

*Кисин А. Ю., Мурзин В. В., Притчин М. Е.* Золото в мраморах Светлинского карьера (Южный Урал) // Ежегодник–2016. Труды ИГГ УрО РАН. Вып. 16. Екатеринбург, 2017. С. 223–226.

*Кисин А. Ю., Притчин М. Е.* Разрывная тектоника на Светлинском месторождении золота (Южный Урал) // Вестник Пермского университета. Геология. 2015. Вып. 3. (28). С. 34–42.

*Мурзин В. В., Григорьев Н. А., Мецнер Э. И.* О механизме укрупнения частиц золота в гипергенном ореоле остаточного типа // Доклады АН СССР. 1985. Т. 284. № 4. С. 956–959.

*Мурзин В. В., Кисин А. Ю., Сазонов В. Н.* Самородное золото рубиноносных мраморов зональных метаморфических комплексов Урала и его роль в формировании россыпей // Доклады АН СССР. 1991. Т. 320. № 5. С. 1226–1229.

*Притчин М. Е., Кисин А. Ю., Мурзин В. В.* Типоморфизм золота в мраморах Светлинского карьера // XVII чтения им. акад. А. Н. Заварицкого. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2017. С. 127–131.

***Н. В. Сидорова, С. В. Ковригина***

*Институт геологии рудных месторождений,  
минералогии, петрографии и геохимии РАН, г. Москва  
nsidorova989@mail.ru*

### **О неоднородности состава галенита гумбеитов Шарташского массива, Березовское рудное поле, Средний Урал**

Гумбеиты – среднетемпературные гидротермальные метасоматиты, образовавшиеся в результате кислотного выщелачивания гранитоидов (реже вулканических пород) повышенной щелочности; типичные околожильные образования с характерной ассоциацией кварц+КПШ+карбонат [Метасоматизм..., 1998]. Метасоматиты гумбеитовой формации известны на Южном и Среднем Урале – на месторождениях Гумбейского рудного поля, Кедровском месторождении, Кузнецовском рудопроявлении и Березовском рудном поле [Грабежев, 1981; Спиридонов и др., 1997; Середкин, 2000].

Целью работы было установление характера распределения микропримесей в галените гумбеитов Шарташского массива (Березовское рудное поле). Образцы метасоматических колонок гумбеитов отобраны на юго-востоке массива в западном борту карьера Березовского завода строительных конструкций (пос. Изоплит). Ранее при изучении состава сульфидов методом ЛА ИСП МС в галените из сульфидно-шеелит-кварцевого прожилка в гумбеитизированных гранодиоритах было обнаружено неоднородное распределение Au (0.01–0.34 г/т) совместно с Cu и Sb при равномерном распределении остальных элементов-примесей [Сидорова, Абрамова, 2018]. За полевой сезон 2018 г. коллекция образцов метасоматических колонок гумбеитов Шарташского массива пополнилась, и стало возможным статистическое наблюдение за составом галенита.

Шарташский гранитный массив расположен в окраинно-континентальном секторе Среднего Урала и относится к массивам габбро-тоналит-гранодиорит-гранитной серии каменноугольного возраста [Ферштатер и др., 2010]. Массив вмещают вулканогенно-осадочные породы D<sub>1</sub>, метаморфизованные в условиях зеленосланцевой и

низов амфиболитовой фации, и породы дунит-гарцбургитовой формации, превращенные в тальк-карбонатные породы [Прибавкин, Вотяков, 2004]. Шарташский массив сложен магматическими породами трех фаз (различных по зернистости) с антидромной последовательностью внедрения. Каждая интрузивная фаза сопровождается жильными аплитами, пегматитами и лапрофирами [Куруленко, 1977]. Выходя на дневную поверхность в южной части Березовского рудного поля, массив полого погружается на север и в пределах месторождения залегает на глубине 1.4–4.0 км. Березовское месторождение, расположенное в надапикальной части Шарташского интрузива, представляет собой систему многочисленных даек гранитоидов (субмеридиональных и ССВ), которые пересечены вкрест простираения золотоносными кварцевыми жилами [Vikent'eva et al., 2017].

Метасоматические колонки образцов гумбеитов состоят из тыловой зоны (сульфидно-кварцевые жилы) мощностью 2–30 мм с небольшим ореолом околожильных изменений (20–30 мм), наложенных на гранодиориты и гранодиоритпорфиры. Внешняя зона колонки сложена кварцем, решетчатым микроклином, в меньшей степени – альбитом, серицитом, карбонатом, акцессорными минералами (циркон, рутил, титанит). Ближе к сульфидно-кварцевой жиле увеличивается количество новообразованного микроклина, серицита, карбоната, и появляется пирит. Тыловая зона – это кварцевые прожилки с кальцитом, доломитом, шеелитом, пиритом с включениями сложных сульфидов (Cu-Ag-Te-Pb-Bi), бурнонитом, блеклой рудой, галенитом.

Для анализа были отобраны монофракции галенита из трех сульфидно-кварцевых прожилков. Состав галенита изучен на рентгеноспектральном микроанализаторе JEOL JXA-8200 (аналитик Е. В. Ковальчук) и квадрупольном масс-спектрометре XSeries, оснащенном лазерным пробоотборником NewWave UP-213 (аналитики В. Д. Абрамова, С. В. Ковригина).

По результатам РСМА, галенит содержит (мас. %) Ag (0.11–0.24), Cd (0.06–0.13), Bi – до 0.16, Cu – до 0.14 (содержания Bi и Cu в большинстве анализов ниже предела обнаружения), Te – до 0.14 (в большинстве анализов содержание выше предела обнаружения).

По данным ЛА ИСП МС галенит содержит (г/т) Ag 561–1447 и Bi 1261–3563 (табл.). Для всех зерен характерна низкая концентрация Au (0.01–0.04 г/т) с увеличением содержаний к периферии кристаллов до 0.59 г/т (рис. 1), что также сопровождается увеличением содержаний Cu (до 241 г/т) и Sb (до 680 г/т), что может быть

Т а б л и ц а

**Состав галенита сульфидно-кварцевых жил гумбеитов Шарташского массива (г/т)**

	Cu	Zn	As	Se	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	Au	Tl	Bi
мин	0.5	0.2	4.3	1	561	21	0.01	0.1	0.9	101	0.01	1.5	1261
макс	241	56	21	7.7	1447	285	0.02	0.7	680	236	0.59	3.9	3563
сред <sub>а</sub>	57	2.5	11	4.6	927	129	0.01	0.4	177	151	0.14	2.8	2154
сред <sub>г</sub>	22	0.8	9	4.3	872	111	0.01	0.3	113	145	0.10	2.7	1995

П р и м е ч а н и е . Количество профилей зондирования – 16; сред<sub>а</sub> – среднее арифметическое; сред<sub>г</sub> – среднее геометрическое.

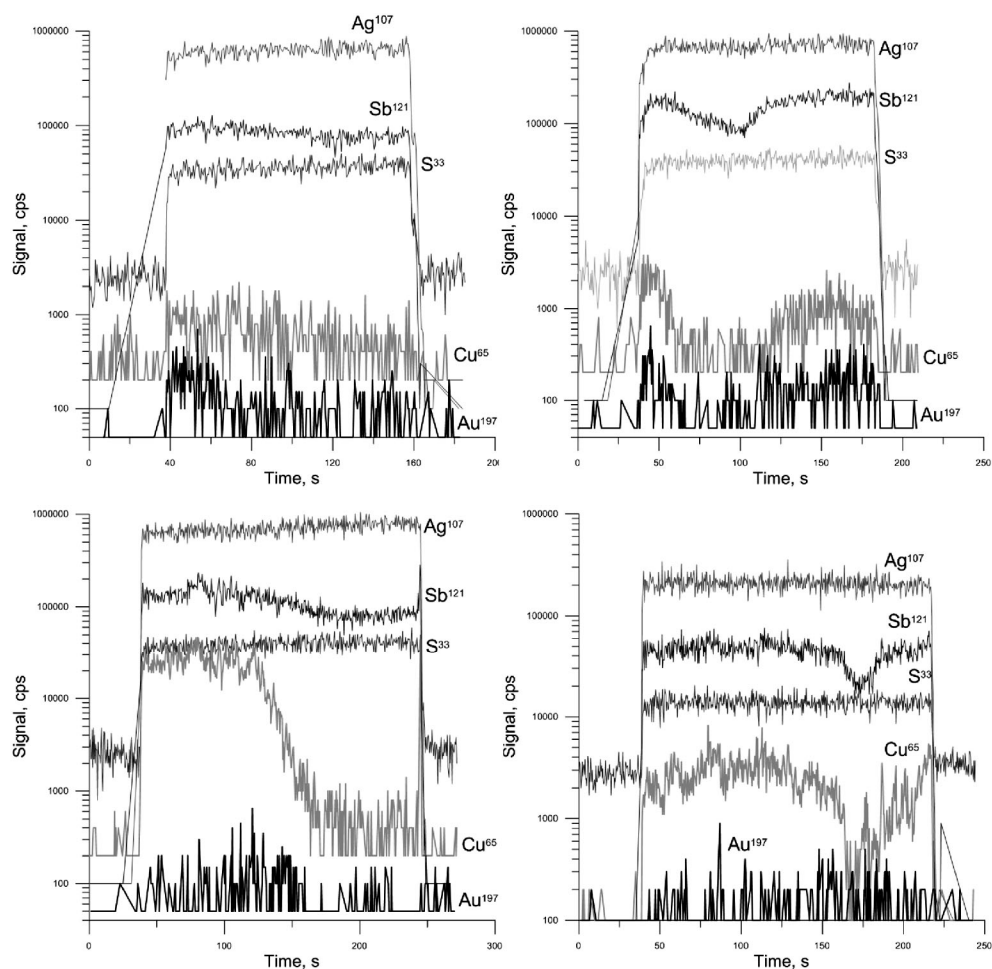


Рис. Профили зондирования ЛА ИСП МС зерен галенита сульфидно-кварцевых жил в гумбейтах Шарташского массива.

Длина профилей 600–1000 мкм. Вертикальная ось – количество импульсов в секундах, горизонтальная ось – развертка времени.

связано с тонкодисперсными включениями, возможно, Au-содержащего бурнонита  $\text{CuPbSbS}_3$ . Содержания остальных элементов-примесей достаточно равномерные в пределах одного зерна и имеют небольшие вариации в галените из разных жил. В галените из одного образца содержания Ag и Vt вдвое ниже, чем в галените из двух других кварцевых жил, при этом вариации количества Sb, Cu и Au имеют такой же порядок, как и в остальных образцах.

Таким образом, высокочувствительным методом ЛА ИСП МС проанализирован состав галенита сульфидно-кварцевых жил гумбейтовой формации Шарташского массива. Особенностью состава галенита является неоднородное распределение Au совместно с Cu и Sb – эта закономерность прослежена во всех зернах минерала с тенденцией увеличения содержания элементов к краям зерен. Вероятно, это связано с

тонкодисперсными включениями бурнонита  $\text{CuPbSbS}_3$ , поскольку последний является характерным и распространенным минералом гумбеитов, и его наличие могло способствовать осаждению субмикроскопического самородного золота.

*Работа выполнена при поддержке проекта РНФ, полевые работы – программы Президиума РАН № 19.*

### Литература

Грабежнев А. И. Метасоматизм, рудообразование и гранитный магматизм. М.: Наука, 1981. 292 с.

Куруленко Р. С. История формирования Шарташского гранитного массива // Ежегодник–1976. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1977. С. 39–41.

Метасоматизм и метасоматические породы / Под ред. В. А. Жарикова и В. Л. Русинова. М.: Научный мир, 1998. 492 с.

Прибавкин С. В., Вотяков С. Л. Амазонитсодержащие пегматиты Шарташского массива (Средний Урал): минералогия, петрогенезис // Записки ВМО. 2004. № 4. С. 10–20.

Середкин М. В. Метасоматиты гумбеитовой формации Гумбейского рудного поля и Шарташского массива, Урал // Петрология. 2000. Т. 8. № 3. С. 280–308.

Сидорова Н. В., Абрамова В. Д. Микропримеси в галените сульфидно-кварцевых жил золотоносных метасоматитов Березовского месторождения, Средний Урал // Металлогения древних и современных океанов–2018. Вулканизм и рудообразование. Миасс: ИМин УрО РАН, 2018. С. 154–158.

Спиридонов Э. М., Бакиев И. А., Середкин М. В., Куруленко Р. С., Прокофьев В. Ю., Устинов В. И., Прибавкин С. В., Филимонов С. В. Гумбеитовая формация Урала. М.: МГУ, 1997. 100 с.

Ферштатер Г. Б., Холоднов В. В., Кременецкий А. А., Краснобаев А. А., Бородина Н. С., Зинькова Е. А., Прибавкин С. В. Золотоносные габбро-тоналит-гранодиорит-гранитные массивы Урала: возраст, геохимия, особенности магматической и рудной эволюции // Геология рудных месторождений. 2010. Т. 52. № 1. С. 65–84.

Vikent'eva O. V., Bortnikov N. S., Vikentyev I. V., Groznova E. O., Lyubimtseva N. G., Murzin V. V. The Berezovsk giant intrusion-related gold-quartz deposit, Urals, Russia: Evidence for multiple magmatic and metamorphic fluid reservoirs // Ore Geology Reviews. 2017. Vol. 91. P. 837–863.

**Е. В. Ковальчук<sup>1</sup>, Е. Э. Тюкова<sup>1,2</sup>, И. В. Викентьев<sup>1</sup>, Б. Р. Тагиров<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – Институт геологии рудных месторождений, минералогии, петрографии и геохимии РАН, г. Москва  
<sup>2</sup> – Научный геоинформационный центр РАН, г. Москва  
*elena7kovalchuk@gmail.com*

### **«Невидимое» золото в синтетических и природных кристаллах арсенопирита (Воронцовское месторождение, Северный Урал)**

В рудах гидротермальных месторождений золото часто рассеяно в «невидимой» форме в наиболее распространенных минералах системы Fe–As–S, таких как мышьяковистый пирит, арсенопирит, леллингит и пирротин. Предполагается, что форма нахождения «невидимого» Au может быть неструктурной (наноразмерные включения металла и его соединений) и химически связанной (изоморфный твердый раствор) [Genkin et al., 1998]. Целью работы являлось определение диапазона кон-