

АЛДАН-МААДЫРСКИЙ ЗОЛОТОРУДНЫЙ УЗЕЛ (ЗАПАДНАЯ ТУВА): ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНОГО СТРОЕНИЯ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗОЛОТА

Показаны особенности геолого-структурного строения Алдан-Маадырского золоторудного узла. Проведен сравнительный анализ химического состава золота месторождений и рудопроявлений рудного узла. Геолого-структурные и минералогическо-геохимические особенности золота изученных золото-кварцевых объектов данного золоторудного узла свидетельствуют о возможности выявления в пределах узла перспективных для освоения крупных по запасам месторождений золота.

Ключевые слова: рудное золото; минералогия; Тува.

Введение

Алдан-Маадырский золоторудный узел приурочен к области сочленения каледонид Центрально-Саянской зоны (метатурбидиты), Хемчикско-Куртушибинской преддуговой зоны (офиолиты и олистостромы V_2 – E_1 фундамента, карбонатно-терригенные отложения E_2 – S чехла) и герцинид Центрально-Тувинской зоны (магматические, вулканогенно-осадочные и осадочные образования Тувинского рифтогенного прогиба). Географически золоторудный узел расположен на левобережье р. Хемчик между урочищем Эдегей (на западе) и устьем р. Ак-Суг (на востоке), протягивается с запада на восток на 60 км при ширине 20 км, рудные объекты в основном сосредоточены в 45-километровой узкой полосе шириной 5–7 км. Золоторудный узел включает небольшое месторождение и ряд рудопроявлений золота, которые были открыты в конце 1960-х гг. в процессе геологоразведочных работ. Наиболее крупными из них являются Улуг-Саирское месторождение в конгломератах и Хаак-Саирское рудопроявление в лиственитах, Арысканское и Душкуннугское рудопроявления, связанные с березитами (см. рис. 1).

В данном районе, а также в Эйлиг-Хемском, в 1975–1977 гг. группой геологов Томского политехнического университета – Б.Д. Васильевым, В.П. Дружковым, Л.В. Пешехоновым, Ю.Е. Зыковым, Г.Ю. Боярко и другими – проводились ревизионно-оценочные работы на золото. Результаты геолого-разведочных и тематических работ обобщены в монографии [1]. В 2008 г. в пределах данного золоторудного узла возобновились тематические исследования под руководством В.В. Зайкова, который в 1963–1966 гг. в качестве старшего геолога проводил геологическую съемку масштаба 1:50 000 на данной площади и является первооткрывателем Улуг-Саирского месторождения. Практическое значение этих исследований заключается в минералогическом обосновании перспективности оруденения на глубину. В 2009–2010 гг. на Алдан-Маадырской площади поисковой партией ОАО «Красноярскгеолсъемка» проводились государственные поисковые работы на рудное золото (главный геолог Н.Б. Кононенко). По результатам литогеохимических опробований по вторичным ореолам рассеяния по сети 50×200 м наиболее перспективным признано Улуг-Саирское месторождение, на котором оконтурено наибольшее площадное развитие золотоносных пород – линейной золото-кварцевой жильно-прожилковой зоны субширотного

направления с цепочечно-узловым проявлением Au с содержаниями от 5 до 200 мг/т и эпицентрами от 300 до 1000 г/т [2].

В целом рудные объекты характеризуются большими параметрами золотого оруденения на поверхности (мелкие по запасам золота объекты), но благоприятными геолого-минералогическими предпосылками выявления крупных объектов на глубине первых сотен метров и благоприятными горно-техническими условиями отработки глубоких горизонтов. Геологические и минералогические исследования Алдан-Маадырского золоторудного узла имеют не только фундаментальный, но и прикладной характер, заключающийся в обосновании оценочного бурения и проходки разведочных подземных горных выработок. Данная статья продолжает цикл публикаций в этом направлении [3–7].

Геолого-структурное строение золоторудного узла и проявлений золота

В Алдан-Маадырском золоторудном узле рудовмещающими являются ордовикские конгломераты осадочного чехла и апоофиолитокластовые листвениты в антиклинальных выступах фундамента Хемчикско-Сыстыгхемского коллизионного прогиба, а также магматические комплексы, связанные с образованием Тувинского рифтогенного прогиба. Золоторудные тела представлены золото-турмалин-кварцевыми и золото-сульфидно-кварцевыми жилами в конгломератах и лиственитах, а также лиственитами и березитами с наложенной золотой минерализацией. Золоторудные объекты являются производными единого и сложного цикла девонской тектоно-магматической активизации, проявившейся внедрением малых интрузий и многочисленных даек разного состава баянкольского комплекса девонского возраста и постмагматических процессов лиственитизации, березитизации, турмалинизации.

Формирование золотого оруденения приурочено к зоне Хемчикско-Куртушибинского глубинного регионального разлома, в частности к диагонально примыкающим к глубинному разлому узким линейным антиклиналям и горстантиклиналям субширотного простирания и секущим их разрывным нарушениям того же направления (рис. 1). Ядра линейных антиклиналей и горстантиклиналей сложены океаническими и островодужными тектоническими пластинами, состоящими из V–С

ассоциации (известняки и серпентиниты, почти целиком превращенные в листвениты, базальты высокотитанистого типа, габбро, песчаники). Рудовмещающие толщи интенсивно переработаны дизъюнктивной тектоникой вдоль линейных антиклинальных структур, что благоприятствовало формированию рудоносных зон лиственитизации и березитизации и насыщению их кварцево-жильными образованиями с золотой минерализацией. Выделены следующие, наиболее крупные, линейные рудоносные зоны в пределах золоторудного узла:

Хаак-Саир-Акташская, Тожектыхем-Душкуннугская и Акдагская. Наиболее рудоносная Хаак-Саир-Акташская зона вмещает Улуг-Саирское месторождение, Хаак-Саирское, Арысканское и Акдашское рудопроявления, имеет длину 30 км, ширину 1000 м, при этом перспективная на золото часть имеет ширину 200–300 м. Вторая по величине Тожектыхем-Душкуннугская рудоносная зона имеет длину 25 км, ширину 700 м, перспективная на золото часть имеет ширину 100–200 м, Акдагская зона имеет длину 20 км, ширину 500 м (рис. 1).

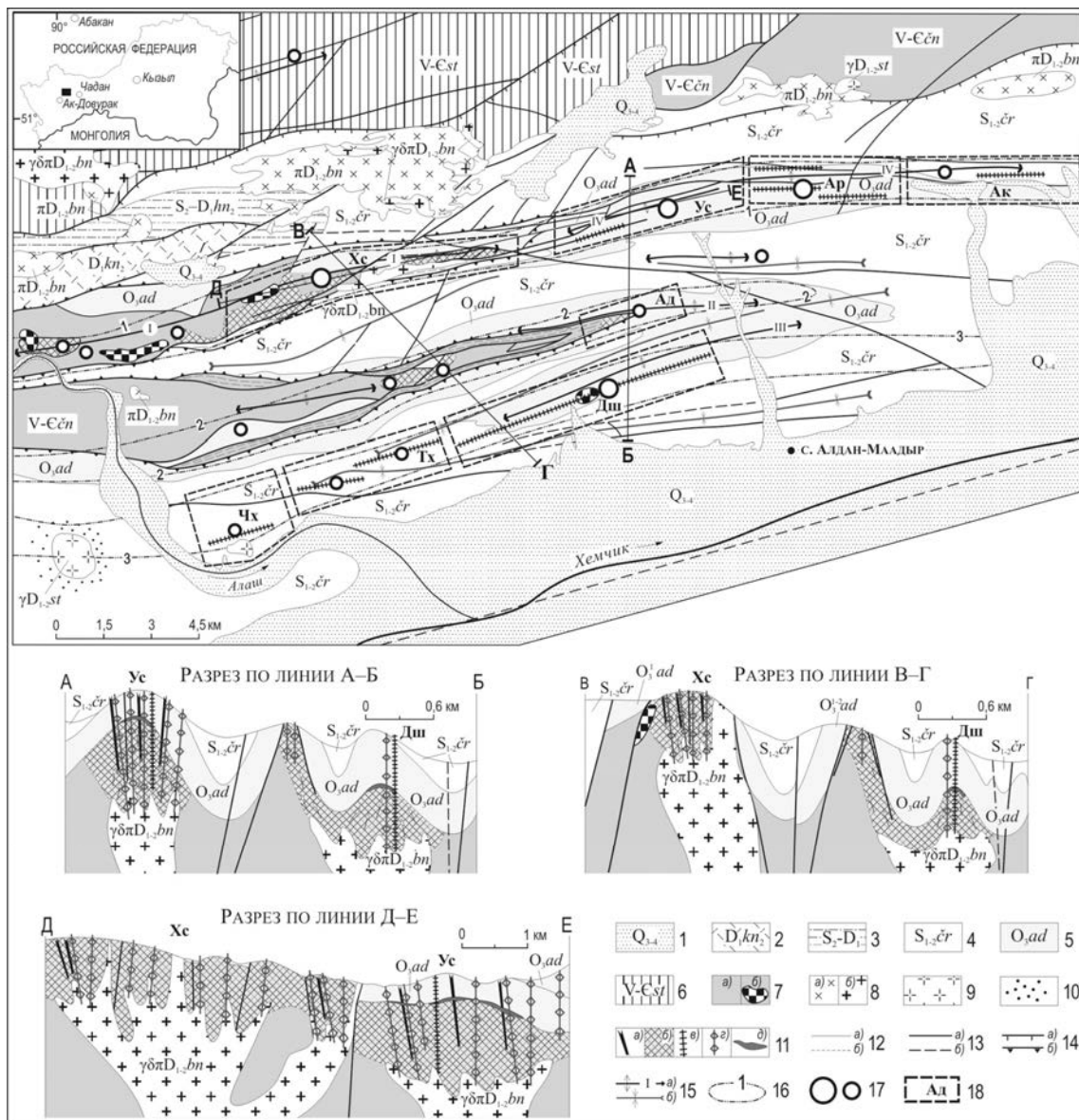


Рис. 1. Геолого-структурная схема и разрезы района Алдан-Маадырского золоторудного узла

(составлена на основе карты [Зайкова, Зайков, 1966] с использованием данных Б.Д. Васильева и др., 1977, с дополнениями):

- 1 – четвертичные отложения; 2 – кислые эффузивы, D_1kn_2 ; 3 – песчаники и алевролиты, $S_2-D_1hn_2$; 4 – алевролиты, $S_{1-2}cr$; 5 – конгломераты, алевролиты с прослоями песчаников, O_{2ad} ; 6 – сланцы, метаалевролиты, $V-Cst$; 7 – офиолитовые аллохтоны, меланж, олистостромы: а – базальты, сланцы, песчаники, туфы, б – гипербазиты, габбро; 8 – баянкольский комплекс, $D_{1-2}bn$: а – кварцевые и андезитовые порфиры (π) II фазы, б – кварцевые, фельзит-, гранодиорит-, тоналит-порфиры, фельзиты, гранит-порфиры ($\gamma\delta\pi$) I фазы; 9 – сютохольский комплекс, $\gamma D_{1-2}st$: граниты, гранодиориты и сиенограниты; 10 – роговики; 11 – рудные тела: а – турмалиновые метасоматиты, б – листвениты, в – березиты, г – окварцованные породы и кварцевые жилы, д – предполагаемые рудные тела под конгломератами; 12 – границы геологические (а) и фациальных переходов (б); 13 – разломы: а – достоверные, б – предполагаемые; 14 – сбросы (а), взбросы (б); 15 – оси складчатых структур: а – антиклинальных: I – Аржанской, II–III – Ак-Дагской, IV – Улуг-Саирской, б – синклинальных; 16 – узкие линейные рудоносные зоны березитизации и лиственитизации с насыщенными кварцево-жильными образованиями с золотой минерализацией: 1 – Хаак-Саир-Акташская, 2 – Тожектыхем-Душкуннугская и 3 – Акдагская; 17 – месторождения и основные рудопроявления, мелкие рудопроявления и точки минерализации золота; 18 – схематические контуры золоторудных полей рудопроявлений: Хс – Хаак-Саирского, Ак – Акдашского, Ад – Акдагского, Дш – Душкуннугского, Тх – Тожектыхемского, Чх – Чедиханского, Ар – Арысканского, Ус – Улуг-Саирского месторождения. На врезке прямоугольником показано географическое расположение района Алдан-Маадырского золоторудного узла. На разрезах стрелками показано движение рудоносных флюидов

Хаак-Саирское золото-кварцевое рудопоявление расположено в западной части золоторудного узла в районе одноименного сухого лога и приурочено к осевой части Аржанской горст-антиклинали, в ядре которой выступают венд-кембрийские осадочные и магматические породы. На крыльях структуры эти породы тектонически контактируют с ордовикскими и силурийскими конгломератами, песчаниками, алевролитами и сланцами, смятыми в линейные изоклинальные складки субширотного простираения. Основную площадь рудопоявления занимают мусковит-парагонит-кварц-карбонатные (зеленые) и типичные кварц-карбонатные (серые) листвениты, образованные по венд-кембрийским осадочным и магматическим породам. Оруденение золота локализовано в кварцевых жилах, приуроченных к центральным частям вытянутых тел лиственитов. В кварцево-жильных образованиях вместе с золотом ассоциируют блеклая руда, халькопирит, турмалин. Содержание золота в руде положительно коррелирует с содержаниями В, Pb, Sb, As, Zn и Ag.

Улуг-Саирское золото-турмалин-кварцевое месторождение расположено в центральной части золоторудного узла в верховьях одноименного сухого лога, приурочено к сводовой части Улуг-Саирской антиклинальной структуры восток-северо-восточного простираения. Ядро антиклинальной структуры западнее месторождения сложено венд-кембрийскими осадочными и магматическими породами, в пределах месторождения – ордовикскими конгломератами, т.е. ось антиклинальной складки погружается к запад-юго-западу. Крылья антиклинальной структуры сложены ордовикскими конгломератами, песчаниками и алевролитами, местами обломочные отложения превращены в сланцы. Оруденение золота локализовано в золото-турмалин-кварцевых и золото-сульфидно-кварцевых жилах, секущих конгломераты и алевролиты, реже сланцы. Золоторудная минерализация месторождения чаще всего является наложенной на турмалиниты и кварц-турмалиновые метасоматиты, развитые в золоторудных кварцевых прожилках и жилах.

Арысканское золото-кварцевое рудопоявление расположено в восточной части золоторудного узла на южных склонах горы Арыскан, приурочено к ядерной части Улуг-Саирской антиклинальной структуры, сложенной рассланцованными ордовикскими алевролитами. Оруденение золота ассоциирует с березитами (по песчаникам и алевролитам), в большей части локализовано в лестничных жилах и прожилках кварца и зонах окварцевания, секущих березиты и вмещающие породы. Кроме того, золотая минерализация связана с золото-сульфидно-кварцевыми образованиями в алевролитах и конгломератах верхнеадырташской подсвиты ордовика. На рудопоявлении золото отлагалось в течение двух стадий: золото-теллуридно-сульфидно-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой.

Дуушкуннугское золото-кварцевое рудопоявление расположено в южной части золоторудного узла в низовьях одноименного лога, приурочено к южному крылу Акдагской антиклинальной структуры, сложенной серицит-глинистыми сланцами и рассланцованными алевролитами нижнечергакской подсвиты силура. Оруденение ассоциирует с березитизированной дайкой

фельзит-порфиров I фазы баянкольского комплекса (D₁₋₂bn), секущей силурийские сланцы, непосредственно локализовано в лестничных кварцевых жилах и прожилках, секущих дайку фельзит-порфиров, реже – в кварцево-жильных образованиях в силурийских алевролитах.

Таким образом, во всех рассмотренных случаях золоторудная минерализация содержится в кварцево-жильных образованиях, при этом от Хаак-Саирского, через Улуг-Саирское и Арысканское, к Дуушкуннугскому проявлениям золота последовательно уменьшается глубина эрозионного среза и соответственно этому меняется состав рудовмещающих пород – от лиственитов, образованных по основным и ультраосновным породам венд-кембрийского возраста, через ордовикские конгломераты и алевролиты к силурийским сланцам. С уменьшением глубины эрозионного среза рудовмещающие основные и ультраосновные породы сменяются кварцевыми песчаниками и алевролитами, а также увеличивается количество березитизированных пород с наложенной золотой минерализацией.

Химический состав минералов золота

Химический состав рудных минералов Хаак-Саирского рудопоявления определен на растровом электронном микроскопе РЭММА-202М в Институте минералогии УрО РАН (г. Миасс) В.А. Котляровым и на растровом электронном микроскопе MIRA-3 в Институте геологии и минералогии СО РАН (г. Новосибирск) Н.С. Кармановым и Р.В. Кужугетом. Химический состав рудных минералов Улуг-Саирского месторождения, Арысканского и Дуушкуннугского рудопоявлений определен на микрозонде JXA 8100, CAMEBAX-Micro в Институте геологии и минералогии СО РАН Е.Г. Дашкевичем и Р.В. Кужугетом.

Хаак-Саирское золото-кварцевое рудопоявление. О золотоносном характере кварцево-жильных образований рудопоявления косвенно свидетельствует наличие в них блеклой руды, халькопирита, турмалина. Содержание золота в руде положительно коррелирует с содержаниями В, Pb, Sb, As, Zn и Ag. На Хаак-Саирском рудопоявлении выявлены две продуктивные стадии рудообразования: 1) золото-сульфосольно-сульфидно-кварцевая (~60%), в которой последовательно образовались высокопробное золото → серебристое золото → медьсодержащее золото → электрум, и 2) золото-ртутисто-кварцевая (~40%), (высокопробное золото → Hg-содержащее и Hg-золото → Hg-электрум → Hg-кюстелит → золотосодержащее Hg-серебро и Hg-серебро).

По вариациям содержаний Ag и Cu выделено пять групп составов минералов золота, образованных на золото-сульфосольно-сульфидно-кварцевой стадии: 1) весьма высокопробное золото с содержанием Ag до 5 мас. % (Au 94, 64–99, 87, Ag 0,00–4,97); 2) высокопробное золото с содержаниями Ag до 10 мас. % (Au 89, 20–94, 74, Ag 4,63–9,64, Cu 0,00–1,30); 3) серебристое золото с содержаниями Ag до 25 мас. % (Au 74,64–89,82, Ag 9,81–24,83, Cu 0,00–1,38); 4) медьсодержащее золото (Au 75,55–92,91, Ag 6,45–22,51, Cu 1,61–3,94); 5) электрум (Au 48,60–68,67, Ag 30,97–51,38, Cu 0,00–0,56).

По содержаниям Ag, Cu и Hg выделено восемь групп составов минералов Au и Ag золото-ртутисто-кварцевой стадии: 1) высокопробное золото с содержанием Hg до 2 мас. % (Au 90,24–94,76, Ag 3,39–9,70, Hg 0,00–1,78, Cu 0,00–1,50); 2) серебристое золото с содержанием Hg до 2 мас. % (Au 76,98–89,26, Ag 9,35–21,19, Hg 0,10–1,38, Cu 0,00–0,59); 3) Hg-золото с содержанием Hg до 11 мас. % (Au 69,91–83,08, Ag 8,64–24,13, Hg 5,36–10,60, Cu 0,00–0,85); 4) электрум с содержанием Hg до 1 мас. % (Au 65,12–65,62, Ag 28,67–29,78, Hg 0,60–0,71, Cu 4,08–4,95); 5) Hg-электрум с содержанием Hg до 25 мас. % (Au 30,95–66,93, Ag 25,22–64,73, Hg 3,61–25,28, Cu 0,00–3,56); 6) Hg-кюстелит (Ag 56,26–72,76, Au 10,49–29,15, Hg 5,31–29,92, Cu 0,00–1,97); 7) Au-содержащее Hg-серебро (Ag 66,74–75,91, Hg 18,08–29,88, Au 1,91–8,23, Cu 0,00–1,28); 8) Hg-серебро (Ag 70,01–72,85, Hg 27,01–29,93).

Состав гессита первой продуктивной стадии, а также фишессерита и науманита второй продуктивной стадии не отклоняются от стехиометрии. Средняя пробность всего золота Хаак-Саирского рудопроявления, рассчитанная по 150 золотинам ($n = 266$), составляет 717 ‰ при вариации от 19 до 999,8 ‰. Средняя пробность золотин первой стадии составляет 904 ‰, при вариациях от 486 до 999,8 ‰, второй стадии – 455 ‰, при вариациях от 19 до 911 ‰.

Улуг-Саирское золото-турмалин-кварцевое месторождение. Наличие халькопирита, турмалина и шеелита в кварцево-жильных образованиях является косвенным признаком золотоносности последних. Концентрация золота в руде положительно коррелирует с содержаниями В, Cu, Mn, Mg, Zn, W и Ag. На Улуг-Саирском месторождении выявлены следующие продуктивные стадии: золото-теллуридно-сульфидно-кварцевая (~5%), золото-сульфидно-кварцевая (~95%). Золотины продуктивных стадий близки по составу, в рудах наблюдается эволюция золота до электрума, последний редок. По вариациям содержаний Au и Ag можно выделить следующий ряд: 1) весьма высокопробное золото с содержанием Ag до 3 мас. % (Au 94,95–99,90, Ag 0,09–4,91, Cu 0,00–0,17, Te 0,00–0,02); 2) высокопробное золото с содержанием Ag до 10 мас. % (Au 89,12–94,66, Ag 4,61–9,52, Cu 0,00–0,64, Te 0,00–0,03); 3) среднепробное золото с содержанием Ag до 20 мас. % (Au 80,94–89,36, Ag 9,89–19,04, Cu 0,00–0,69, Te 0,00–0,04); 4) низкопробное золото с содержанием Ag до 28 мас. % (Au 72,12–78,13, Ag 21,75–27,69, Cu 0,00–0,07); 5) электрум (Au 64,04–69,71, Ag 29,80–35,02, Cu 0,00–0,46).

Состав гессита, петцита и фишессерита первой продуктивной стадии не отклоняется от стехиометрии. Средняя пробность всего золота Улуг-Саирского месторождения составляет 893 ‰ (при вариациях от 645 до 999 ‰). Средняя пробность золота первой стадии составляет 894 ‰ при вариациях от 725 до 999 ‰, а второй основной золото-сульфидно-кварцевой стадии – 892 ‰, с разбросом значений пробности от 645 до 967 ‰.

Арысканское золото-кварцевое рудопроявление. Золото отлагалось в течение двух стадий: золото-теллуридно-сульфидно-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой. Золотины продуктивных стадий по химиче-

скому составу близки и образуют следующий ряд: 1) высокопробное золото с содержаниями Ag до 10 мас. % (Au 89,25–93,75, Ag 6,33–9,49, Cu 0,00–0,40, Hg 0,00–0,02, Te 0,00–0,04); 2) среднепробное золото с содержаниями Ag до 19 мас. % (Au 80,72–89,31, Ag 9,96–18,89, Cu 0,00–0,11, Hg 0,00–0,24, Te 0,00–0,05). Состав алтаита первой продуктивной стадии не отклоняется от стехиометрии. Средняя пробность золота Арысканского рудопроявления из 30 золотин ($n = 84$) составляет 897 ‰ при вариациях от 810 до 935 ‰.

Дуушкуннугское золото-кварцевое рудопроявление. Золото отлагалось в течение двух стадий: золото-пирит-анкерит-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой. По химическому составу золотины продуктивных стадий близки, образуют следующий ряд: 1) высокопробное золото с содержаниями Ag до 10 мас. % (Au 89,22–93,15, Ag 6,94–9,93, Cu 0,00–0,30, Hg 0,00–0,11, Te 0,00–0,04); 2) среднепробное золото с содержаниями Ag до 12 мас. % (Au 88,16–89,80, Ag 10,22–11,34, Cu 0,00–0,40, Hg 0,00–0,01, Te 0,00–0,02). Средняя пробность золота Дуушкуннугского рудопроявления из 16 золотин ($n = 40$) составляет 908 ‰ при вариации от 885 до 929 ‰.

Заключение

Золоторудные объекты Алдан-Маадырского золоторудного узла характеризуются линейным характером расположения. В пределах данного узла выделяется несколько узких линейных рудоносных зон бережитизации и лиственитизации, которые насыщены кварцево-жильными образованиями с золотой минерализацией. Наиболее перспективные объекты сосредоточены в ядерных частях узких линейных антиклиналей и горстантиклиней субширотного простирания с секущими их разрывными нарушениями того же направления. Эти структуры являются благоприятными для поисков рудного золота, в том числе на периферии рудного узла. Наиболее продуктивные уровни минерализации золота возможны на контакте лиственитов с базальными конгломератами ордовика в ядерных частях антиклиналей и горстантиклиней (эффект экранирования). Выявленные к настоящему времени золото-кварцевые жилы в поле ордовикских и силурийских отложений следует рассматривать как надрудные образования, свойственные для месторождений золото-кварцевой формации.

Составы минералов Au и Ag Хаак-Саирского рудопроявления характеризуются широкими вариациями пробности золота и наличием полных спектров твердых растворов (в ряду Au–Ag–Hg) от высокопробного золота до Hg-серебра. Для минералов Au и Ag золото-ртутисто-кварцевой стадии характерна зональность от высокопробного золота с отчетливым переходом через низкопробное золото и Hg-электрум к Hg-кюстелиту. В некоторых зональных зернах Hg-кюстелита края сложены Hg-серебром. Для золота первой стадии тоже характерна зональность от высокопробного золота до электрума.

Составы минералов Улуг-Саирского месторождения, Арысканского и Дуушкуннугского рудопроявлений характеризуются присутствием Hg до 0,3 мас. %.

В рудах Улуг-Саирского месторождения наблюдается эволюция золота до электрума. Золото Арысканского и Дуушкуннугского рудопроявлений по составу сходно с золотом Улуг-Саирского месторождения. В золотинах данных объектов отмечается слабая зональность, выраженная в более пониженных содержаниях Ag в центральной части золотин, по сравнению с краевыми частями с содержаниями Ag до 5 мас. %.

Типоморфные особенности самородного золота, наличие электрума и ртутистых минералов Au и Ag в

рудах Алдан-Маадырского золоторудного узла указывают на слабо эродированный в целом характер месторождений и рудопроявлений и на благоприятные перспективы продолжения оруденения на значительную глубину (от 500 до 1000 м). Геолого-структурные и минералого-геохимические особенности изученных золото-кварцевых объектов данного золоторудного узла свидетельствуют о возможности выявления в пределах узла перспективных для освоения крупных по запасам месторождений золота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рудные формации Тувы / отв. ред. В.А. Кузнецов. Новосибирск, 1981. 201 с.
2. Кононенко Н.Б. Предварительные результаты по золотоносной Алдан-Маадырской зоне (Республика Тыва) // Геология и минеральные ресурсы Центральной Сибири : материалы науч.-практ. конф. Красноярск : Красноярскгеолсъемка, 2011. С. 162–166.
3. 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.
4. Кужугет Р.В., Монгуш А.А., Мелекесцева И.Ю., Котляров В.А. Морфология и геохимия самородного золота Хаак-Саирского месторождения (Западная Тува) // Геология Западного Забайкалья : материалы Всерос. молодежн. конф. Улан-Удэ : Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2011. С. 81–85.
5. Кужугет Р.В., Монгуш А.А., Мелекесцева И.Ю. Эволюция минералов ряда Au-Ag-Hg в рудах Алдан-Маадырской золоторудной зоны (Западная Тува) // Природные системы и экономика приграничных территорий Тувы и Монголии: фундаментальные проблемы, перспективы рационального использования : материалы молодежн. науч. конф. с международным участием. Кызыл : ТувИКОПР СО РАН, 2012. С. 18–23.
6. Кужугет Р.В., Монгуш А.А. Фации глубинности и продуктивные минеральные ассоциации плутогенных золото-кварцевых объектов Алдан-Маадырской золоторудной зоны, Западная Тува // Уральская минералогическая школа – 2012 : материалы Всерос. науч. конф. Екатеринбург : ИГГ УрО РАН, 2012. С. 75–80.
7. Монгуш А.А., Кужугет Р.В., Дружкова Е.К. Особенности состава магматических пород и ^{40}Ar – ^{39}Ar данные о возрасте базитовых даек Алдан-Маадырской золоторудной зоны (Западная Тува) // Металлогения древних и современных океанов – 2011. Рудоносность осадочно-вулканогенных и гипербазитовых комплексов. Миасс : ИМин УрО РАН, 2011. С. 262–268.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 28 декабря 2012 г.