

Часть 5. ЗОЛОТОРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В. В. Мурзин

*Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург
murzin@igg.uran.ru*

К вопросу о происхождении золотоносных тальк-карбонатных пород Кировского месторождения (Ю. Урал) по данным термодатиметрического изучения газовой-жидких включений

Тальк-карбонатные метасоматиты не обладают формационной самостоятельностью. Они выделяются в составе пород березит-лиственитовой, пропилитовой и гумбеитовой метасоматических формаций [Бакшеев, Савина, 1998]. На золоторудных месторождениях тальк-карбонатные метасоматиты являются промежуточным членом зональной колонки процесса лиственитизации [Сазонов, Коротеев, 2009]. Химизм процесса лиственитизации ультраосновных пород сводится к постепенному замещению силикатных минералов карбонатом в направлении от внешних зон к внутренним и фиксации освобожденного кремнезема во внутренней зоне в виде кварца. Сами по себе тальк-карбонатные породы в колонках лиственитизации на месторождениях золота, типовым объектом которых является Березовское месторождение на Среднем Урале, слабо золотоносны. Золото в процессе лиственитизации привносится магматогенными растворами и фиксируется в наиболее поздних прожилках и жилах кварца.

На месторождениях талька тальк-карбонатные породы формируются в более глубоких условиях по отношению к таковым в золоторудных месторождениях. В этом случае тальк-карбонатные породы являются более ранними, нежели березиты-листвениты, и генетически с ними не связаны. Вследствие этого пространственно они могут быть совмещенными с лиственитами и обуславливать появление в них золота или же разобщенными [Сазонов и др., 2009]. С процессом инфильтрационного тальк-карбонатного метасоматоза серпентинитов связывается также формирование золото-содержащих кобальт-медноколчеданных месторождений Южного Урала [Артемьев, Зайков, 2009].

Объектом данного исследования явилось Кировское золоторудное месторождение, которое находится в С-З экзоконтакте позднепалеозойской Джабык-Карагайской гранитной интрузии (рис. 1). Связь золота оруденения с лиственитизированными тальк-карбонатными породами на этом месторождении не очевидна, хотя слабо золотоносные листвениты здесь отмечались [Сазонов и др., 2009]. Месторождение размещается среди серпентинитов небольшого линзообразного массива, вытянутого в С-В направлении согласно с общим простиранием вмещающих сланцевых толщ, представленных метаморфизованными и рассланцованными осадочными и эффузивно-туфовыми породами D_2-C_1 (кремнисто-серицитовыми, кремнисто-глинистыми, кремнисто-углистыми, хлорит-биотитовыми).

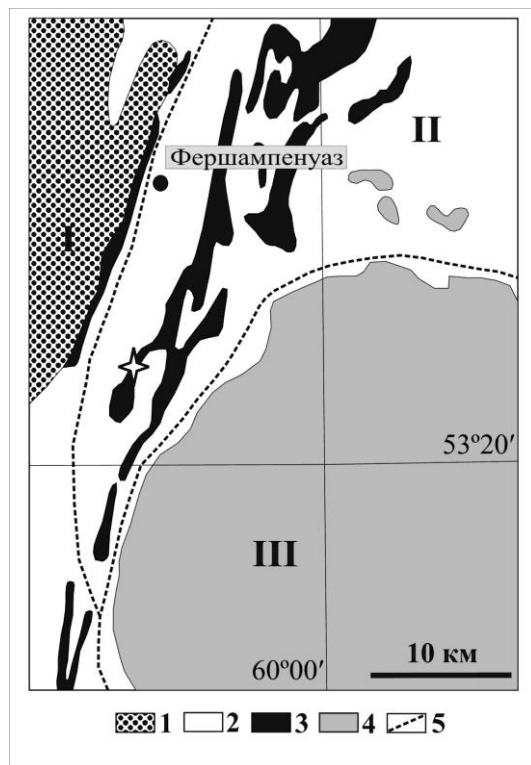


Рис. 1. Геологическая схема района Кировского золоторудного месторождения (на основе геологической карты Урала масштаба 1 : 500 000 под ред. И. Д. Соболева).

1 – вулканогенно-осадочные породы S_2 - D_2 ; 2 – терригенно-осадочная толща D_2 - C_1 ; 3 – серпентиниты; 4 – магматические породы Джабык-Карагайской интрузии; 5 – границы зон тектонического районирования: I – Магнитогорский мегасинклинорий, II – Армильско-Сухтелинский мегасинклинорий, III – Челябинско-Суондукский мегантиклинорий. Звездочкой помечено расположение месторождения.

Серпентиниты массива сильно брекчированы, смяты, рассланцованы и превращены в тальк-карбонатные, тальк-хлоритовые, тальк-актинолитовые, актинолитовые сланцы, хлоритолиты, листовиты и другие породы [Сазонов и др., 2001]. Оталькованные породы развиты по антигоритовым серпентинитам, которые

замещаются тальком и карбонатом (ранний тальк-карбонатный парагенезис). Карбонат (магнезит, брейнерит) рассеян в метасоматите и образует в нем тонкие прожилки. Тальк-карбонатные породы в рудных зонах локально деформированы и рассеяны сетью преимущественно мономинеральных прожилков крупнопластинчатого антигорита, талька, доломита (поздний антигорит-тальк-карбонатный парагенезис) мощностью до 5 см. С этими прожилками, а также рассланцованными участками тальк-карбонатных пород связана основная масса частиц золота высокой пробы (более 900). Другие рудные минералы присутствуют в следовых количествах и представлены сульфидами и сульфоарсенидами Cu, Fe, Ni, Co, а также арсенидами Ir (ирарсит) и Pt (платарсит).

Задача исследования заключалась в термодриометрическом изучении газожидких включений в минералах тальк-карбонатных пород с целью получения информации о происхождении гидротермальных растворов, ответственных за появление на месторождении промышленных концентраций золота. Измерение температур фазовых переходов во включениях осуществлялось А. А. Гараевой в ИГГ УрО РАН на термодриометрической ТНMSG-600 (Linkam, Великобритания). Солевой состав растворов определялся по температурам эвтектик [Борисенко, 1977]. Концентрация солей во включениях оценивалась по температурам плавления льда для солевой системы $NaCl-H_2O$ [Bodnar, Vityk, 1994].

Включения минералообразующей среды обнаружены в брейнерите раннего тальк-карбонатного и доломите позднего антигорит-тальк-карбонатного парагенезисов. В обоих случаях включения представлены как первичными, рассеянными в

карбонате, так и вторичными, скопления которых трассируют секущие микротрещины зернистой карбонатной массы. Первичные включения имеют размеры 8–30 мкм и представляют собой двухфазные вакуоли, содержащие водный раствор и газовую фазу (объем газовой фазы 10–30 % объема вакуоли). Морфология включений разнообразна, но преобладают овальные изометричные или удлинённые, а также в виде ромбоэдрических отрицательных кристаллов. Вторичные однофазные включения размерами менее 5 мкм заполнены жидкостью.

Термокриометрическим исследованием первичных включений в температурном диапазоне –196...+600 °С установлен ряд точек фазовых переходов (табл.).

Т а б л и ц а

Результаты термокриометрического изучения газово-жидких включений в карбонатах Кировского золоторудного месторождения

№ обр.	Характеристики (число изученных включений)				Тип водно-солевой системы
	T _{гом}	T _{эвт}	T _{пл.}	C	
1336	190–233 (11)	–20.2...–22.1 (5)	–1.5...–3.2 (9)	2.6–2.9	NaCl, NaCl–NaHCO ₃
1753	201–272 (43)	–21.1...–24.6 (26)	–1.6...–3.2 (27)	2.7–5.3	NaCl (MgCl ₂)
1326	207–286 (20)	–21.4...–26.2 (16)	–1.4...–2.5 (19)	2.4–4.2	–"
1321	204–274 (16)	–24.3...–26.7 (12)	–1.3...–2.8 (12)	2.2–4.6	–"

Примечание. T_{гом} – температуры гомогенизации, T_{эвт} – температуры эвтектики, T_{пл.} – температуры плавления льда (°С), C – концентрации солей, мас. % NaCl-экв. Образцы: 1336 – брейнерит из тальк-карбонатного метасоматита, 1753 – прожилок доломита с тальком в зальбандах, 1326 и 1321 – доломит из цемента брекчированного серпентинита.

При нагревании включения в брейнерите гомогенизируются в жидкую фазу при 190–233 °С, в доломите при более высоких температурах – 207–286 °С. При охлаждении включений признаки присутствия в газовой фазе углекислоты или других высококипящих газов не зафиксированы и эта фаза представлена, по-видимому, водным паром. Точки температур эвтектики (начала плавления замороженных включений) в брейнерите находятся в диапазоне от –20.2 до –22.1 °С, в доломите – от –21.1 до –26.7 °С. Установлен сходный интервал температур плавления последнего кристаллика льда для включений из брейнерита и доломита – от –1.3 до –3.2 °С.

Полученные значения температур фазовых переходов позволяют установить тип водно-солевой системы гидротермального флюида, а также общую концентрацию солей во флюиде. При отложении брейнерита раннего парагенезиса состав флюида соответствует хлоридно-натриевой или хлоридно-натриево-гидрокарбонатной солевой системе с очень низким содержанием солей 2.6–2.9 мас. % NaCl-экв. Более низкие значения температур эвтектики включений в доломите свидетельствуют об усложнении солевой системы, вероятно, за счет примеси MgCl₂ (T_{эвт} –35 °С). Содержание солей во флюиде при отложении доломита повышается до 5.3 мас. % NaCl- экв., однако остается достаточно низким.

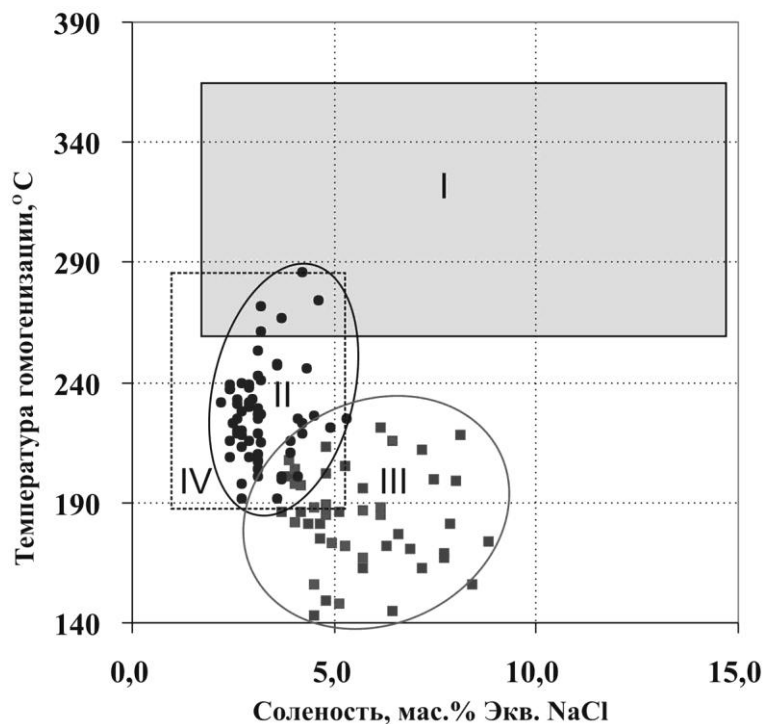


Рис. 2. Термокриометрические характеристики газовой-жидких включений углекислотных метасоматитов из различных месторождений.

I – листвениты и кварцевые жилы Березовского золоторудного месторождения; II – тальк-карбонатные породы Кировского месторождения; III – золотоносные магнетит-хлорит-карбонатные метасоматиты Карабашского массива; IV – тальк-карбонатные метасоматиты на месторождении хризотил-асбеста Слейд-Форбс по [Schandl, Naldrett, 1992].

Сопоставление газовой-жидких включений в минералах золотоносных апогипербазитовых углекислотных метасоматитов изученного месторождения, магматогенно-гидротермальных кварцевых жил в лиственитах Березовского месторождения, а также метаморфогенно-гидротермальных магнетит-хлорит-карбонатных пород Карабашского массива выявило существенные различия их термокриометрических характеристик (рис. 2). При одинаковом хлоридно-натриевом составе включения из кварца Березовского месторождения характеризуются наиболее высокими значениями температуры гомогенизации и концентрации солей: соответственно, 255–365 °C и 2.0–14.9 мас. % NaCl- экв. [Викентьева и др., 2000; Бортников, 2006]. Резкие различия рассматриваемых образований устанавливаются и по степени углекислотности включений минералообразующей среды. Если в Кировском месторождении включения характеризуются низкой углекислотностью – менее 0.85 мол. %, судя по отсутствию газогидрата при их замораживании [Hedenquist, Henley, 1985], то в кварцевых жилах Березовского месторождения растворы были высоко углекислотными и отложение руд имело место из двухфазного флюида, состоящего из жидкой углекислоты и газовой CO₂ [Бортников, 2006]. Наконец, обнаруживается наибольшее сходство

термокриометрических параметров включений из тальк-карбонатных пород Кировского месторождения и некоторых месторождений хризотил- и амфибол-асбеста архейского зеленосланцевого пояса Абитити (Онтарио) [Schandl, Naldrett, 1992]. Однако присутствующие в этом поясе золотоносные листвениты также сформированы флюидами с более высокой степенью углекислотности (содержание CO₂ во включениях 2–7 мол. %) и признаками водно-углекислотной фазовой сепарации.

Таким образом, отсутствие в Кировском месторождении отчетливо выраженных лиственитов и кварцевых жил, практически полное отсутствие сульфидов, низкая степень углекислотности газовой фазы включений и солености, близкой к уровню солености морской воды, свидетельствуют не в пользу магматогенно-гидротермального происхождения изученных золотоносных метасоматитов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 12-05-00734-а.

Литература

Артемьев Д. А., Зайков В. В. Тальк-карбонатные метасоматиты и их роль в формировании кобальт-медноколчеданного оруденения в ультрамафитах Главного уральского разлома // Литосфера. 2009. № 1. С. 47–69.

Бакшеев И. А., Савина Д. Н. Минералогия и условия формирования тальк-карбонатных метасоматитов пропилитовой, гумбеитовой и березит-лиственитовой формаций Среднего Урала // Минералогия Урала-1998. Миасс: ИМин УрО РАН, 1998. Т. 1. С. 24–27.

Борисенко А. С. Изучение солевого состава газовой фазы включений в минералах методом криометрии // Геология и геофизика. 1977. № 8. С. 16–27.

Бортников Н. С. Геохимия и происхождение рудообразующих флюидов в гидротермально-магматических системах в тектонически активных зонах // Геология рудных месторождений. 2006. Т. 48. № 1. С. 3–28.

Викентьева О. В., Бортников Н. С., Мурзин В. В., Наумов В. Б. Флюидный режим минералообразования на Березовском золоторудном месторождении // Ежегодник–1999. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2000. С. 224–227.

Сазонов В. Н., Коротеев В. А. Основные золотопродуктивные и сопутствующие метасоматические формации Урала (геологическая позиция, зональность, минералогическая, химическая и текстурно-структурная трансформация эдуктов и прогностическое значение). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2009. 161 с.

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

Сазонов В. Н., Огородников В. Н., Поленов Ю. А. Метасоматиты золоторудных и тальковых месторождений Урала, локализующихся в ультрабазитах, их теоретическая и практическая значимость // Труды ИГГ УрО РАН, 2009. Вып. 156. С. 109–111.

Bodnar R. J., Vityk M. O. Interpretation of microthermometric data for H₂O–NaCl fluid inclusions // In: Fluid inclusions in minerals: methods and applications. В. De Vivo, М. L. Frezzotti (eds.). Pontignano-Siena, 1994. P. 117–130.

Hedenquist J. W., Henley R. W. The importance of CO₂ on freezing point measurements of fluid inclusions: evidence from active geothermal systems and implications for epithermal ore deposition // Economic Geology. 1985. Vol. 80. P. 1379–1406.

Schandl E. S., Naldrett A. J. CO₂ metasomatism of serpentinites, south of Timmins, Ontario // Canadian Mineralogist. 1992. Vol. 30. P. 93–108.