного поля (рис. 2, 3).

Вмещающая месторождение терригенная толща сложена норийскими алевролитами и аргиллитами, среди которых наблюдаются серии сближенных пластов мезомиктовых, преимущественно мелкозернистых песчаников. Постоянным элементом разреза являются прерывистые горизонты подводно-оползневых брекчий (микститов), состоящих из угловатых обломков алевролитов и аргиллитов, сцементированных песчаником. Встречаются линзы гравелитов и конгломератов. В лоне *Monotis ohotica* рудовмещающей толщи Г.Ю. Акимовым обнаружена монацит-рутил-цирконовая морская палеороссыпь. Палеороссыпь представлена пластом темно-серых тонкозернистых песчаников мощностью около 20 м с содержанием циркона 1.4–3.8 кг/т (Zr 674–1873 г/т) и рутила – 10–22 кг/т. Пласт подвергся гидротермальной проработке и интенсивно сульфидизирован (пирротин, арсенопирит, халькопирит, пирит), содержит до 4.9 г/т золота (скв. 21).

Терригенные породы месторождения характеризуются фациальной изменчивостью. Их накопление, по-видимому, происходило во внешних частях глубоководного морского выноса, краевые зоны которой фиксируются микститовыми горизонтами среди осадков фоновой седиментации (алевролитов и аргиллитов). Породы претерпели региональные преобразования в стадии позднего катагенеза–раннего метагенеза.

Рудовмещающая осадочная толща смята в многопорядковые линейные складки субмеридионального–северо-северо-западного простирания, осложненные разрывными нарушениями. Месторождение представлено тремя крупными сопряженными крутопадающими зонами дробления в запад-юго-западном крыле Тарынского синклинория (рис. 2).

*Институт геологии рудных месторождений,
петрографии, минералогии и геохимии
Российской Академии наук, Москва*

*Филиал Государственного унитарного горно-
геологического предприятия “Восточно-Якутское”
“Верхне-Индигирская экспедиция”,
п. Усть-Нера, Республика Саха (Якутия)*

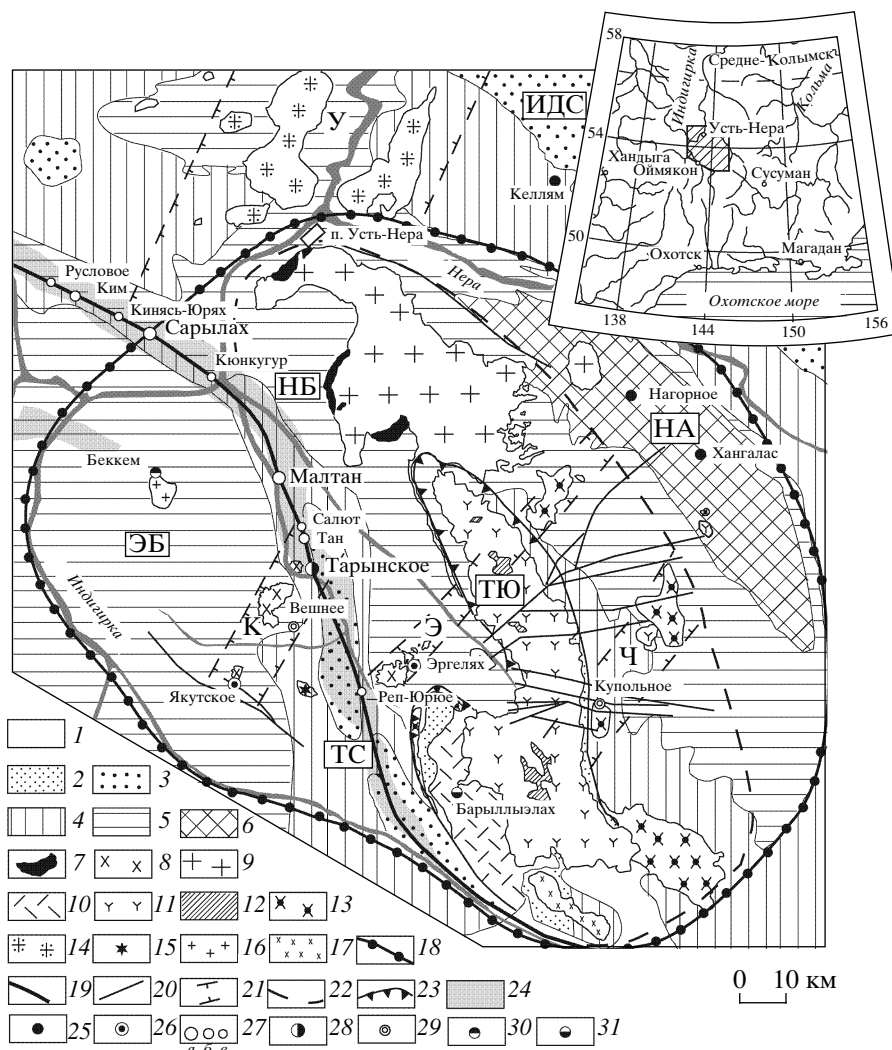


Рис. 1. Положение рудных месторождений на схеме геологического строения Верхне-Инди́гирской кольцевой структуры. Геологическая основа по [1] с изменениями и дополнениями. 1 – четвертичные образования; 2 – вулканогенно-осадочные отложения верхней юры; 3–6 – терригенные отложения: 3 – ранней и средней юры, 4 – норий-рэтского, 5 – карнийского ярусов верхнего триаса, 6 – среднего и нижнего триаса; 7–17 – магматические комплексы: 7 – позднеюрский диоритовый, 8–10 – раннеэокомовые гранодиорит-гранитный (8), адамеллит-гранитный (9) и риолитовый (10); 11–13 – позднеэокомовые дацитовый (11), то же с микропегматитовыми гранодиорит-порфирами (12) и гранодиоритовый (13), 14 – апт-альбский гранит-лейкогранитный, 15 – альбский гранодиоритовый, 16 – сеноманский адамеллитовый, 17 – турон-раннесенонский гранодиорит-порфировый; 18 – кольцевой космолинеамент; 19 – Адыча-Тары́нская зона разломов; 20 – разрывные нарушения; 21 – поперечные зоны разрывных нарушений, в том числе скрытых (У – Усть-Нерская, К – Курдатская, Э – Эргеляхская, Ч – Чинкаганская); 22 – Сары́чевское кольцо по [2]; 23 – зоны дуговых разрывов; 24 – положительные линейные гравитационные аномалии по [3], фиксирующие зоны палеораздвигов в основании мезозойд; 25–31 – рудные месторождения: 25 – промышленно значимые золото-кварцевые, 26 – золото-редкометалльные, 27 – золото-сурьмяные (а – крупные, б – средние и мелкие, в – рудопроявления), 28 – месторождения с совмещенным золото-сульфидным вкрапленным, золото-кварцевым, золото-редкометалльным, золото-сурьмяным и серебро-полиметаллическим оруденением, 29 – олово-серебро-полиметаллические, 30 – молибден-вольфрамовые, 31 – касситерит-сульфидные; складчатые структуры: НА – Нерский антиклинорий, ИДС – Иньяли-Дебинский синклинорий, ЭБ – Эльгинский брахиантиклинорий, ТС – Тары́нский синклинорий, НБ – Нельканская брахиантиклиналь, ТЮ – Тарын-Юряхская грабенсинклиналь.

Зона-1 в междуречье Эгелях–Голубичный–Зеленый имеет северо-западную ориентировку и косо сечет складчатость. В междуречье Зеленый–Ягодный–Малый Тарын простираение зоны-1 постепенно меняется на соскладчатое север-северо-западное. Протяженность зоны-1 более 6 км. Зона-1

представлена практически бескварцевыми тектонизированными алевролитами и аргиллитами, вплоть до милонитов флюидаальной и порфирикластической текстур, содержащих вкрапленность визуально неразличимого тонкоигольчатого золотоносного арсенопирита, пирита, иногда марказита,

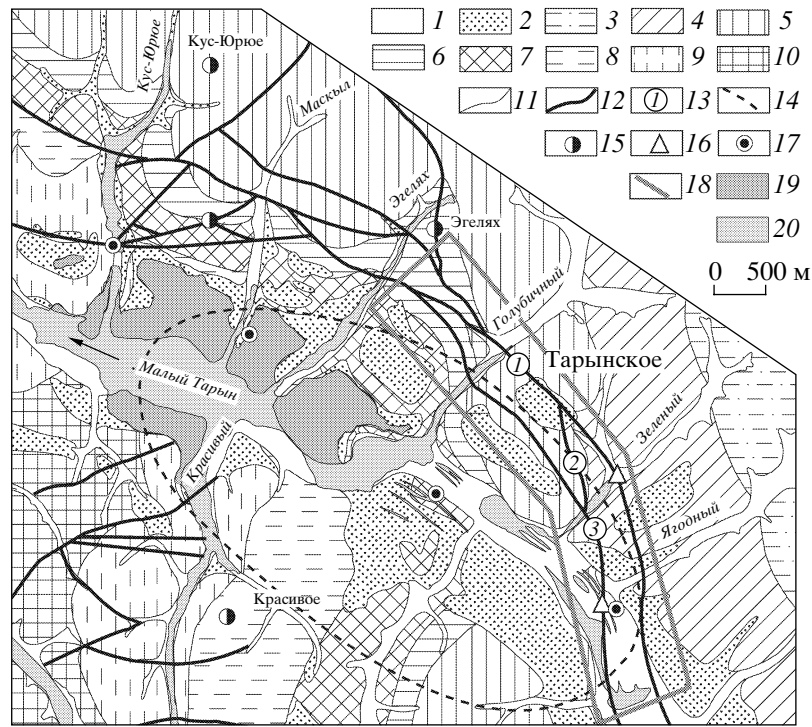


Рис. 2. Схематическая геологическая карта Мало-Тарынского рудного поля. Аллювиальные четвертичные образования: 1 – голоценовые, 2 – верхне-плейстоценовые. Отложения нижней юры: 3 – алевролиты геттангского и синемюрского ярусов нижней юры. Отложения верхнего триаса: 4 – алевролиты с редкими прослоями песчаников (*Tosarpeten efimovae*); 5, 6 – переслаивание песчаников и алевролитов (5 – *Monotis ochotica*, 6 – *Monotis scutiformis*); 7, 8 – песчаники и алевролиты верхней (7) и нерасчлененных средней и нижней (8) толщ (*Otapiria ussuriensis*); 9 – алевролиты (*Pinacoceras verchoianicum*); 10 – алевролиты с редкими прослоями песчаников (*Sirenites yakutensis*); 11 – геологические границы; 12 – разломы; 13 – номера минерализованных зон дробления в описании; 14 – ореол развития пирротиновой минерализации над куполом предполагаемой нескрытой интрузии; 15 – золото-кварцевые проявления; 16 – участки с золото-сурьмяной минерализацией; 17 – точки серебро-полиметаллической минерализации; 18 – контуры Тарынского месторождения. Аллювиальные россыпи золота: 19 – террасовые, 20 – русловые.

сфалерита, халькопирита и тетраэдрита (правобережье ручья Голубичный, скв. 6). С пересечением этой зоной дайки измененных долеритов в устье ручья Правый Зеленый связана находка бертьеритовой минерализации (рис. 2). Мощность зоны-1 колеблется от 1 до 40 м, в среднем составляя 10–20 м с мощностью балансовых руд до первых метров. В бассейне ручья Голубичный по зоне-1 на глубину 100–130 м от поверхности развита линейная кора выветривания, в которой достигается полное разложение сульфидов и высвобождение золота, ранее связанного в игольчатом арсенопирите. Содержание золота в окисленных рудах 0.5–20.5 г/т, в неизмененных – 0.5–19.6 г/т.

Зона-2 занимает диагональное положение между зонами-1 и -3 и характеризуется складчатим север-северо-западным простиранием. Контроль зоны-2 осуществляется серией сближенных пластов песчаников на фоне монотонного аргиллитов-алевролитового разреза. Мощность зоны 1–8 м, протяженность около 1 км. В верхней части зоны-2 (до горизонта 780 м) распространены золото-кварцевые руды жильного и прожилково-

штоковкового типов. Из жильных минералов, помимо кварца, наиболее часто встречаются рипидолит-1 (Fe 5.83–4.53 ф.е.) и альбит. Также отмечаются калишпат, пикнохлорит (Fe 5.62–3.95 ф.е), серицит и карбонаты. Широко развиты процессы метасоматического окварцевания песчаников. Рудные минералы золото-кварцевых руд представлены золотом, псевдопирамидальным арсенопиритом, пиритом, сфалеритом (Fe 7.36–5.86 мас. %), галенитом, марказитом и буланжеритом. Золото образует интерстиционные выделения в кварце, размером 0.01–1.5 мм. Пробность выделения золота (901–927) понижается с глубиной. Содержание золота в золото-кварцевых рудах зоны-2 от 0.5 до 119.6 г/т.

На правобережье ручья Зеленый на подрудные, относительно золото-кварцевого оруденения, части зоны-2 наложена Ni–Co с золотом минерализация, представленная полизернистыми псевдоморфозами моноклинного пирротина по псевдопирамидальному арсенопириту, метакристаллами данаита (Co 4.35–4.18 мас. %), Co-арсенопирита, герсдорфита $Ni_{0.5}Co_{0.3}Fe_{0.2}AsS$ и низкопробным (798–799) золотом, размерностью 0.3–1.0 мм. Химические составы

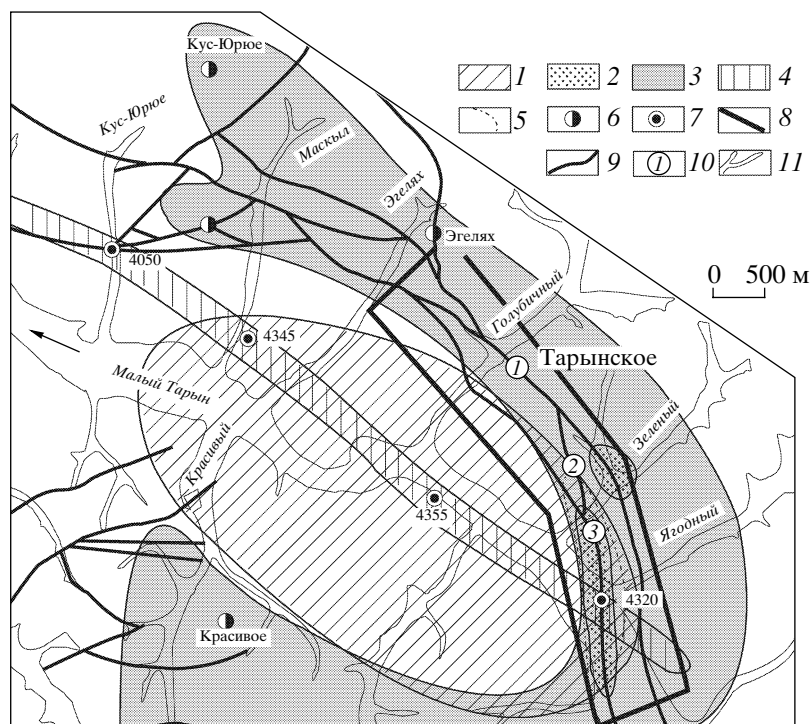


Рис. 3. Карта размещения гидротермально-метасоматической минерализации Мало-Тарынского рудного поля. Ореолы развития: 1 – пирротина, 2 – бертьерита, 3 – золоторудной минерализации (без деления на типы), 4 – серебро-полиметаллической минерализации, 5 – сульфосеннидов Ni и Co; 6 – золото-кварцевые проявления; 7 – точки серебро-полиметаллической минерализации; 8 – контуры Тарынского месторождения; 9 – разломы; 10 – номера минерализованных зон дробления в описании; 11 – русловой аллювий.

вы герсдорфита и данайта очень близки к составам этих же минералов из золото-редкометалльного месторождения Эргелях [4], расположенного в 23 км к юго-востоку от Тарынского месторождения. Из жильных минералов характерен рипидолит-2 (Fe 5.89–5.16 ф.е.), слагающий краевые зоны псевдоморфоз пирротина по арсенопириту. Присутствуют новообразованные карбонаты и кварц. Содержание золота в золото-редкометалльных рудах зоны-2 от 0.5 до 4.9 г/т.

Зона-3 на большем своем протяжении субпараллельна зоне-1 и сочленяется с последней на левобережье ручья Эгелях. Протяженность зоны-3 более 6 км. На водоразделе Голубичный–Зеленый к зоне-3 приурочены золото-кварцевые жилы и жильно-прожилковые участки, с поверхности сильно окисленные.

В междуречье Зеленый–Ягодный–Малый Тарын зона-3 представлена сложным сочетанием разрывных нарушений типа милонитовых швов, ограничивающих будинированные пласты гидротермально проработанных сульфидизированных песчаников внутри мощной аргиллитно-алевролитовой пачки. Рудными телами являются пласты прожилково-окварцованных сульфидизированных песчаников, золото-бертьеритовые, золото-бертьерит-кварцевые и серебро-золото-жемсонит-кварце-

вые жилы и жильно-прожилковые зоны. Кроме того, на участке распространена поздняя марказит-халцедон-кварцевая прожилковая ассоциация. В алевролитовой толще участка наблюдаются прерывистые горизонты плитчатых марказит-пиритовых конкреций мощностью до 2 см, содержащих наложенную халькопирит-блеклорудную минерализацию.

Сульфидизированные песчаники представлены двумя основными пластами мощностью 20 и 40 м соответственно, каждый из которых может рассматриваться как отдельное рудное тело, а также несколькими менее значительными пластами мощностью до первых метров. Песчаники интенсивно прожилковоокварцованы, а на некоторых участках полностью замещены серицит-кварцевым агрегатом. В песчаниках встречаются новообразованные карбонаты, рипидолит (3 генерации), пикнохлорит, диабантит, брунвигит и прожилки углеродистого вещества. Основным минералом сульфидной вкрапленности является арсенопирит (4–5 мас. %) преимущественно псевдопирамидального и вертикально-сплюснутого габитусов. Призматический и тонкоигольчатый арсенопирит распространен в песчаниках в виде обособленных интервалов протяженностью до 10–15 м. Помимо арсенопирита, в песчаниках присутствуют

Таблица 1. Этапы гидротермальной минерализации

Этап	Тип минерализации	T, °C	P, бар	C, мас. % экв. NaCl
I	Золото-сульфидный вкрапленный Золото-кварцевый малосульфидный	360–160	950–10	8.7–3.2
II	Золото-редкометалльный	350–240	–	–
III	Золото-бертьеритовый	350–230	980–720	12.4–4.8
IV	Золото-серебро-джерсонит-кварцевый	360–220	710–600	7.5–5.6
V	Марказит-халцедон-кварцевый	300–270	570	–

Примечание. Физико-химические условия гидротермального процесса приведены по результатам изучения флюидных включений и минеральных геотермометров.

несколько генераций пирита (в том числе ранняя мышьяковистая, As 0.99–1.14 мас. %), пирротина, марказита, халькопирита, на некоторых участках – глаукоdot, данаит, гудмундит (Bi 3.57 мас. %), бертьерит, ульманнит NiSbS, тетраэдрит, мелкодисперсное золото и неназванная фаза предположительно нового минерала (Cu 19.67, Fe 32.93, Sb 15.46, S 32.06, As 1.28, сумма 101.36 мас. %). Вкрапленный бертьерит слагает центральные части гидросерцит-хлорит-бертьеритовых псевдоморфоз по кубическому пириту. Хлорит псевдоморфоз отвечает рипидолиту-3 (Fe 4.30–4.92 ф.е.). Содержания золота в пластах сульфидизированных песчаников – первые г/т, при максимальных 3.5 г/т.

Золото-бертьеритовые и золото-бертьерит-кварцевые жилы и жильно-прожилковые тела приурочены к контактам песчаников и алевролитов. Помимо обогащенного Pb (0.50–0.75 мас. %) бертьерита, эти жилы содержат карбонаты, рипидолит-3, серицит, пирротин, тетраэдрит, халькопирит, ульманнит, виллиамит $Co_{0.5}Ni_{0.5}SbS$, тонкое (0.001–0.002, до 0.05 мм) высокопробное (980–995) золото, незначительное количество антимонита, а также реликтовые сфалерит и арсенопирит. Содержание золота в бертьеритовых жилах доходит до 80.2 г/т на 1 м мощности.

При наложении на золото-бертьерит-кварцевые жилы поздней прожилковой марказит-халцедон-кварцевой минерализации происходит переотложение бертьерита и антимонита. Максимальная мощность халцедон-кварцевых прожилков 10 см.

Серебро-золото-джерсонит-кварцевые жилы располагаются в аргиллито-алевролитовой толще, в 40–140 м западнее от золото-бертьеритовых жил и сульфидизированных песчаников. Известны четыре маломощные (10–60, ср. 15–20 см) межпластовые жилы протяженностью 50, 45, 30 и 120 м. Жилы характеризуются раздувами и пережимами, часто будинированы. Жильные минералы представлены кварцем (95 %), карбонатом (3 %), серицитом и рипидолитом-3 (Fe 4.53–4.83 ф.е.). Рудные минералы представлены пиритом, двумя генерациями арсенопирита (регенерированными кристаллами изометричной формы и мельчайшими

ромбовидными), пирротин, джерсонитом, буланжеритом, бурнонитом, халькопиритом, сфалеритом-1 (Fe 7.44 мас. %), сфалеритом-2 (Fe 3.84–4.35, Hg 2.41 мас. %), Ag-тетраэдритом (Ag 15 мас. %) и золотом. Золото представлено редкими высокопробными зернами (958–960), размерностью до 1 мм в пустотках кварца, и мельчайшими (0.003–0.004 мм) включениями не установленной пробности в Ag-тетраэдрите. Содержание золота в этих жилах 0.9–4.8 г/т.

Последовательность выделения минералов в джерсонит-кварцевых жилах следующая: кварц, кварц-Fe-доломит-1-серицит, кварц-арсенопирит-1, сфалерит-1, Fe-доломит-2, пирротин, арсенопирит-2, сфалерит-2, халькопирит, бурнонит, джерсонит, буланжерит, Ag-тетраэдрит-золото, марказит, пирит. По-видимому, здесь имеет место наложение серебро-полиметаллической минерализации на более ранние золоторудные ассоциации. Образование джерсонита вместо сереброносного галенита может быть связано с наложением Pb-содержащих растворов на бертьерит. Также нельзя полностью исключать, что джерсонит-кварцевые жилы могут представлять минеральную фацию золото-сурьмяных руд, где при взаимодействии Fe-Sb-растворов с ранним галенитом вместо бертьерита образовался джерсонит. Однако этому противоречит полное отсутствие Ag-содержащих минералов в бертьерит-кварцевых рудах при исключительной сереброносности джерсонит-кварцевых. Аналогичная закономерность описана для месторождения Майское на Чукотке [5].

Гидротермально-метасоматическая минерализация Тарынского месторождения сформировалась в пять этапов (табл. 1).

В первый этап в зонах сжатия происходило формирование золото-сульфидных вкрапленных, а в сопряженных зонах растяжения – золото-кварцевых руд. В общем виде первый этап минерализации включает три ступени: рипидолит-кварцевую, пирит-арсенопирит-кварцевую и кварц-золото-полисульфидную. Рипидолит-кварцевая ступень представлена калишпат-кварцевым, рутил-альбит-кварцевым и кальцит-рипидолит-кварцевым пара-

генезисами. Пирит-арсенопирит-кварцевая ступень представлена Mg-сидерит-серицит-кварцевым, анкерит-пирит-серицит-кварцевым, Fe-доломит-арсенопирит(игольчатый)-серицит-кварцевым, серицит-Fe-доломит-пирротин-кварцевым, Fe-доломит-арсенопирит (псевдопирамидальный)-серицит-кварцевым и доломит-серицит-кварцевым парагенезисами. Кварц-золото-полисульфидная ступень включает халькопирит-сфалеритовый, пирит-галенитовый, буланжеритовый и золото-галенитовый парагенезисы. Эволюция габитусных форм и особенности химического состава арсенопиритов первого этапа минерализации были рассмотрены ранее [6]. К–Ag-возраст золото-кварцевых руд, определенный по серициту из сростаний с видимым золотом (канавка № 62), составляет 130 ± 4 млн. лет (аналитик М.М. Аракелянц, ИГЕМ РАН).

Золото-редкометалльный этап минерализации представлен кварц-рипидолитовым, кварц-Fe-доломит-пирротинным, герсдорфит-данаит-Со-арсенопиритовым и золотым парагенезисами.

Золото-сурьмяный этап включает гидросерицит-рипидолит-пирротин-бертьеритовый, халькопирит-тетраэдритовый, золото-ульманнитовый, золото-виллиамитовый и антимонит-марказит-пиритовый парагенезисы.

Серебро-полиметаллический этап на месторождении представлен пирротинным, арсенопиритовым, сфалерит-халькопиритовым, бурнонитовым, буланжерит-джемсонитовым, золото-халькопирит-Ag-тетраэдритовым и пирит-марказитовым парагенезисами.

Заключительный этап гидротермальной минерализации представлен халцедон-бертьерит-кварцевым и антимонит-марказит-кварцевым парагенезисами.

Первый этап минерализации обусловлен до- и синаккреционными тектоно-магматическими процессами. Последующие этапы оруденения связа-

ны с проявлениями тектоно-магматической активизации.

Таким образом, Тарынское месторождение жильно-вкрапленных руд представляет новый для региона тип крупнообъемного золотого оруденения. В результате проведенных исследований на Тарынском месторождении впервые в районе установлен полный рудно-формационный ряд золотой минерализации. Совмещение в единых геологических структурах полиформационного полихронного золотого оруденения является характерным признаком крупных золоторудных месторождений [5]. Вкрапленные руды и рудно-формационный ряд Тарынского месторождения наиболее близки к такому месторождению Майское на Чукотке. Выявление на Тарынском месторождении промышленной минерализации майского типа создает предпосылки для переоценки известных золото-сурьмяных месторождений района на предмет обнаружения золото-сульфидных вкрапленных руд.

Работа выполнена при финансовой поддержке филиала ГУГПП "Восточно-Якутское" "Верхне-Индигирская экспедиция" (договоры подрядов № 136 от 17.09.2002 и № 131 от 01.09.2003 г.) и частично РФФИ (гранты 03-05-64095 и 04-05-64359).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахарев А.Г., Зайцев А.И., Ненашев Н.И., Избеков П.Э. // Отеч. геология. 1997. № 9. С. 15–19.
2. Рудич К.Н. Магматизм хребта Сарычева. М.: Госгеолтехиздат, 1959. 184 с.
3. Стогний Г.А., Стогний В.В., Бабкина Т.Г. // Отеч. геология. 2003. № 6. С. 75–77.
4. Гамянин Г.Н., Лыхина Л.И. // Зап. ВМО. 2000. № 5. С. 43–50.
5. Волков А.В., Сидоров А.А. Уникальный золоторудный район Центральной Чукотки. Магадан: СВКНИИ, 2001. 180 с.
6. Акимов Г.Ю., Кринов Д.И., Брызгалов И.А. // Колыма. 2003. № 3. С. 17–21.