

ФОРМАЦИОННАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ТИПЫ ЗОЛОТО-КВАРЦЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АЛДАН-МААДЫРСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО УЗЛА (ЗАПАДНАЯ ТУВА)

Р.В. Кужугет, В.И. Лебедев

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

В статье рассмотрена формационная принадлежность и минеральные типы месторождений Алдан-Маадырского золоторудного узла. Авторами статьи установлено, что золоторудные месторождения данного рудного узла относятся к золото-теллуриднему (Au–Ag–Te) типу, связанному с вулкано-плутоническими магматическими комплексами. Различия в составе руд исследованных месторождений обусловлены латеральной и вертикальной минеральной зональностью.

самородное золото, теллуриды, селениды, минеральные типы, золото-кварцевое оруденение, Тыва

FORMATION BELONGING AND MINERAL TYPES OF THE GOLD-QUARTZ DEPOSITS OF ALDAN-MAADYR GOLD-ORE CLUSTER (WESTERN TUVA)

R.V. Kuzhuget, V.I. Lebedev

The paper considers the formation belonging and mineral types of Aldan-Maadyr gold-ore cluster deposits. It has been established that the gold-ore deposits of the mentioned ore cluster are refer to gold-telluride (Au–Ag–Te) type associated with volcanic-plutonic magmatic complexes. Differences in the ore composition of the investigated deposits are due to lateral and vertical mineral zonation.

native gold, tellurides, selenides, mineral types, gold-quartz deposit, Tuva

ВВЕДЕНИЕ

Расшифровка генезиса и условий образования золоторудных месторождений является одним из фундаментальных направлений современной геологической науки. Без современной описательной и генетической минералогии невозможно, в частности, воспроизведение реальных условий образования месторождений золотых руд, которые, в свою очередь, являются научной основой для их поисков, разведки и рациональной отработки.

В Тыве одним из перспективных рудных узлов на коренное золото является Алдан-Маадырский золоторудный узел (АМЗУ), который расположен на левобережье р. Хемчик в области развития V–Є метатерригенных комплексов Западного Саяна, V–Є₁ океанических офиолитов фундамента Хемчикско-Куртушибинской пред дуговой зоны, O–S молласы Хемчикско-Сыстыгхемского коллизионного прогиба и D комплексов Тувинского рифтогенного прогиба. АМЗУ вытянут с запада на восток на 60 км при ширине 15 км. Рудные объекты сосредоточены в субширотной полосе размерами 45 × (5–7) км. Размещение золотого оруденения в пределах узла определяется, главным образом, структурно-тектоническим и магматическим факторами и контролируется разломами, оперяющими

Хемчикско-Куртушибинский (Саяно-Тувинский) глубинный разлом. Оно приурочено, в частности, к диагонально примыкающим к нему узким линейным антиклиналям и горст-антиклиналям субширотного простирания и секущим их разрывным нарушениям той же ориентировки. Ядра линейных антиклиналей и горст-антиклиналей сложены офиолитами меланж-олистостромовой ассоциации V–Є₁ (известняками и интенсивно лиственитизированными серпентинитами, высоко титанистыми базальтами, габброидами, песчаниками), а крылья – ордовикскими конгломератами, алевролитами и песчаниками [5, 12]. В пределах АМЗУ выделяются золото-кварцевые месторождения и ряд рудопроявлений Au. Наиболее крупными из них являются Улуг-Саирское месторождение в конгломератах и Хаак-Саирское – в лиственитах. Прогнозные ресурсы Au на Хаак-Саирском месторождении [8] категории P₂ оцениваются в 18 т до глубины 200 м при среднем содержании Au 2 г/т; Улуг-Саирского месторождения вместе с Арысканским рудопроявлением – в 20 т. Прогнозные ресурсы категории P₃ по АМЗУ в целом оцениваются в 80 т Au.

Хаак-Саирское месторождение представлено 5-ю участками развития золото-кварцевых жил на площади 2 × 8 км среди лиственитов, офиолитов (V–Є₁) и конгломератов, алевролитов и песчаников (O). Большую часть его площади занимают мусковит-парагонит-кварц-карбонатные (зелёные) и типичные кварц-карбонатные (серые) листвениты по офиолитам. Оруденение локализовано в жилах халцедоновидного и тонкозернистого кварца, приуроченных к центральным частям линейных тел лиственитов. Рудные тела Улуг-Саирского месторождения развиты на площади 1 × 4 км. Золоторудная минерализация здесь чаще всего наложена на кварц-турмалиновые метасоматиты. Золотоносны кварцевые жилы и кварцево-жильные зоны, локализованные в конгломератах и алевролитах, реже в сланцах.

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ АМЗУ

Исследованные месторождения (Хаак-Саир, Улуг-Саир) характеризуются: 1) малосульфидным типом оруденения (до 5 %); 2) полистадийным отложением золотой минерализации; 3) значительными вариациями Ag/Au – от 0,12 до 67 для Хаак-Саира, от 0,10 до 19, реже до 60 для Улуг-Саира; 4) развитием теллуридов, селенидов, селенотеллуридов; 5) устойчивостью геохимических характеристик от ранних продуктивных стадий к поздним, вне зависимости от различий в минеральном составе; 6) наличием сложно-зональных золотин; 7) широкими вариациями пробности самородного Au – от 619 до 957 ‰ в хааксаирских рудах и от 615 до 967 ‰ в улугсаирских; 8) примесями в блёклых рудах: Te (до 0,57 мас.%) и Bi (до 1,55 мас.%) на Хаак-Саире; Te (до 1,58 мас.%) и Se (до 0,62 мас.%) на Улуг-Саире; 9) резко выраженной осцилляционной зональностью для некоторых кристаллов блёклых руд Хаак-Саирского месторождения (рис. 1).

По опубликованным данным [21, 16], минералы группы блёклых руд с осцилляционной зональностью характерны для вулканогенных и вулканогенно-плутоногенных месторождений Au. Содержание Bi в блёклых рудах плутоногенных месторождений Au составляет не менее 0,4 мас.%, Te – < 0,12 мас.% [27]. Колорадоит (HgTe) является типоморфным минералом вулканогенных гидротермальных золоторудных и

золотосодержащих месторождений вулканогенных гидротермальных золоторудных и золотосодержащих месторождений от колчеданных до убогосульфидных [25].

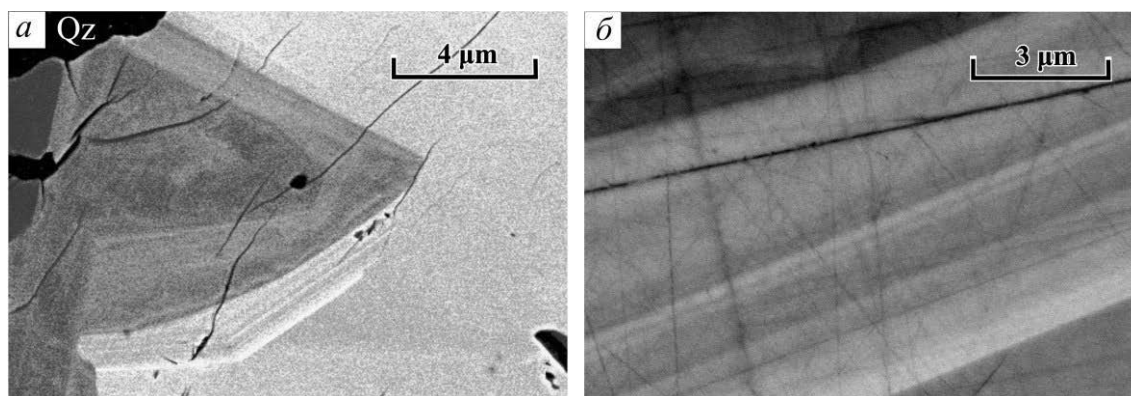


Рис. 1. Зональные блёклые руды Хаак-Саирского месторождения. Светлые зоны – сурьмянистые фазы, серые зоны – мышьяковистые фазы.

Соответственно, золоторудные месторождения АМЗУ характеризуются весьма своеобразным минеральным составом руд и полихронностью их образования, что выражается в последовательном формировании различных типов золотой минерализации. Хаак-Саирскому и Улуг-Саирскому месторождениям присущи некоторые черты вулканогенно-гидротермальных золоторудных объектов. Многие исследователи [22, 10, 23 и др.] месторождения золота такого генезиса относят к вулканогенно-плутоногенной гидротермальной золоторудной формации. Одни месторождения данной формации – Куранах, Лебединое (Алдан) по особенностям состава близки к вулканогенным – с селенидно-теллуридной минерализацией, с теллуросодержащими блёклыми рудами, колуситом ($\text{Cu}_{12}\text{V}(\text{Sb},\text{As},\text{Sn})_3\text{S}_{16}$), аурипигментом, киноварью [15, 23]. Другие (Дарасун и др.) имеют промежуточные характеристики [17, 11, 23]. На тех и других проявлена отчётливая латеральная и вертикальная минеральная зональность.

По минералого-геохимическим критериям типизации месторождений, изученные объекты АМЗУ можно отнести к золото-теллуридному (Au–Ag–Te) типу, связанному с вулканоплутоническими магматическими комплексами. Типовыми объектами золото-теллуридного типа вулканоплутонических поясов и районов являются месторождения Крипл Крик, Калгурли, Кочбулак и др. [9, 7, 3]. Для месторождений этого типа характерны их тесная пространственная связь со щелочным магматизмом, Au–Ag–Te специализация руд и широкие вариации Ag/Au – 500÷1000, чаще 60÷100. Формирование руд месторождений золото-теллуридного типа может происходить не только в эпитеермальных, но и в мезотермальных условиях при давлениях > 1,5 кбар [29]. Ряд исследователей [32, 35, 7 и др.] месторождения этого типа относят к А-типу (alkaline-Au-Te type) в классе эпитеермальных месторождений, связанных с вулканоплутоническими комплексами. В качестве примера приводятся месторождения Агинское, Крипл Крик, Калгурли и Кочбулак. А.А. Сидоров и А.В. Волков [20] эти объекты относят к золото-серебро-теллуридному минеральному типу. В одних систематиках месторождения золото-теллуридного (минерального) типа относятся только к вулканогенным рудным формациям [26, 28], в

других – к вулканогенным и плутоногенным [18], в третьих – к тем и другим, а также к вулканогенно-плутоногенным [9, 22, 23, 7].

Формирование рудных тел Хаак-Саирского и Улуг-Саирского месторождения происходило в течение ряда этапов. На первом этапе возникла кварц-турмалиновая формация с фторапатитом и W-содержащим рутилом. Высокотемпературная кварц-турмалиновая формация (кварц-турмалиновые метасоматиты и кварц-турмалиновые жилы) генетически связана с малыми интрузиями гранодиорит- и тоналит-порфиров I фазы баянкольского комплекса (D_{2-3}), что установлено в рудном поле Хаак-Саирского месторождения [19]. На втором этапе сформировались метасоматиты березит-лиственитовой формации и сопряжённые с ней кварц-пиритовые жилы с шеелитом. Завершился этап внедрением предзолоторудных даек микродиоритов и диорит-порфиров III фазы баянкольского комплекса (D_{2-3}). На 3-м, продуктивном этапе произошло последовательное отложение различных типов золотой минерализации. На 4-м, постпродуктивном этапе образовались турмалин-кварцевые, карбонат-кварцевые и хлорит-гематит-кварцевые прожилки, секущие все более ранние минеральные парагенезисы.

По опубликованным данным [4, 19] и собственным наблюдениям на Хаак-Саирском месторождении установлены три продуктивные стадии (выделенные далее жирным шрифтом, минеральные ассоциации и минералы описаны впервые):

1) **золото-сульфосольно-сульфидно-кварцевая** (с ней связано ~ 65 % Au месторождения) представлена кварцем, Fe-тетраэдритом, Fe-теннантит-тетраэдритом, галенитом, халькопиритом, **Ag-тетраэдритом, Zn-тетраэдритом, аргентотетраэдритом, аргентотеннантит-тетраэдритом, Fe-теннантитом, борнитом, золотом, электрум, Cu-содержащим золотом, арсенопиритом, герсдорфитом, Fe-Co-герсдорфитом, бурнонитом ($CuPbSbS_3$), сфалеритом, гесситом, акантитом, ялпаитом (Ag_3CuSi);**

2) **золото-ртутисто-кварцевая** (~ 30 % Au) – кварц, золото, ртутистый электрум, ртутистый кюстелит, Hg-содержащее золото, ртутистое золото, Au-содержащее ртутистое серебро;

3) **золото-селенидно-теллуридно-сульфидно-кварцевая** (~ 5 % Au) – кварц, борнит, герсдорфит, Zn-тетраэдрит, Te-содержащий тетраэдрит, Se-имитерит ($Ag_2Hg(S,Se)_2$), Se-киноварь, неограниченные твёрдые растворы минералов ряда галенит–клаусталит ($PbSe$), тиманнит ($HgSe$), науманнит (Ag_2Se), S-науманнит, Te-, Hg-содержащие разновидности науманнита, фишессерит (Ag_3AuSe_2), золото, ртутистое золото, ртутистый электрум, колорадоит ($HgTe$), гессит и т.д.

В коре выветривания развиты халькозин, ковеллин, малахит, азурит, гематит, гётит, гидрогётит, **штрмейерит ($CuAgS$), англезит ($PbSO_4$), церуссит, линарит ($PbCu[SO_4](OH)_2$), ромеит ($(Ca,Fe,Mn,Na) Sb_2O_6(O,OH,F)$), гидроромеит, трипугиит ($FeSbO_4$), триппкеит ($CuAs_2O_4$), конихальцит ($CuCa[AsO_4](OH)$), брошантит ($Cu[SO_4](OH)_6$), скородит, акантит, серебро, золото, атакамит ($Cu_2Cl(OH)_3$), иодиды – иодаргирит (AgI), минералы ряда маршит($(Ag,Cu)I$)–майерсит(CuI), мошелит (Hg_2I_2), хлориды – бромистый хлорагирит ($Ag(Cl,Br)$), Br-, I-содержащий хлораргирит**

(Ag(Cl,Br,I)), бромиды – Cl, I-содержащий бромаргирит (Ag(Br,Cl,I)), I, Cl-содержащий бромаргирит (Ag(Br,I,Cl)), I-содержащий бромаргирит (Ag(Br,I)).

На Улуг-Саирском месторождении выявлены три продуктивные стадии:

1) *золото-сульфидно-кварцевая* (~ 70 % Au на месторождении) – кварц, халькопирит, пирит, золото, **электрум**, галенит;

2) *золото-пирит-халькопирит-кварцевая* (~ 20 % Au) – кварц, пирит, халькопирит, золото, **электрум**;

3) *золото-теллуридно-сульфидно-кварцевая* (~ 15 % Au) – кварц, хлорит, мусковит, халькопирит, **Fe-теннантит, Cu-теннантит, Te-, Se-, Hg-содержащий теннантит**, золото, галенит, **Se-содержащий галенит, петцит (Ag₃AuTe₂), гессит (Ag₂Te), Pb-, Se-содержащий гессит, фишессерит (Ag₃AuSe₂), Pb-, Te-содержащий фишессерит, кавацулит (Bi₂Te₂Se), Se-волынскит (AgBi(Te,Se)₂), виттихенит (Cu₃BiS₃)** и борнит.

В коре выветривания развиты малахит, азурит, гётит, ковеллин, халькозин, **бисмит (Bi₂O)**, куприт, **самородная медь**, англезит, церуссит и другие минералы.

Руды Хаак-Саирского месторождения формировались в условиях гипабиссальной фации глубинности при $P \sim 0,5$ кбар (~ 1,5 км) и температурах 290–135 °С (золото-сульфосольно-сульфидно-кварцевая стадия – 290–220 °С, золото-ртутисто-кварцевая – 220–160 °С, золото-селенидно-теллуридно-сульфидно-кварцевая – 226–135 °С) [33, 12]; Улуг-Саирского месторождения – в условиях гип-мезобиссальной фации глубинности при $P \sim 0,9$ –1,0 кбар (~ 2,7–3,0 км) и температурах 360–145 °С (золото-сульфидно-кварцевая стадия – 360–250 °С, золото-пирит-халькопирит-кварцевая – 300–165 °С, золото-теллуридно-сульфидно-кварцевая – 280–145 °С) [2, 13]. Формирование продуктивных минеральных ассоциаций этих месторождений происходило на фоне снижения температур и вариациях фугитивности O₂, S, Se и Te. Особое влияние на процессы минералообразования руд оказывала активность S, Hg, Te и Se. При повышенной активности Te и Se в растворах формировалось высокопробное золото, поскольку серебро связывалось в теллуриды и/или селениды. Очевидно, большая часть Ag связана с Te, т. к. степень химической активности Bi и Ag с Te выше, чем у Au. Этим объясняется наименьший разброс пробности самородного золота поздних продуктивных стадий месторождений по сравнению с другими продуктивными стадиями (рис. 2).

В гидротермальных месторождениях золота АМЗУ проявлена латеральная зональность по составу рудовмещающей среды: породы кремнекислого и среднего состава замещены березитами, а породы базитового и гипербазитового – лиственитами. Рудные тела Хаак-Саирского месторождения среди лиственитов обогащены минералами Cu (в т.ч. блёклыми рудами), Cr-содержащими минералами (турмалином Cr₂O₃ до 1,04 мас. %, слюдами ряда мусковит–парагонит Cr₂O₃ до 0,80 мас. %), по натриевым базальтам образовались листвениты с парагонитом. В рудах также отмечается сульфоарсенид никеля (герсдорфит, Fe-Co-герсдорфит с содержанием Co до 7 мас. %) и Cu-содержащее золото, что характерно для месторождений в гипербазитах. На Улуг-Саирском месторождении, локализованном среди ордовикских осадочных образований, развиты березиты и березитизированные

породы, заместившие кварцевые песчаники и алевролиты. Сульфоарсенид никеля и Cr-содержащие минералы в улугсаирских рудах отсутствуют.

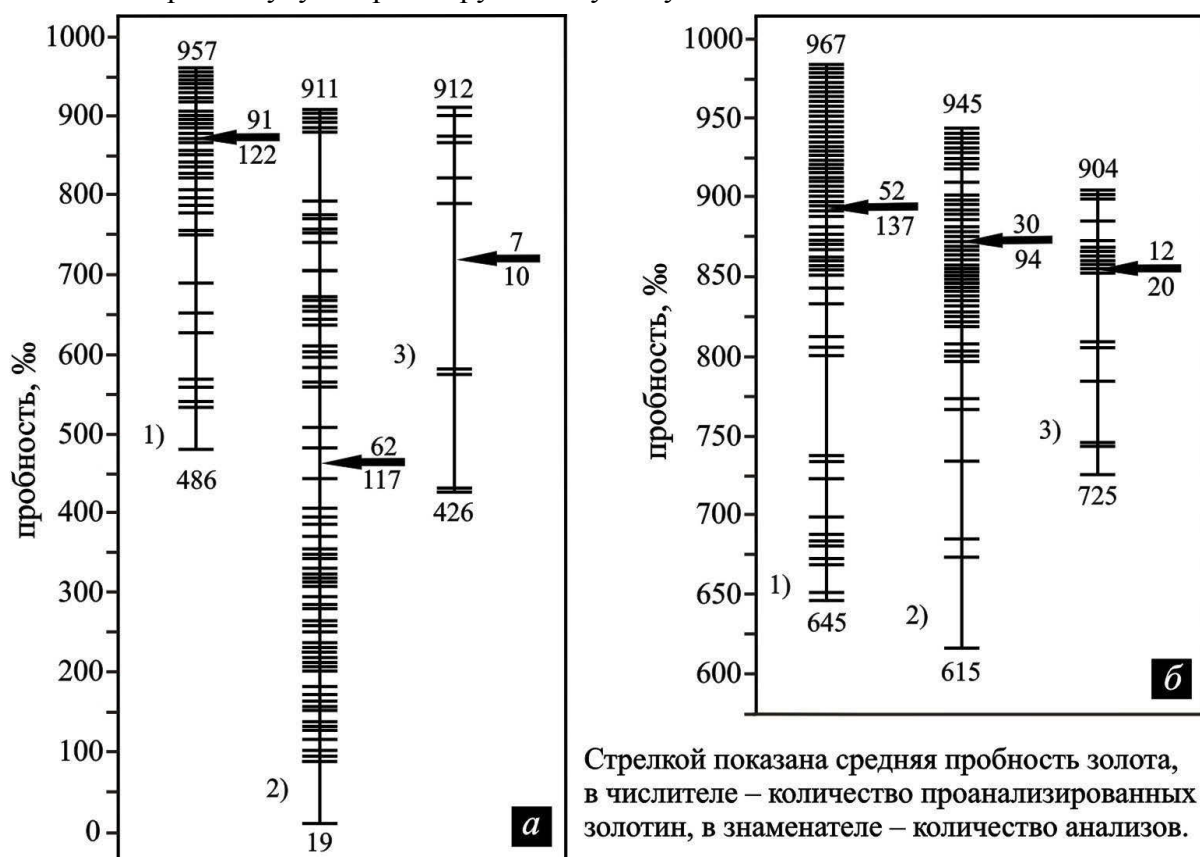


Рис. 2. Вариации пробности минералов Au и Ag первой (1), второй (2) и третьей (3) продуктивных стадий.

(а) — Хаак-Саирского месторождения, (б) — Улуг-Саирского месторождения.

Здесь также чётко проявлена и минеральная зональность по фациям глубинности формирования руд. Для Хаак-Саирского месторождения гипабиссальной фации глубинности ($P \sim 0,5$ кбар) характерны минералы систем Au–Ag (486–957 ‰) и Au–Ag–Hg (19–912 ‰, Hg – до 22 мас.%), блёклые руды богатые Ag (до 50 мас.%), селениды (HgSe, PbSe, Ag₂Se и Ag₃AuSe₂) и менее теллуриды (HgTe, Ag₂Te). Для Улуг-Саирского гипомезоабиссального месторождения ($P \sim 0,9–1,0$ кбар) – минералы ряда Au–Ag (615–967 ‰), теллуриды (Ag₂Te, Ag₃AuTe₂), селениды (Ag₃AuSe₂ и др.), селенотеллуриды Ag, Bi и Te-, Se-содержащие минералы. С зональностью по фациям глубинности коррелируют особенности самородного золота.

В улугсаирских рудах развиты разнообразные теллуриды и селенотеллуриды, в то время как в рудах менее глубинного Хаак-Саирского месторождения развиты разнообразные селениды. Минералы ряда Au–Ag этих месторождений различаются по содержанию Hg. Для улугсаирского золота характерно отсутствие Hg и вариации состава от весьма высокопробного до электрума, хааксаирских рудах – от весьма высокопробного золота до электрума, и от высокопробного золота до Au-содержащего ртутистого серебра через ртутистое золото, ртутистый электрум и ртутистый кюстелит.

Минеральные и геохимические особенности руд Хаак-Саирского месторождения гипабиссальной фации глубинности (~ 1,5 км), возможно, могут свидетельствовать о том, что оно является аналогом эродированной верхней части Улуг-Саирского месторождения гип-мезоабиссальной фации (~ 2,7–3,0 км). По данным некоторых исследователей [1, 24, 6 и др.], на верхних горизонтах месторождения Кайрагач в Узбекистане с Au–Sn–Bi–Se–Te геохимическим профилем широко развиты селениды, Te-содержащие блёклые руды и менее – теллуриды; на глубоких горизонтах возрастает доля теллуридов и снижается доля селенидов. На Au-Te месторождениях Крипл Крик, Калгурли и др. минералы Hg развиты преимущественно на верхних горизонтах [37, 31, 34, 30, 36]. По мнению некоторых исследователей [22, 13], это обусловлено тем, что, с ростом глубинности формирования золото-кварцевых месторождений в рудах снижается количество Sb, Hg, Tl и возрастает содержание Te и W, и величина отношений – Au/Ag, Te/Se (от 1–2 до 100–3000), Au/Hg (от 1 до 200–6500). По составу продуктивных ассоциаций Хаак-Саирское месторождение гипабиссальной фации глубинности (P ~ 0,5 кбар) отвечает золото-галенит-сульфоантимонитовому типу с серебристыми блёклыми рудами, минералами ряда Au–Ag–Hg, селенидами (Au–Ag, Ag, Hg), теллуридами (Ag, Hg), Улуг-Саирское гип-мезоабиссальной фации (~ 2,7–3,0 км) – золото-сульфидному типу с теллуридами и селенидами Au и Ag и селенотеллуридами Ag и Bi (табл. 1).

Таблица 1. Фации глубинности и минеральные типы продуктивных ассоциаций месторождений золото-теллуридного типа АМЗУ

Фации глубинности		Минеральные типы продуктивных ассоциаций	Месторождение
Гипабиссальная < 3 км	> 1,5 км	Золото-галенит-сульфоантимонитовый тип с серебристыми блёклыми рудами, ртутистыми разновидностями минералов ряда Au–Ag, селенидами (Au–Ag, Ag, Pb, Hg), теллуридами (Ag, Hg).	Хаак-Саир
Гип-мезоабиссальная ~ 2,5–3,5 км	> 2,7	Золото-сульфидный тип с теллуридами (Au–Ag, Ag и Pb), теллуровисмутитом, Se-содержащим алтаитом и букхорнитом (AuPb ₂ BiTe ₂ S ₃).	Арыскан
	> 2,7–3,0 км	Золото-сульфидный тип с теллуридами и селенидами Au и Ag (фишессерит и др.) и селенотеллуридами Ag и Bi.	Улуг-Саир

ВЫВОДЫ

Таким образом, полистадийные месторождения Хаак-Саир и Улуг-Саир Алдан-Маадырского золоторудного узла являются производными единой сложной флюидно-гидротермальной рудообразующей системы золото-теллуридного (Au–Ag–Te) типа с латеральной и вертикальной минеральной зональностью. Формирование рудных тел происходило в течение ряда этапов, включающих до 10-ти различных минеральных ассоциаций. Золотое оруденение является наиболее поздним из многочисленных эпизодов

постмагматической гидротермальной деятельности – турмалинизации, березитизации-лиственитизации и т. д. Золото-теллуридный тип Алдан-Маадырского золоторудного узла является новым для Тувы и Алтае-Саянской складчатой области.

Минеральный состав руд исследованных месторождений в значительной мере обусловлен вариациями активности S, Hg, Se и Te, а также фациями глубинности их образования и литолого-геохимическими особенностями рудовмещающих толщ, т.е. различия в составе руд месторождений обусловлены латеральной и вертикальной минеральной зональностью, что подтверждается полученными результатами, свидетельствующими, что минеральные типы по составу продуктивной ассоциации отвечают различным фациям глубинности.

Авторы благодарны А.С. Борисенко, Э.М. Спиридонову, В.В. Зайкову, А.А. Монгушу и И.Ю. Мелекесцевой за ценные замечания и предложения. Работа выполнена при поддержке Гранта Президиума СО РАН (№98) и РФФИ №13-05-98035-р_сибирь_а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бадалов А.С., Спиридонов Э.М. Минеральные ассоциации и эндогенная зональность вулканогенного месторождения Кайрагач // Зап. Узбек. отд. ВМО, 1986. Вып. 39. С. 18–27.
2. Борисенко А.С., Лебедев В.И., Оболенский А.С. и др. Физико-химические условия формирования гидротермальных месторождений Западной Тувы / Основные параметры природных процессов эндогенного рудообразования. Новосибирск: Наука, 1979. С. 226–235.
3. Борисенко А.С., Наумов Е.А., Айриянц А.А. и др. Роль мантийных флюидов в формировании эпитеpmальных месторождений (по данным изотопии гелия) // Матер. XVII симпозиума по геохимии изотопов. М.: ГЕОХИМ РАН, 2004. С. 220–223.
4. Васильев Б.Д., Дружков В.П., Боярко Г.Ю. и др. Золотое оруденение в зоне Хемчикско-Куртушибинского глубинного разлома (Тува) // Рудные формации и месторождения Сибири. Томск: ТГУ, 1979. С. 91–95.
5. Зайков В.В., Мелекесцева И.Ю., Котляров В.А. и др. Алдан-Маадырская золоторудная зона на западном фланге Саяно-Тувинского разлома // Металлогения древних и современных океанов – 2009. Модели рудообразования и оценка месторождений. Миасс: ИМин УрО РАН, 2009. С. 123–127.
6. Коваленкер В.А., Плотинская О.Ю., Прокофьев В.Ю. и др. Минералогия, геохимия и генезис золото-сульфидно-селенидно-теллуридных руд месторождения Кайрагач (Республика Узбекистан). // Геология рудных месторождений, 2003. Т. 45. № 3. С. 195–227.
7. Коваленкер В.А. Рудообразующие системы эпитеpmальных золото-серебряных месторождений: концепции, реальность, модели // Проблемы рудной геологии, петрологии, минералогии и геохимии. М.: ИГЕМ РАН, 2004. С. 160–183.
8. Кононенко Н.Б. Предварительные результаты по золотоносной Алдан-Маадырской зоне (Республика Тыва) // Геология и минеральные ресурсы Центральной Сибири: материалы науч.-практ. конф. Красноярск: Красноярскгеолсъёмка, 2011. С. 162–166.

9. Константинов М.М. Золотое и серебряное оруденение вулканогенных поясов мира. М.: Недра, 1984. 166 с.
10. Кривицкая Н.Н., Брызгалов И.А., Спиридонов Э.М. Джонасонит AuBi₅S₄ – первая находка в Вост. Забайкалье // Докл. РАН, 2008. Т. 420. № 2. С. 368–371.
11. Кривицкая Н.Н., Брызгалов И.А., Спиридонов Э.М. и др. Парагенезы минералов Au-Bi-Sb-Te в Дарасунском вулканогенно-плутоногенном месторождении, Восточное Забайкалье // Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований. М.: ИГЕМ РАН. 2010. Т. 1. С. 292–294.
12. Кужугет Р.В., Монгуш А.А. Алдан-Маадырский золоторудный узел (Западная Тува): особенности геолого-структурного строения и химического состава золота // Вестник ТГУ, 2013. № 369. С. 188–192.
13. Кужугет Р.В., Зайков В.В., Лебедев В.И. Улуг-Саирское золото-турмалин-кварцевое месторождение, Западная Тува // Литосфера, 2014. № 2. С. 99–114.
14. Назьмова Г.Н., Спиридонов Э.М., Шалаев Ю.С. Фации глубинности, фации по составу рудовмещающей среды и особенности глубоко проникающих месторождений каледонской плутоногенной золото-кварцевой формации Северного Казахстана // Материалы Всероссийской конференции «Самородное золото: типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований». М.: ИГЕМ РАН, 2010. С. 70–72.
15. Петровская Н.В. Самородное золото. М.: Наука, 1973. 348 с.
16. Плотинская О.Ю., Коваленкер В.А., Русинов В.Л., и др. Осцилляторная зональность в голдфилдите золоторудных эпиптермальных месторождений // Доклады РАН, 2005. Т. 403, № 2. С. 237–241.
17. Прокофьев В.Ю. Типы гидротермальных рудообразующих систем (по данным исследования флюидных включений) // Геология рудных месторождений, 1998. Т. 40. С. 514–528.
18. Рожков И.С. Особенности золоторудных месторождений подвижных поясов и платформ. В кн.: Эндогенные рудные месторождения. М.: Наука, 1968. С. 153–161.
19. Рудные формации Тувы. / Отв. Ред. В.А. Кузнецов. Новосибирск. Наука, 1981. 201 с.
20. Сидоров А.А., Волков А.В. Генетическое разнообразие и конвергенция эпиптермального золото-серебряного оруденения // Докл. РАН, 2004. Т. 397. № 1. С. 72–77.
21. Спиридонов Э.М. Типоморфные особенности блеклых руд некоторых плутоногенных, вулканогенных, телетермальных месторождений золота // Геология рудных месторождений, 1987. Т. 29. № 6. С. 83–91.
22. Спиридонов Э.М. Инверсионная плутоногенная золото-кварцевая формация каледонид севера Центрального Казахстана // Геология рудных месторождений, 1995. Т. 37. № 3. С. 179–207.
23. Спиридонов Э.М. Обзор минералогии золота в ведущих типах Au минерализации // Золото Кольского полуострова и сопредельных регионов. Труды Всероссийской (с

международным участием) научной конференции, посвящённой 80-летию Кольского НЦ РАН. Апатиты, 26–29 сент. 2010 г. Апатиты: Изд-во К & М, 2010. С. 143–171.

24. Спиридонов Э.М., Бадалов А.С. Новые сульфоселенотеллуриды и сульфоселениды висмута из вулканогенного месторождения Кайрагач (Восточный Узбекистан) // Узб. геол. журнал, 1983. № 6. С. 82–84.

25. Спиридонов Э.М., Плетнёв П.А. Месторождение медистого золота Золотая Гора (о "золото-родингитовой" формации). М.: Научный Мир, 2002. 220 с.

26. Тимофеевский Д.А. О формационной классификации, минеральных типах и золотоносных минеральных ассоциациях золоторудных месторождений СССР // Тр. ЦНИГРИ, 1971. Вып. 96. С. 5–32.

27. Филимонов С.В. Минералы группы блёклых руд – индикаторы рудогенеза (на примере гидротермальных месторождений золота). Автореф. дис. ... канд. геол-мин. наук. М.: МГУ, 2009. 16 с.

28. Щербаков Ю.Г. Распределение и условия концентрации золота в рудных провинциях. М.: Наука, 1967. 268 с.

29. Berger B.R., Eimon P. Conceptual models of epithermal precious metal deposits II Cameron volume on Unconventional Mineral Deposits (ed. Shanks W.C.), AIME Soc. Mining Ing. 1983. P. 191–205.

30. Boyle R.M. The geochemistry of gold and its deposits (together with a chapter on geochemical prospecting for the element) // Bull. Geol. Surv. Canada, 1979. № 280. 584 p.

31. Emmons W.H. Gold deposits of the World. New York-London: McGraw-Hill Book Company, 1937. 562 p.

32. Hedenquist J.W. The ascent of magmatic fluid: discharge versus mineralization // Magmas, fluid and ore deposits / J.F.H. Thompson, ed. Mineralogical Assoc. of Canada. Short course ser., 1995. V. 23. P. 263–289.

33. Melekestseva I., Ankusheva N., Zaykov V. et al. Formation conditions of the Khaak-Sair and Sarytash gold deposits in listvenites, Western Tyva: evidences from fluid inclusions // Large igneous provinces of Asia: mantle plumes and metallogeny: Abstracts of the International Conference. Irkutsk, 2011. P. 162–165.

34. Radtke Arthur S. Data on cuprian coloradoite from Kalgoorlie, Western Australia. Economic Geology and the Bulletin of the Society of Economic Geologists. 1963. V. 58. N 4. P. 593–598.

35. Richards J.P. Alcalic-type epithermal gold deposits - a review // Magmas, fluid and ore deposits (J.F.H. Thompson, ed.). Mineralogical Assoc. of Canada. Short course ser. 1995. V. 23. P. 367–400.

36. Shackleton J.M., Spry P. & Bateman R. Telluride mineralogy of the Golden Mile deposit, Kalgoorlie, Western Australia // Canad. Mineral., 2003. V 41. P 1503–1524.

37. Stillwell F.L. The occurrence of telluride minerals of Kalgoorlie // Proc. Austral. Inst. Mining and Metall. 1931. № 84. P 115–190.