
ГЕОЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

GEOECOLOGY AND NATURAL RESOURCE MANAGEMENT

УДК 553.2: 549.283 (571.52)

**СОСТАВ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА МИНЕРАЛЬНЫХ АССОЦИАЦИЙ
ДУУШКУННУГСКОГО ЗОЛОТО-КВАРЦЕВОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ (ЗАПАДНАЯ ТУВА)***Кужугет Р.В., Монгуш А.А.**Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл***COMPOSITION OF NATIVE GOLD IN MINERAL ASSOCIATIONS OF THE DUUSHKUNNUG
GOLD-QUARTZ ORE OCCURRENCE (WESTERN TUVA)***Kuzhuget R.V., Mongush A.A.**Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl*

В статье рассмотрены минералого-геохимические особенности самородного золота продуктивных минеральных ассоциаций Дуушкуннугского золото-кварцевого рудопроявления Алдан-Маадырского рудного узла. Установлено, что в рудах рудопроявления наблюдаются две продуктивные минеральные ассоциации самородного золота. По химическому составу золотины продуктивных ассоциаций близки между собой, отмечается высокопробное и среднепробное золото. В самородном золоте содержание примеси Ag отмечается до 11,34 мас. %, Cu – 0,40 мас. %, Hg – 0,11 мас. %, Te – 0,04 мас. %. Средняя проба золота рудопроявления составляет 908 ‰ при вариации от 884 до 929 ‰.

Ключевые слова: самородное золото, золоторудная минерализация, Тува.

The paper describes the mineralogical and geochemical features of native gold in productive mineral associations of the Duushkunnug gold-quartz ore occurrence of the Aldan-Maadyr ore cluster. Two ore productive mineral associations of native gold have been found. By chemical composition, gold grains of these two productive associations are close to each other; there is high-grade and medium-grade gold. In native gold, Ag content reaches 11,34 wt %, Cu – 0,40 wt %, Hg – 0,11 wt % and Te – 0,04 wt %. The average fineness of gold in the ore occurrence is 908 ‰ with variation from 884 to 929 ‰.

Key words: native gold, gold ore mineralization, Tuva.

Введение

В Западной Тuve в 1952–1977 гг. геологическими работами было выявлено несколько близко расположенных золото-кварцевых месторождений (Улуг-Саир, Хаак-Саир) и рудопоявлений (Дуушкуннуг, Арыскан). Эти объекты сосредоточены в Алдан-Маадырском рудном узле. Этот узел расположен на левобережье р. Хемчик в области сопряжения венд–кембрийских метатерригенных комплексов Западного Саяна, венд–нижнекембрийских аккреционных комплексов и комплексов выступа фундамента преддуговой зоны Тувинской островодужной, ордовик–силурийской молласы Хемчикско-Сыстыгхемского коллизионного прогиба и девонских комплексов Тувинского рифтогенного прогиба.

Размещение золотого оруденения в пределах узла определяется, главным образом, структурно-тектоническим и магматическим факторами и контролируется разломами, оперяющими Хемчикско-Куртушибинский (Саяно-Тувинский) глубинный разлом, и приурочивается, в частности, к диагонально примыкающим к нему узким линейным антиклиналям и горстантиклиналям субширотного простирания и секущим их разрывным нарушениям той же ориентировки. Золоторудная минерализация рудного узла парагенетически связана с малыми интрузиями и дайками баянкольского комплекса (D₂₋₃) [1]. Субширотная ориентировка главных складчатых и



разрывных структур обусловили линейный характер распределения магматических пород района и золоторудных объектов Алдан-Маадырского рудного узла [2].

Установлено, что золоторудная минерализация золото-кварцевой малосульфидной формации Алдан-Маадырского рудного узла является производным единого и сложного цикла среднепалеозойской (D_3-C_1 или 376–345 млн л.) тектоно-магматической активизации, проявившейся внедрением малых интрузий и многочисленных даек разного состава отнесенные к баянкольскому комплексу (D_{2-3}) и постмагматических процессов лиственизации, березитизации [3; 4; 5].

Методика исследований

Образцы руд (штуфные и протолочные пробы) были отобраны из коренных выходов. Химический состав минералов определялся на растровых электронных микроскопах с энерго-дисперсионными приставками (пределы обнаружения содержаний элементов-примесей – около 0.01 мас. %) РЭММА 202М (аналитик В.А. Котляров Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс), MIRA LM (аналитик Н.С. Карманов ИГМ СО РАН, г. Новосибирск) и микросонде JXA 8100, CAMEBAX-Micro, с пределами обнаружения содержаний элементов-примесей – 0.001 мас. % (ИГМ СО РАН, г. Новосибирск, аналитик Е.Г. Дашкевич). Снимки минералов в отраженных электронах сделаны на этих приборах, а также на сканирующем электронном микроскопе Hitachi TM-1000 (ТувИКОПР СО РАН, г. Кызыл). Для группировки золота по пробностям использована следующая классификация: весьма высокопробное – 1000–950; высокопробное – 950–900; средней пробности – 900–800; низкопробное золото – 800–700; электрум – 700–300; кюстелит – 300–100; серебро (Au-содержащее серебро) < 100 [6].

Краткое геологическое строение Душкуннугского рудопоявления

Душкуннугское рудопоявление расположено в низовьях одноименного лога на левобережье р. Хемчик в южном крыле Ак-Дагской антиклинальной структуры, сложенной серицит-глинистыми сланцами и рассланцованными алевролитами нижнечергакской подсветы силура (рис. 1). Оруденение приурочено к березитизированной дайке мощностью в среднем 1,1 м и длиной 5 км, сложенной риолитами (кварцевыми порфирами) II фазы баянкольского комплекса (D_{2-3}) и секущей силурийские сланцы. Лестничные золото-кварцевые жилы мощностью в раздувах до 30 см, в среднем, 15–20 см рассекают дайку и реже – силурийские алевролиты. Кварц в жилах слабобавернозный, полупрозрачный, белый. По данным пробирного анализа борздовых проб, содержание Au составляет 0,1–37,2 г/т, Ag – 15,4–72,6 г/т. В наиболее продуктивном интервале дайки длиной 950 м, при среднем содержании Au до 4 г/т, прогнозные запасы категории P_2 оценены 2540 кг [7; 8]. По результатам поисково-оценочных работ, на данном объекте поисковой партией ОАО «Красноярскгеолсъёмка» прогнозные ресурсы Au по категории P_3 оценены в 10 т [9].

Продуктивные минеральные ассоциации и состав самородного золота. По данным предшественников [3; 1] и собственным наблюдениям авторов установлено, что формирование Душкуннугского рудопоявления происходило в течение 4 стадий (дорудная березитовая (1), продуктивные: золото-пирит-кварцевая (2) и золото-сульфидно-кварцевая (3), пострудная карбонатно-кварцевая (4)). Соответственно, в Душкуннугском рудопоявлении наблюдается две минеральные ассоциации с золотом: ранняя золото-пирит-кварцевая (кварц, пирит и золото) и золото-сульфидно-кварцевая (кварц, хлорит, пирит, халькопирит, галенит, блеклая руда и теллуросвисмутит). Золото золото-пирит-кварцевой ассоциации в виде округлых и удлинённых форм встречается в свободной форме в кварце либо приурочено к лимониту развивающемуся по пириту. Пирит сохранился в виде реликтовых зёрен ксеноморфной формы в лимоните. Лимонит представлен кубическими и пентагон-додекаэдрическими формами. Золото золото-сульфидно-кварцевой ассоциации образует тонкие вкрапления размером до 0,9 мм в кварце в ассоциации с хлоритом и чеховичитом ($Bi_2Te_4O_{11}$). Последний развивается за счёт окисления теллуросвисмутита. Золото образует трещинно-прожилковые, дендритоидные, комковидно-ветвистые агрегаты и

редкие изометричные кристаллы с комбинацией форм куба и октаэдра либо с преобладанием октаэдра (рис. 2–3). Поверхность золотин шагреневая и мелко-ямчатая, ямчато-бугорчатая, иногда ровная.

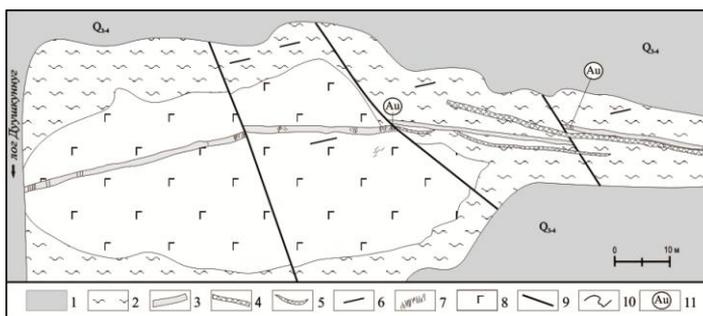


Рис. 1. Геологическая карта восточного фланга Душкунгунгского рудопоявления (по данным [7; 3] с добавлениями)

1–2 – осадочные отложения: 1 – четвертичные (Q₃₋₄); 2 – алевриты чергакской свиты (S₁₋₂чг); 3–5 – баянкольский комплекс (D₂₋₃): 3 – березитизированные дайки риолитов (кварцевых порфиров) II фазы; 4 – дайки габбро-порфиров III фазы; 5 – дайки микрогаббро III фазы. 6 – кварцевые жилы. 7 – жильные зоны. 8 – душкунгунгский габброидный массив V–С₁ комплексов Тувы (возраст роговой обманки определенный авторами [4] Ar–Ar методом из габбро составляет 537,5±4,9 млн. лет, что соответствует E₁). 9 – разрывные нарушения. 10 – границы геологические. 11 – места с видимым золотом

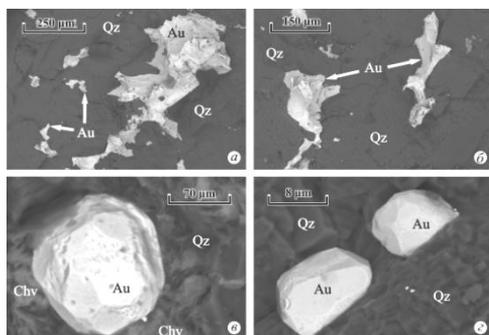


Рис. 2. Формы выделения золота (Au) золото-сульфидно-кварцевой ассоциации с кварцем (Qz) и чеховичитом (Chv)

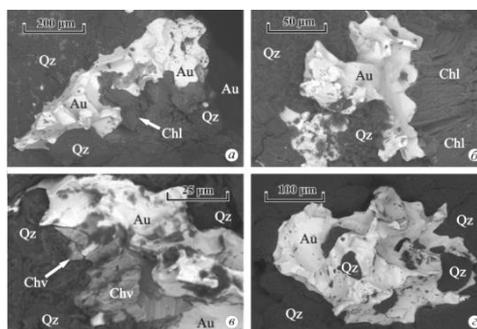


Рис. 3. Взаимоотношение золота (Au) золото-сульфидно-кварцевой ассоциации с хлоритом (Chl), чеховичитом (Chv) и кварцем (Qz)

В золоте золото-пирит-кварцевой ассоциации отмечается содержание примеси Ag до 11,34 мас. %, Cu – 0,40 мас. %, содержание Hg и Te ниже пределов обнаружения (табл. 1). По химическому составу золото данной ассоциации можно разделить на две группы:

1) высокопробное золото с содержанием Ag до 10 мас. % (Au – 90,50–92,55, Ag – 7,48–9,42, Cu – 0,00–0,30);

2) среднепробное золото с содержанием Ag до 12 мас. % (Au – 88,48–89,44, Ag – 10,22–11,34, Cu – 0,00–0,40) [10; 2].

Таблица 1

Химический состав золотин золото-пирит-кварцевой ассоциации (мас. %)

№ пп	Зона зерна	Au	Ag	Cu	Сумма	Пробность
1	центр	91,91	7,70	0,25	99,93	919,7
2	↓	91,85	7,92	0,22	99,99	918,6
3	край	92,55	7,48	0,00	100,03	925,2
4	центр	90,63	8,05	0,18	98,86	916,8
5	край	91,95	7,59	0,29	99,83	921,1
6	центр	91,15	8,61	0,16	99,92	912,2
7	центр	90,42	9,42	0,21	100,05	903,7
8	↓	90,50	9,33	0,20	100,03	904,7
9	край	90,69	8,93	0,30	99,92	907,6
10	центр	89,07	10,46	0,30	99,88	891,8
11	↓	89,42	10,41	–	99,83	895,7
12	край	89,80	10,22	–	100,02	897,8
13	центр	88,68	10,75	0,40	99,83	888,3
14	↓	89,04	10,72	0,25	100,01	890,3
15	край	89,44	10,28	0,20	99,97	894,7
16	центр	88,48	11,34	0,18	100	884,8
17	↓	88,66	11,09	0,23	99,98	886,8
18	край	88,67	11,13	0,18	99,98	886,9

Примечание. Состав золота определялся на электронном микроскопе РЭММА-202М. Прочерк – здесь и в таблице 2 содержание ниже пределов обнаружения.

В золоте золото-сульфидно-кварцевой ассоциации отмечается содержание примеси Ag до 10,81 мас. %, Cu – 0,05 мас. %, Hg – 0,11 мас. %, Te – 0,04 мас. % (табл. 2). По химическому составу золото-сульфидно-кварцевой ассоциации тоже можно разделить на две группы:

1) высокопробное золото с содержанием Ag до 10 мас. % (Au – 89,22–93,15, Ag – 6,92–9,82, Cu – 0,01–0,08, Hg – 0,00–0,08, Te – 0,00–0,04);

2) среднепробное золото с содержанием Ag до 11 мас. % (Au – 88,34–89,72, Ag – 9,83–10,81, Cu – 0,01–0,04, Hg – 0,01–0,11, Te – 0,00–0,04).

Таблица 2

Химический состав золотин золото-сульфидно-кварцевой ассоциации (мас. %)

№ пп	Зона зерна	Au	Ag	Cu	Te	Hg	Сумма	Пробность
1	центр	92,05	7,09	0,08	0,01	–	99,23	927,6
2	↓	93,15	7,09	0,07	0,01	–	100,32	928,5
3	край	92,16	6,92	0,06	0,04	–	99,18	929,2
4	центр	91,67	7,87	0,04	0,03	–	99,61	920,3
5	край	91,43	7,95	0,05	0,01	–	99,44	919,4
6	центр	91,49	7,96	0,01	0,01	0,02	99,49	919,6
7	центр	91,68	8,24	0,03	–	0,08	100,03	916,5
8	край	92,33	8,23	0,02	0,01	0,04	100,63	917,5
9	центр	91,10	8,48	0,01	0,01	0,02	99,62	914,5
10	↓	91,23	8,39	0,02	0,01	0,04	99,69	915,1
11	край	90,69	8,45	0,03	0,01	0,05	99,23	913,9
12	центр	90,32	8,87	0,02	–	0,01	99,22	910,3
13	центр	90,75	9,12	0,03	0,03	–	99,93	908,1
14	край	91,47	8,51	0,03	0,02	–	100,03	914,4
15	центр	89,62	9,83	0,04	0,04	0,11	99,64	899,4
16	↓	89,22	9,77	0,02	–	0,06	99,07	900,6
17	край	89,95	9,82	0,01	–	0,06	99,84	900,9

18	центр	89,72	9,93	0,02	0,01	0,06	99,74	899,5
19	центр	88,34	10,81	0,02	0,02	0,01	99,20	890,5
20	край	89,44	10,68	0,01	0,02	0,01	100,16	892,9

Примечание. Состав минералов определялся на микрозонде JXA 8100, CAMEBAX-Micro.

В золотинах рудопроявления чаще всего наблюдается обратная зональность, выраженная в более повышенными содержаниями Au на 1–2 мас. % в краевой части золотин, по сравнению с центральными частями. Обратная зональность золотин видимо, обусловлено с гипергенным преобразованием самородного золота, либо обусловлено с генетическими особенностями (условия образования) самородного золота, т.к. в неокисленных рудах в кварце отмечается самородное золото с обратной зональностью. Отмечается и прямая зональность, выраженная в более пониженном содержании Ag на 1–2 мас. % в центральной части золотин, по сравнению с краевыми частями (см. табл. 1–2).

Условия образования золото-кварцевых жил. Термобарогеохимическими исследованиями установлено, что формирование жил Душкуннугского рудопроявления происходило в солевой системе $\text{NaCl-KCl-H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2\text{-NaCl-H}_2\text{O}$ и $\text{FeCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ с концентрациями солей в растворе 4,1–7,5 мас. % NaCl-экв. Температуры гомогенизации флюидных включений в кварце жил составляют 160–110°C, с пиком 155–135°C [11]. Если принять, что глубины формирования Душкуннугского рудопроявления и Улуг-Саирского месторождения близки (~0,9–1,0 кбар.), поправка к температурам гомогенизации кварца жил составляет 50°C. В этом случае истинные температуры формирования кварцевых жил рудопроявления могли достигать 205–185°C [12; 5].

Обсуждение результатов

Золото Душкуннугского рудопроявления по минералого-геохимическим особенностям сходно с золотом Арысканского рудопроявления Алдан-Маадырского рудного узла. В данных объектах составы золота характеризуются присутствием Ag до 18,89 мас. %, Hg – 0,3 мас. %, Cu – 0,69 мас. %, Te – 0,5 мас. %. В рудах Улуг-Саирского месторождения Алдан-Маадырского рудного узла наблюдается эволюция золота до электрума, т.е. в минералах Au и Ag наблюдается содержание Ag до 38,45 мас. %. Содержание остальных элементов примесей в самородном золоте сходно с данными для золота Душкуннугского и Арысканского рудопроявления [2].

По температурам гомогенизации включений, а также сложному составу растворов полученные значения для душкуннугского кварца совпадают с таковыми для кварца из жил верхней алевролитовой толщи и жилой с серебристым золотом в конгломератах Улуг-Саирского месторождения. По значениям солёности кварц Душкуннугского рудопроявления сходен с кварцем Арысканского рудопроявления и Улуг-Саирского месторождения [13, 14]. Сложный состав растворов с участием солей магния и железа может быть обусловлен влиянием растворов магматического происхождения [15].

Заключение

Таким образом, отложение самородного золота Душкуннугского рудопроявления происходило в две стадии (ранняя золото-пирит-кварцевая и поздняя золото-сульфидно-кварцевая). По химическому составу золотины продуктивных ассоциаций близки, образуют следующий ряд:

1) высокопробное золото с содержанием Ag до 10 мас. % (Au – 89,22–93,15, Ag – 6,92–9,93, Cu – 0,00–0,30, Hg – 0,00–0,08, Te – 0,00–0,04);

2) среднепробное золото с содержанием Ag до 12 мас. % (Au – 88,16–89,80, Ag – 9,83–11,34, Cu – 0,00–0,40, Hg – 0,00–0,11, Te – 0,00–0,04).

Средняя пробность золота Душкуннугского рудопроявления (из 17 золотин, 37 анализов) составляет 908‰ при вариации от 884 до 929‰. При этом средняя пробность золотин первой продуктивной стадии – 903‰ при вариациях от 884 до 925‰, второй продуктивной стадии – 912‰ (890–929‰).



Авторы благодарны В.И. Лебедеву, В.В. Зайкову, И.Ю. Мелекесцевой за консультацию и помощь в проведении исследований. Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (грант №13-05-98035-р_сибирь_а)

Библиографический список

1. Рудные формации Тувы. / Отв. Ред. В.А. Кузнецов. Новосибирск. Наука, 1981. 201 с.
2. Кужугет Р.В., Монгуш А.А. Алдан-Маадырский золоторудный узел (Западная Тува): особенности геолого-структурного строения и химического состава золота // Вестн. ТГУ. – Томск, 2013. – № 369. – С. 188–192.
3. Васильев Б.Д., Дружков В.П., Красиков А.И., Боярко Г.Ю. Ревизионно-оценочные работы на золото в Алашском и Эйлиг-Хемском районах Западной Тувы: Заключ. отчёт ТувГРЭ КГУ. – Кызыл, 1977. – 337 с.
4. Монгуш А.А., Кужугет Р.В., Дружкова Е.К. Особенности состава магматических пород и Ar–Ar данные о возрасте базитовых даек Алдан-Маадырской золоторудной зоны (Западная Тува) // Металлогения древних и современных океанов–2011. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2011, – С. 262–268.
5. Кужугет Р.В. Золото-теллуридное оруденение Алдан-Маадырского рудного узла (Западная Тува): минералогическо-геохимические особенности руд и условия их образования. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. – Новосибирск, 2014. – 20 с.
6. Петровская Н.В., Сафонов Ю.Г., Шер С.Д. Формации золоторудных месторождений. В кн.: Рудные формации эндогенных месторождений. – Т. 2. – М.: Наука, 1976. – С. 3–110.
7. Зайков В.В., Куликов С.С., Онуфриева (Зайкова) Е.В. и др. Геологическое строение и полезные ископаемые междуречья Ак-Суг–Хемчик в пределах листов М-46–14–В (в, г), Г (в, г); М-46–26–Б: Оконч. отч. Нижне-Алашской партии по работам 1963–1965 гг. – Кызыл, 1966. – Тыв. фил. ФБУ «ТФГИ по СФО», Инв. №1031.
8. Безруков О.А. и др. Результаты поисково-оценочных работ в бассейне рек Ак-Суг, Алаш, Хемчик: Окончательный отчет Западной партии по работам 1967–1968 гг. – Кызыл, 1969. – 119 с. – Тыв. фил. ФБУ «ТФГИ по СФО», Инв. №1016.
9. Кононенко Н.Б. Ревизионные поисковые работы на рудное золото в пределах наиболее перспективных рудных узлов Республики Тыва: Отчет ОАО «Красноярскгеолсъемка». – Красноярск, 2012. – 252 с.
10. Мелекесцева И.Ю., Котляров В.А., Кужугет Р.В., Монгуш А.А. Золото месторождения Арыскан и рудопроявления Душкунныг, Алдан-Маадырская золоторудная зона (Западная Тува) // Металлогения древних и современных океанов–2010. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2010. – С. 201–205.
11. Анкушева Н.Н., Кужугет Р.В. Условия формирования золото-кварцевых жил рудопроявления Душкунныг (Западная Тува) по результатам изучения флюидных включений // Металлогения древних и современных океанов–2013. – Миасс: ИМин УрО РАН, 2013. – С. 194–197.
12. Борисенко А.С., Лебедев В.И., Оболенский А.С., Зайков В.В., Тюлькин В.Г. Физико-химические условия формирования гидротермальных месторождений Западной Тувы // Основные параметры природных процессов эндогенного рудообразования. – Новосибирск: Наука, 1979. – С. 226–235.
13. Анкушева Н. Н., Кужугет Р. В. Условия формирования кварца из жил Арысканского золото-кварц-березитового месторождения (Западная Тува) по данным изучения флюидных включений // Металлогения древних и современных океанов–2012. Гидротермальные поля и руды. Миасс: ИМин УрО РАН, 2012. С. 213–217.
14. Анкушева Н.Н., Мелекесцева И.Ю., Зайков В.В., Котляров В.А. Физико-химические параметры флюидов при формировании Улуг-Саирского золоторудного месторождения (Западная Тува) // Уральская минералогическая школа-2012. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН. С. 21–23.
15. Бортников Н. С. Геохимия и происхождение рудообразующих флюидов в гидротермально-магматических системах с тектонически активных зонах // Геология рудных месторождений. 2006. Т. 48. № 1. С. 3–28.

Bibliograficheskiy spisok

1. Rudnye formacii Tuvy / Otв. Red. V.A. Kuznecov. Novosibirsk. Nauka, 1981. 201 s.
2. Kuzhuget R.V. Mongush A.A. Aldan-Maadyrskiy zolotorudnyy uzel (Zapadnaya Tuva) osobennosti geologo-strukturnogo stroeniya i himicheskogo sostava zlota // Vestn. TGU. –Tomsk, 2013. – № 369. – S. 188–192.
3. Vasilev B.D., Druzhkov V.P., Krasikov A.I., Boyarko G.Yu. Revizionno-ocenochnye raboty na zloto v Alashskom i Eyllig-Hemskom rayonah Zapadnoy Tuvy: Zaklyuch. otchyot TuvGRE KGU. – Kyzyl. – 1977. – 337 s.
4. Mongush A.A., Kuzhuget R.V., Druzhkova E.K. Osobennosti sostava magmaticeskikh porod i Ar-Ar dannye o vozraste bazitovykh daek Aldan-Maadyrskoy zolotorudnoy zony (Zapadnaya Tuva) // Metallogeniya drevnih i sovremennykh okeanov–2011. – Miass: IMin UrO RAN, 2011. – S. 262–268.
5. Kuzhuget R.V. Zoloto-telluridnoe orudnenie Aldan-Maadyrskogo rudnogo uzla (Zapadnaya Tuva): mineralogo-geohimicheskie osobennosti rud i usloviya ih obrazovaniya avtoref. diss. kand. geol.-min. nauk. – Novosibirsk, 2014. 20 s.
6. Petrovskaja N.V., Safonov JU.G., SHer S.D. Formacii zolotorudnykh mestorozhdenij. V kn.: Rudnye formacii jendogennykh mestorozhdenij. – T. 2. – M.: Nauka, 1976. – S. 3–110.
7. Zaykov V.V., Kulikov S.S., Onufrieva (Zaykova) E.V. i dr. Geologicheskoe stroenie i poleznye iskopaemye mezhdurechya Ak-Sug–Hemchik v predelakh listov M-46-14-V (v, g), G (v, g), M-46-26-B: Okonch. otch. Nizhne-Alashskoy partii po rabotam 1963–1965 gg. – Kyzyl, 1966. – Tыв. fil. FBU «TFGI po SFO», Inv. №1031.

8. Bezrukov O.A. i dr. Rezultaty poiskovo-ocenочnyh rabot v bassejne rek Ak-Sug, Alash, Hemchik: Okonчатelnyy otchet Zapadnoy partii po rabotam 1967–1968 gg. – Kyzyl, 1969. – 119 s. – Tyv. fil. FBU «TFGI po SFO», Inv. №1016.

9. Kononenko N.B. Revizionnyye-poiskovyе raboty na rudnoe zoloto v predelаh naibolee perspektivnyh rudnyh uzlov Respubliki Tyva. Otchet OAO «Krasnoyarskgeolsemka». – Krasnoyarsk, 2012. – 252 s.

10. Melekesceva I.Yu., Kotlyarov V.A., Kuzhuget R.V., Mongush A.A. Zoloto mestorozhdeniya Ayskan i rudoproyavleniya Duushkunnyg, Aldan-Maadyrskaya zolotorudnaya zona (Zapadnaya Tuva) // Metallogeniya drevnih i sovremennyh okeanov–2010. – Miass: IMin UrO RAN, 2010. – S. 201–205.

11. Ankusheva N.N. Kuzhuget R. V. Usloviya formirovaniya zoloto-kvarcevyh zhil rudoproyavleniya Duushkunng (Zapadnaya Tuva) po rezul'tatam izucheniya flyuidnyh vkljucheniy // Metallogeniya drevnih i sovremennyh okeanov–2013. – Miass: IMin UrO RAN, 2013. – S. 194–197.

12. Borisenko A.S., Lebedev V.I., Obolenskiy A.S., Zaykov V.V., Tyulkin V.G. Fiziko-himicheskie usloviya formirovaniya gidrotermal'nyh mestorozhdeniy Zapadnoy Tuvy // Osnovnye parametry prirodnyh processov endogenogo rudoobrazovaniya. Novosibirsk: Nauka, 1979. – S. 226–235.

13. Ankusheva N. N., Kuzhuget R. V. Uslovija formirovaniya kvarca iz zhil Ayskanskoгo zoloto-kvarc-berezitovogo mestorozhdenija (Zapadnaja Tuva) po dannym izucheniya flyuidnyh vkljuchenij // Metallogeniya drevnih i sovremennyh okeanov–2012. Gidrotermal'nye polja i rudy. Miass: IMin UrO RAN, 2012. S. 213–217.

14. Ankusheva N.N., Melekesceva I.JU., Zajkov V.V., Kotlyarov V.A. Fiziko-himicheskie parametry flyuidov pri formirovanii Ulug-Sairskogo zolotorudnogo mestorozhdenija (Zapadnaja Tuva) // Ural'skaja mineralogicheskaja shkola-2012. Ekaterinburg: IGG UrO RAN. S. 21–23.

15. Bortnikov N. S. Geohimija i proishozhdenie rudoobrazujushhih flyuidov v gidrotermal'no-magmaticeskikh sistemah s tektonicheski aktivnyh zonah // Geologija rudnyh mestorozhdenij. 2006. T. 48. № 1. S. 3–28.

Кужугет Ренат Васильевич – к.г.-м.н., старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук (ТувИКОПР СО РАН), E-mail: rkuzhuget@mail.ru

Монгуш Андрей Александрович – к.г.-м.н., заместитель директора по научным вопросам Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тувинского института комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук (ТувИКОПР СО РАН), E-mail: amongush@inbox.ru

Kuzhuget Renat – Candidate of geological and mineralogical science, senior scientist at the Tuvan State Institute for Exploration of Natural Resources. E-mail: rkuzhuget@mail.ru

Mongush Andrei – Candidate of geological and mineralogical science, deputy science director of the Federal state budgetary institution of science at the Tuvan State Institute for Exploration of Natural Resources. E-mail: amongush@inbox.ru