

## Литература

- Плюснин К. П., Плюснина А. А., Зенков И. И. Новые данные о граптолитовых сланцах восточного склона Южного Урала // Известия АН СССР. Серия геологическая. 1965. № 11. С. 121–123.
- Пучков В. Н., Иванов К. С. К стратиграфии черносланцевых толщ на востоке Урала // Ежегодник–1988. Свердловск: ИГиГ УФАИ СССР, 1989. С. 4–7.
- Сазонов В. Н., Коротеев В. А., Огородников В. Н., Поленов Ю. А., Великанов А. Я. Золото в «черных сланцах» Урала // Литосфера. 2011. № 4. С. 70–92.
- Сначев А. В., Пучков В. Н., Савельев Д. Е., Сначев В. И. Геология Арамилско-Сухтелинской зоны Урала. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2006. 176 с.
- Сначев А. В., Рыкус М. В., Сначев М. В., Романовская М. А. Модель золотообразования в углеродистых сланцах Южного Урала // Вестник МГУ. Серия 4: Геология. 2013. № 2. С. 49–57.
- Сначев А. В., Сначев В. И., Романовская М. А. Геология, петрогеохимия и рудоносность углеродистых отложений Ларинского купола (Южный Урал) // Вестник МГУ. Серия 4: Геология. 2015. № 2. С. 58–67.
- Сначев В. И., Пучков В. Н., Савельев Д. Е., Мосейчук В. М., Сначев А. В., Шиянова А. А., Рыкус М. В. Рудоносность конгломератов и углеродистых отложений северной части Маярдакского и Ямантауского антиклинориев // Тр. Южно-Уральского государственного природного заповедника. Уфа: Принт, 2008. С. 198–209.
- Сначев В. И., Сначев А. В. Закономерности размещения золоторудных проявлений в углеродистых отложениях Белорецкого метаморфического комплекса (Южный Урал) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2014. № 2. С. 79–87.
- Чесноков С. В. Проблема ильменогорских гнейсов // Ильменогорский комплекс магматических и метаморфических пород. Труды Ильменского государственного заповедника. Вып. IX. Т. 1. Свердловск: УФАИ СССР, 1971. С. 33–60.

**Е. О. Олейникова<sup>1</sup>, М. В. Заботина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> – Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе  
*miass10oleynikova@mail.ru*

<sup>2</sup> – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс

### **Золото Алтын-Ташского месторождения (Южный Урал)**

(научный руководитель д.г.-м.н. Е. В. Белогуб)

В последнее время возрастает интерес к небольшим месторождениям золота в лиственитах Южного Урала в связи с истощающимися запасами крупных объектов. Для решения производственных задач важна детальная характеристика золота, особенностей его морфологии и состава. Золото этого типа месторождений характеризуется высокой пробностью и незначительными содержаниями примесей [Сазонов и др., 2001]. Поводом для написания работы послужили находки ртутистого золота в пробах, отобранных из керна скважин месторождения Алтын-Таш. Цель работы – обобщение данных о составе, морфологии и ассоциациях золота и выяснение происхождения ртутистого золота на данном месторождении.

В ходе исследования две пробы усредненной руды были отмыты в воде до серого шлиха и доведены до получения тяжелого концентрата в бромформе. Магнитная сепарация проводилась с помощью магнита Сочнева. В итоге пробы были разде-

лены на крупную, среднюю и тонкую, немагнитную, электромагнитную и магнитную фракции, которые изучены под бинокулярным микроскопом. Зерна золота были отобраны вручную и приклеены на токопроводящий скотч. Состав золота определен при помощи сканирующего электронного микроскопа VEGA 3 TESCAN с ЭДА (аналитик И. А. Блинов).

Алтын-Ташское месторождение располагается в 40 км к югу от Миасса и 1 км восточнее пос. Алтын-Таш и приурочено к одноименной зоне рассланцевания в северной суженной части Магнитогорского прогиба, которая примыкает с запада к зоне Главного Уральского разлома [Лобанов и др., 1974ф; Сазонов и др., 2001]. Зона рассланцевания находится в блоке, заключенном между двумя субмеридиональными разломами, которые контролируются небольшими вытянутыми телами серпентинизированных ультрамафитов. Рудные тела представлены небольшими кварцевыми жилами и лиственитами с рассеянной тонкой вкрапленностью сульфидов. Содержание золота на месторождении неравномерно и достигает 19–25 г/т [Лобанов и др., 1974ф]. Месторождение обрабатывалось старателями, в настоящее время там имеется несколько неглубоких карьеров и шурфов, в 2012 и 2016 гг. оценочные работы проведены АО «ЮжУралЗолото».

Главные рудные минералы на месторождении – пирит и халькопирит. Редкие минералы включают сфалерит, галенит, молибденит, пирротин, блеклые руды (теннантит и тетраэдрит с высоким содержанием As), арсенопирит, борнит, айкинит, тетрадимит, теллурувисмутит, алтаит, мелонит, фробергит, самородный теллур, миллерит, герсдорфит, линнеит, пирротин, пентландит [Лобанов и др., 1974ф; Попов, Спиринов, 1998; наши данные]. При разведочных работах на основании оптических исследований были диагностированы гессит и петцит (?) [Лобанов и др., 1974ф]. Также в рудах присутствуют магнетит, гематит и реликтовый хромит. Руды вблизи поверхности окислены, основные гипергенные минералы: ковеллин, гетит, самородная медь и глинистые минералы. Нерудные минералы золотоносных пород – кварц, альбит, разновидности мусковита (фуксит, серицит), хлорит, карбонаты ряда доломит-анкерит и кальцит. В рудах широко распространены оксиды титана, турмалин, циркон, апатит, встречены ксенотим и флюорит. Золото преимущественно встречается в самородной форме.

Изученные пробы из сланцеватых метасоматитов березит-лиственитовой формации состоят из кварца, альбита и анкерита с незначительным присутствием фуксита, серицита, парагонита, пирита и халькопирита. Золото преимущественно свободное, а также образует включения в кварце и пирите. Встречается в трещинах в пирите, иногда сростается с халькопиритом. Свободное золото преимущественно имеет форму пластинок, комковатых зерен, редко дендритов и сростков кристаллов, сростается с нерудными минералами и содержит тонкие включения мусковита и кварца (рис.). Встречается желтое и белое золото. Желтое золото преобладает, его размер составляет 100–280 мкм, иногда до 0.6 мм. Примесь Ag составляет 3–6 мас. %, Золото во включениях в пирите и кварце также высокопробное (Ag 1.74–3.66, редко 5.72–5.96 мас. %, табл.). Зерна белого золота имеют размер от 50 до 260 мкм, тонкопористую поверхность и зональное строение. Внешняя пористая зона с невыдержанной мощностью 5–20 мкм содержит 20–25 мас. % Hg, в центре зерен золото высокопробное. Повышенные концентрации Hg также были установлены в трещине в зерне золота. Из двух изученных проб ртутистое золото было найдено только в одной. Структура и выдержанный состав кайм позволяет предположить наложенный, более поздний характер ртутистого золота.

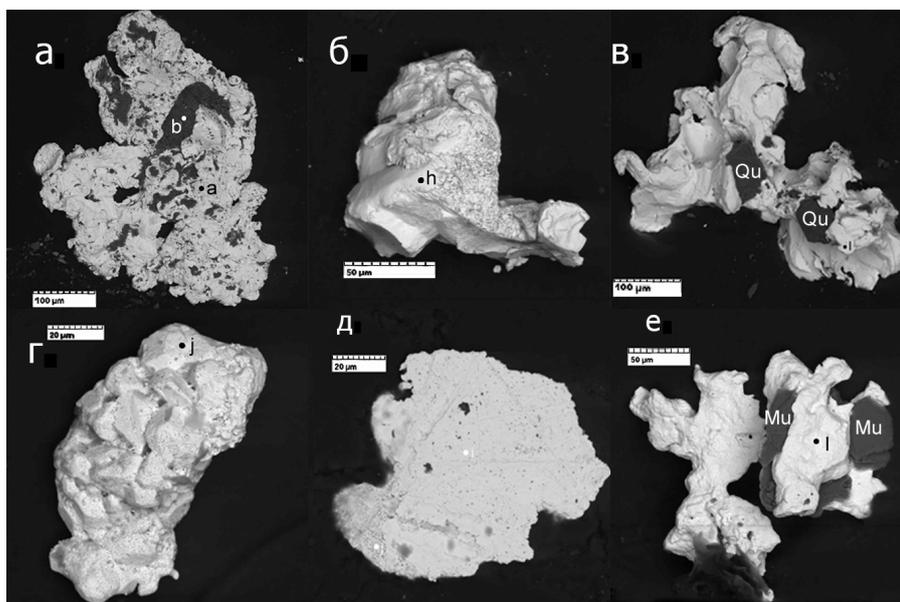


Рис. Морфология высокопробного (а-в) и ртутистого (г-е) золота Алтын-Ташского месторождения: а – пластинчатое; б – комковатое; в – сросток крючковатого золота с кварцем (Qu); г – сросток кристаллов золота, покрытый ртутистой пленкой с пористой поверхностью; д – сечение зонального зерна с ртутистой каймой и высокопробным центром; е – дендрит ртутистого золота в сростке с мусковитом (Mu).

Ранее на месторождении было описано более низкопробное золото с варьирующим составом (до 23 мас. % Ag, 1.74 мас. % Cu и 0.53 мас. % Hg) в окисленных сульфидно-кварцевых прожилках [Мелекесцева и др., 2011]. Этими же авторами в гетите установлено золото с минимальным содержанием Ag, предположительно, испытавшем гипергенное очищение [Петровская, 1973].

Природное ртутистое золото преимущественно образуется в эпitherмальных системах из низкотемпературных растворов [Осовецкий, 2012 и ссылки внутри] в результате субповерхностной гидротермальной деятельности, в основном, связанной с субаэральным щелочноземельным вулканизмом. К типоморфным особенностям гипогенного ртутьсодержащего золота относят пониженную пробность, плотное строение, оно слагает золотины целиком или образует в более высокопробной матрице каймы или прожилки. Обычно гипогенные амальгамы представлены золотосереброртутными твердыми растворами, содержащими до 15 мас. % Hg, причем концентрации Ag и Hg обнаруживают прямую коррелятивную связь [Мурзин, Малюгин, 1987]. Вторичное ртутистое золото нередко встречается в зонах окисления месторождений золото-сульфидно-кварцевой формации и россыпях. Развитие амальгам происходит преимущественно с поверхности золотинов, где они образуют пористые, иногда ажурные, каймы.

Месторождения листовитового типа, к которому принадлежит Алтын-Таш, тяготеют к зоне Главного Уральского разлома, сопровождаемого гипербазитами. Многие исследователи считают, что высокое содержание Hg (до 10 мас. % и более) в золоте является индикатором процессов тектоно-магматической активизации, которые

Т а б л и ц а

## Состав золота месторождения Алтын-Таш (мас. %)

№ п/п	№ лаб.	Ag	Au	Hg	Сумма	Формула	Примечание
1	16090a	5.72	93.63		99.35	Au <sub>0.90</sub> Ag <sub>0.10</sub>	включения в пирите
2	16090b	5.96	93.69		99.65	Au <sub>0.90</sub> Ag <sub>0.10</sub>	
5	16092a	3.40	96.60		100	Au <sub>0.94</sub> Ag <sub>0.06</sub>	
6	16092e	2.60	97.40		100	Au <sub>0.95</sub> Ag <sub>0.05</sub>	
7	16092f	2.91	97.09		100	Au <sub>0.95</sub> Ag <sub>0.05</sub>	
8	16092h	2.92	97.08		100	Au <sub>0.95</sub> Ag <sub>0.05</sub>	сростки с халькопиритом
9	16092j	2.84	97.16		100	Au <sub>0.95</sub> Ag <sub>0.05</sub>	
3	16090d	1.74	97.48		99.22	Au <sub>0.97</sub> Ag <sub>0.03</sub>	включения в кварце
4	16090e	2.39	96.69		99.08	Au <sub>0.96</sub> Ag <sub>0.04</sub>	
10	16092l	3.24	96.76		100	Au <sub>0.94</sub> Ag <sub>0.06</sub>	
11	16092m	3.66	96.34		100	Au <sub>0.94</sub> Ag <sub>0.06</sub>	
12	16093b	3.66	96.34		100	Au <sub>0.94</sub> Ag <sub>0.06</sub>	сросток с кварцем
Свободные зерна							
13	16101a	2.92	97.3		100.22	Au <sub>0.95</sub> Ag <sub>0.05</sub>	центр
14	16101b	3.38	96.62		100	Au <sub>0.94</sub> Ag <sub>0.06</sub>	центр
15	16101c	2.78	72.18	25.04	100	Au <sub>0.71</sub> Hg <sub>0.24</sub> Ag <sub>0.05</sub>	кайма
16	16101d	3.12	93.17	3.71	100	Au <sub>0.91</sub> Ag <sub>0.06</sub> Hg <sub>0.04</sub>	трещина
17	16101e	3.27	96.73		100	Au <sub>0.94</sub> Ag <sub>0.06</sub>	центр
18	16101f	3.35	72.83	23.82	100	Au <sub>0.71</sub> Hg <sub>0.23</sub> Ag <sub>0.06</sub>	кайма
19	16101h	6.27	93.48		99.75	Au <sub>0.89</sub> Ag <sub>0.11</sub>	центр
20	16101i	3.61	96.39		100	Au <sub>0.94</sub> Ag <sub>0.06</sub>	центр
21	16101j	1.49	75.6	22.91	100	Au <sub>0.75</sub> Hg <sub>0.22</sub> Ag <sub>0.03</sub>	кайма
22	16101k	6.91	93.09		100	Au <sub>0.88</sub> Ag <sub>0.12</sub>	центр
23	16101l	4.15	71.63	24.22	100	Au <sub>0.70</sub> Hg <sub>0.23</sub> Ag <sub>0.07</sub>	кайма
24*	Среднее из 50	14,01	84,08	0,06	99,15		из сульфидно-кварцевых прожилков

Пр и м е ч а н и е . Формулы рассчитаны на сумму катионов [Au+Ag+Hg] = 1; \* – данные [Мелекесцева и др., 2011].

приводят к интенсивной миграции рудоносных растворов по глубинным разломам [Осовецкий, 2012 и ссылки внутри]. Более того, было отмечено, что ртутистое золото встречается во многих россыпях Урала, сопряженных с мафит-ультрамафитами [Сазонов и др., 2001]. Процесс природной амальгамации считается эффективным механизмом аккумуляции и концентрирования частиц тонкого и пылевидного золота в приразломных зонах [Осовецкий, 2012 и ссылки внутри].

Однако далеко не все найденное на месторождении золото содержит в своем составе Hg. Ее экстремально высокие содержания встречаются только в каймах, развитых вокруг золота с составом, типичным для изученного типа рудоносных

метасоматитов. Кроме того, между Ag и Hg в золоте месторождения отсутствует корреляция, характерная для гипогенных амальгам. Месторождение сформировалось при температуре 200–400 °С и давлении 1–3 кбар [Мелекесцева, Юминов, 2015], значительно превышающем давление при формировании близповерхностных эпитермальных месторождений. Таким образом, наиболее вероятно, что ртутистые каймы сформировались на некоторых зернах золота месторождения в результате локального интенсивного привноса Hg, связанного с использованием старателями методики амальгамации при извлечении золота.

### Литература

Лобанов Д. А., Усенко С. П., Деменев Ф. П. Отчет о поисковых работах на рудное золото, проведенных Золотогорским отрядом в 1972–1973 гг. в пределах Алтын-Ташского рудного поля. Верхняя Пышма, 1974ф. 312 с.

Мелекесцева И. Ю., Котляров В. А., Зайков В. В., Юминов А. М. Минералы золота и серебра Мечниковского и Алтын-Ташского золоторудных месторождений в лиственитах, Южный Урал // Минералогия Урала–2011. Сборник научных статей. Миасс: ИМин УрО РАН, 2011. С. 111–115.

Мелекесцева И. Ю., Юминов А. М. Условия формирования золото-кварцевых жил Мечниковского и Алтын-Ташского месторождений, Южный Урал: результаты термобарогеохимических и изотопных исследований // Минералогия. 2015. № 2. С. 58–67.

Мурзин В. В., Малюгин А. А. Типоморфизм золота зоны гипергенеза (на примере Урала). Свердловск: УНЦ АН СССР, 1987. 96 с.

Осовецкий Б. М. Наноскульптура поверхности золота. Пермь: ПГНИУ, 2012. С. 177–205.

Петровская Н. В. Самородное золото. М.: Наука, 1973. 348 с.

Попов В. А., Спирин А. В. О находке миллерита и пентландита в золоторудном месторождении Алтын-Таш // Минералогия Урала–1998. Миасс: ИМин УрО РАН. 1998. Т. II. С. 71–72.

Сазонов В. Н., Огородников В. Н., Коротеев В. А., Поленов Ю. А. Месторождения золота Урала. Екатеринбург: УГГГА, 2001. 622 с.

**Г. Р. Манбетова**

*Южно-Уральский государственный университет, филиал в г. Миассе  
manbetova.susu@gmail.com*

### Обломочный материал плотика Александровской золоторудной россыпи (Южный Урал)

(научный руководитель к.г.-м.н. А. М. Юминов)

Александровское золоторудное поле находится в 1–3 км северо-западнее одноименного поселка (Кизильский р-н, Челябинской обл.) и располагается на южном фланге Гумбейской островодужной зоны девонского возраста [Зайков и др., 2004ф]. Оно приурочено к зоне контакта пород гумбейского вулканического комплекса (D<sub>2</sub>gm<sub>2</sub>), сложенного андезибазальтами, песчаниками и агломератовыми брекчиями с вышележащими кремнисто-терригенными породами новобуранной свиты (D<sub>2</sub>nb<sub>1</sub>). Золотоносная система была сформирована в субмаринных условиях на завершающей стадии развития палеоостровной дуги и имеет многоярусное сложение. В ней выде-