

УДК 550.4:553+553.41

УНИКАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРИРОДНОЙ АМАЛЬГАМЫ ЗОЛОТА, КИНОВАРИ, САМОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ И КАРБИДОВ ФАДЕЕВСКОГО РУДНО-РОССЫПНОГО УЗЛА, ПРИМОРЬЕ

© 2008 г. В. П. Молчанов, академик А. И. Ханчук, Е. И. Медведев, Л. П. Плюснина

Поступило 29.04.2008 г.

Фадеевский рудно-россыпной узел (рис. 1) расположен на границе Лаоелин-Гродековского и Ханкайского террейнов [1]. В низах стратифицированного разреза изученной площади развиты базальто-кремнисто-туфогенные, кремнисто-глинистые, аргиллитовые и туфогенно-песчаниковые отложения (S_{1-2}). Их перекрывают вулканогенно-осадочные толщи пермского возраста (P_{1-2}) и эффузивы кислого состава (P_2). Породы вулканогенно-терригенного комплекса, включающего черные сланцы, прорваны на юге крупными массивами гранитоидов, а на севере – небольшими телами габброидов и сиенитов [2]. На данной площади с начала XX в. разрабатывали золото-платиноидные россыпи в аллювиальных отложениях рек Фадеевка и Золотая, дренирующих соответственно гранитоиды и черносланцевую толщу. Известны две продуктивные ассоциации: первая – Hg–Cu–Pd-содержащее золото, минералы ЭПГ и хромиты, генетически связана с базит-гипербазитовым комплексом; вторая, включающая серебряистое золото, сульфиды и кварц, является производной гранитоидного магматизма [2, 3]. Цель данного сообщения – описание третьей, впервые выделенной уникальной ассоциации природной амальгамы золота, киновари, самородных цинка, свинца, железа и меди, карбидов Si и Fe. При этом использовали гравитационный концентрат делювия и протолочек коренных пород бассейна водосбора правых притоков р. Золотая. Методика работ исключала возможность техногенного заражения.

В составе этой ранее неизвестной многометальной неравновесной ассоциации количественно преобладают природная амальгама золота и киноварь. Морфологически аурамальгама представлена агрегатами микропризматических кристаллов с угловатыми скульптурными ограничениями (рис. 2а). В разных точках замеров эти кристаллы обнаруживают колебания состава в сравнительно узком диапазоне (табл. 1). На сним-

ке фрагмента зерна аурамальгамы (рис. 2б) видна рыхлая разветвленная структура разнообразно ориентированных микро-наноразмерных кристаллов с закругленными полусферами на верхних гранях роста. Обращает внимание отсутствие матрицы и ярко выраженная фрактальность кристаллов золота с развитием пор в межзерновом пространстве. Пористая микроструктура свидетельствует о кристаллизации золота из металлоносного газового флюида (аэрозоля) путем постепенного захвата свободного пространства кластерами [4].

Местами аурамальгама покрыта (рис. 3) тонкой прерывистой пленкой (толщиной 400–500 нм), состоящей из Fe (до 40 мас. %), Al, Si (до 10 мас. %) и O (до 50 мас. %). Ее образование является следствием проявления более поздних низкотемпературных окислительных процессов. Эта пленка является матрицей, связующей микро-наночастицы киновари и наносфероиды ртутистого золота. Состав фаз киновари, приведенный в табл. 1, варьирует в разных точках замера одного зерна. Широкий диапазон смесимости компонентов в пределах одно-

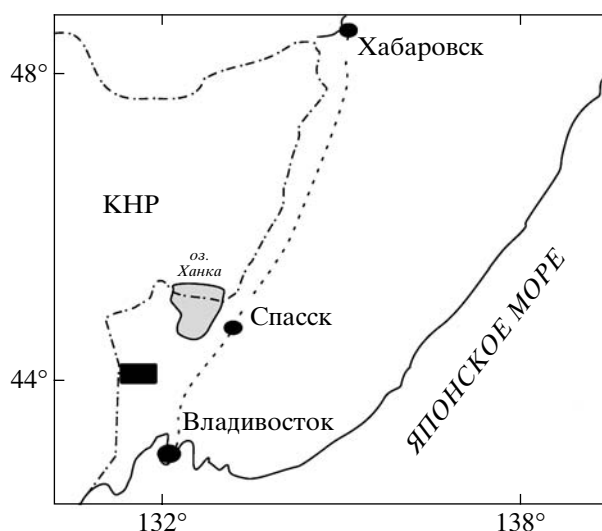


Рис. 1. Местоположение Фадеевского рудно-россыпного узла.

Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Владивосток

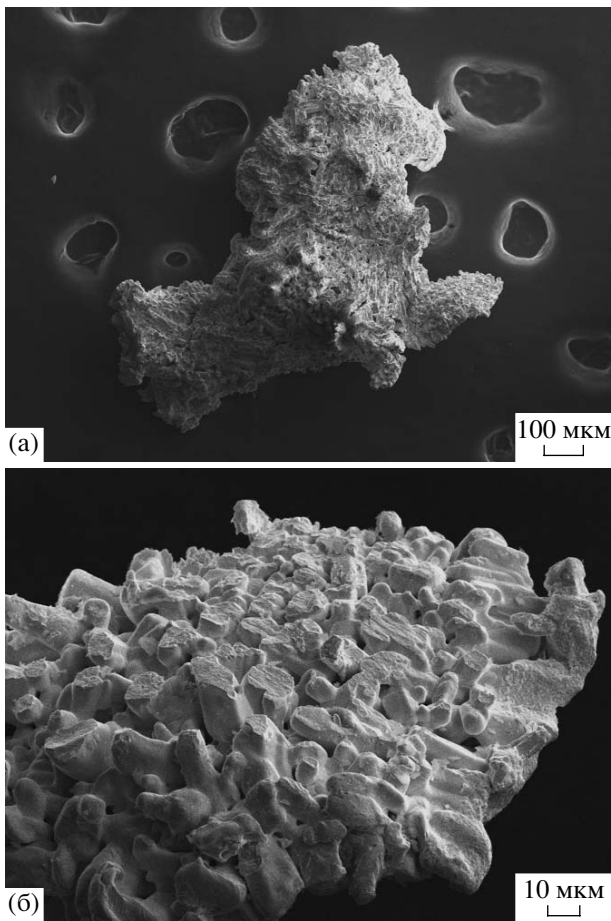


Рис. 2. Скульптурный ансамбль микрокристаллов природной амальгамы золота (а) и его увеличенный фрагмент с элементами призматической и глобулярной микроструктуры и микропористой текстуры (б).

го минерального агрегата свидетельствует о неравновесных условиях их кристаллизации. Весьма необычным является присутствие примеси рутения в киновари до 3.6 мас. %.

Самородный свинец представлен мелкими кристаллами высокой химической чистоты со сглаженными углами и гранями. Из других самородных металлов отмечены сфероиды (диаметром до 10 мкм) самородного железа и меди, практически не содержащие микропримесей других элементов. Их размеры и формы совершенно идентичны сфероидам серебра, описанным в графитоносном горизонте максютовского комплекса [5].

Самородный цинк образует мелкие уплощенные сростки с самородным железом либо мономинеральные агрегаты идиоморфных тонкопластинчатых кристаллов, наслаивающихся друг на друга. Отмечаются также микропарагенезисы цинка с муассанитом и когенитом. Химический состав цинка близок к 100 мас. % (Zn – 97.66 мас. %, Al – 0.66, S – 0.33, Fe – 0.68, Cu – 0.67 мас. %). Особый интерес вызывают микро-наноразмерные сферы и полусферы углеродистого вещества (C – 90.64 мас. %, Si – 0.27,

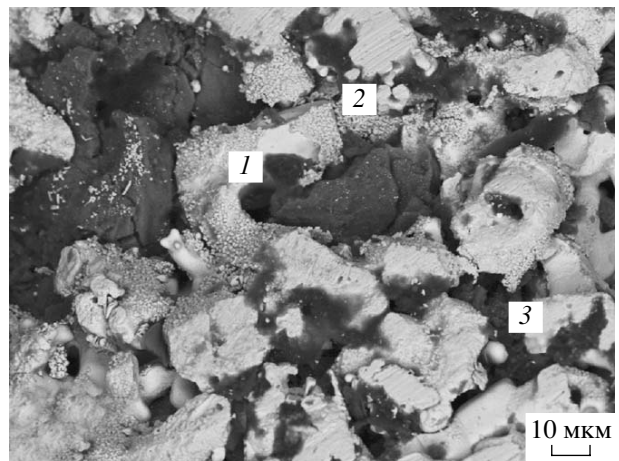


Рис. 3. Агрегат природной амальгамы золота (1) и киновари (2) с наносфероидом ртутистого золота (3).

S – 0.53, Fe – 0.37, Zn – 8.19 мас. %), которые нарастают на поверхности отдельных пластинок цинка (рис. 4). Совместное осаждение углерода и металлов происходит, по всей вероятности, в результате каталитического разложения металлоорганических комплексов на поверхности катализатора, в данном случае цинка. Наличие углерода в рудообразующей системе подтверждается также присутствием микрокристаллов карбида кремния и железа. Муассанит встречается в виде уплощенных микрокристаллов размером 0.1–0.3 мм. По данным микроспектрального анализа в нем присутствует примесь Fe до 4 мас. %. В когените количество железа варьирует от 60 до 70 мас. % при содержании примеси Si и Al до 3–4 мас. % каждого. Следует отметить, что по основным характеристикам самородные металлы и карбиды близки своим аналогам из рудных тел Кумакского золоторудного месторождения, локализованного в углеродистых метасоматитах [6].

В нашем случае, судя по морфологии выделения самородных металлов, преобладание сферoidalных микрокристаллических агрегатов как рудных фаз, так и углерода позволяет сделать вы-

Таблица 1. Химический состав киновари и природной амальгамы золота

Элемент, мас. %	Киноварь		Амальгама золота		
	1	2	1	2	3
Au	–	12.65	76.29	88.28	77.77
Ag	–	–	3.49	–	2.28
Hg	80.06	72.22	20.22	11.72	19.95
S	16.36	12.94	–	–	–
Ru	3.58	2.19	–	–	–

Примечание. Прочерк – элемент не обнаружен. 1, 2, 3 – нумерация анализов.

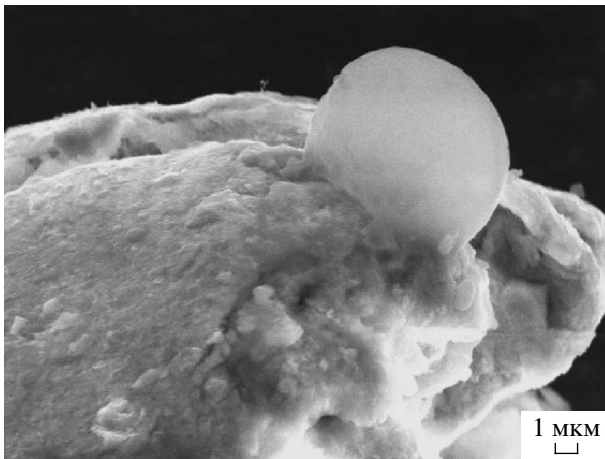


Рис. 4. Фрагмент пластинки самородного цинка с углеродистым сфероидом на ее поверхности.

вод об их кристаллизации в процессе конденсации высокотемпературных углеродизированных металлоносных флюидов. Сфероидная форма характерна для фуллеренов углерода и металлофуллеренов, образующихся при агрегации замкнутых молекул, в которых все атомы находятся на сферической поверхности [7]. Металлофуллерены обладают высокой химической и термической стабильностью в восстановительных условиях при температурах выше 500–600°C. Их формирование происходит в неравновесных условиях газотранспортных реакций. Основными формами выделения являются наноразмерные фазы, последующее агрегирование которых формирует разнообразные минеральные ансамбли. Образование квазикристаллических фаз обусловлено высокоградентными по температуре процессами при гетерогенных реакциях газ–твердое [8]. Большинство исследователей [8, 9, 11, 12] приходят к выводу о поступлении углерода в составе газового флюида.

Проблема эндогенной углеродизации и связанной с ней минерализации самородных металлов активно обсуждается в литературе [6, 9]. Эти процессы широко проявлены в северной части Ханкайского террейна [10]. Описанные авторами выделения углерода на агрегатах самородных металлов подтверждают гипотезу о первично углеводородной природе восстановленных глубинных флюидов. Подобные высокотемпературные флюиды могут быть переносчиками рудных компонентов в виде металлоорганических соединений с серой, хлором и другими летучими элементами [11, 12]. В пользу этого вывода свидетельствует химический состав сфероидальных наноагрегатов ртутистого золота (рис. 3), где помимо Au (до 70.1 мас. %), Hg (17.3 мас. %), Ag (2.0 мас. %) присутствуют углерод, азот и кислород в количестве от 3 до 3.7 мас. % каждый. В сущности, этот состав отвечает составу сухих металлоносных аэрозолей. В соответствии с пред-

ставлениями ряда исследователей, ртутьсодержащая минерализация связана с глубинными флюидными потоками [13]. Приуроченность ртутьсодержащих флюидов к разрывам планетарного масштаба, в которых ртуть ассоциирует с “мантийным” гелием, отмечена в [14]. По-видимому, по участкам проявления природной аурамальгамы можно распознавать разломы глубинного заложения. В пределах этих структур выделяются ассоциации природной амальгамы золота в микрострастаниях с киноварью, которые могут рассматриваться в качестве свидетельства глубинной дегазации Земли. В случае Фадеевского узла имеет место тектоно-магматическая активизация в осадочном чехле южной окраины Ханкайского террейна.

Суммируя сказанное, еще раз отметим, что уникальное совместное нахождение самородных металлов, интерметаллидов, киновари, когенита и муассанита можно интерпретировать в качестве подтверждения проявления активизационных процессов, сопровождающихся глубинными флюидными потоками.

Работа выполнена при финансовой поддержке Президиума ДВО РАН (проекты 06–2–СО–08–029, 5–ИН–07, 06–3–А–08–325, 06–1–ОХНМ–134, 06–III–В–08–363).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ханчук А.И., Голозубов В.В., Бялбжевский С.Г. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2007. Т. 1. С. 93–225.
2. Молчанов В.П., Моисеенко В.Г., Хомич В.Г. // ДАН. 2005. Т. 402. № 5. С. 661–664.
3. Шека С.А., Вржосек А.А., Сапин В.И. и др. // Минералог. журн. 1991. Т. 13. № 1. С. 31–40.
4. Рождествина В.И. Материалы годичного совещания РМО. М., 2007. С. 107–112.
5. Шумилова Т.Г., Юшкин Н.П., Пушкарев Е.В. // ДАН. 2007. Т. 417. № 5. С. 682–684.
6. Новгородова М.М. Самородные металлы в гидротермальных рудах. М.: Наука, 1983. 287 с.
7. Винокуров С.Ф., Новиков Ю.Н., Усатов А.В. // Геохимия. 1997. № 9. С. 937–944.
8. Дистлер В.В., Юдовская М.А., Диков Ю.П. и др. В кн.: Материалы годичной сессии МО РМО. М., 2007. С. 145–150.
9. Галимов Э.М., Миронов А.Г., Жмодик С.Н. // Геохимия. 2000. № 4. С. 355–360.
10. Ханчук А.И., Плюснина Л.П., Молчанов В.П. и др. // Тихоокеан. геология. 2007. № 1. С. 70–80.
11. Рябчиков И.Д., Новгородова М.И. // ДАН. 1981. Т. 258. № 6. С. 1453–1456.
12. Yudovskaya M.A., Distler V.V., Chaplygin I.V. et al. // Miner. deposita. 2006. V. 40. P. 828–848.
13. Степанов В.А., Моисеенко В.Г. Геология золота, серебра и ртути. Владивосток: Дальнаука, 1993. 228 с.
14. Озерова Н.А. Ртуть и эндогенное рудообразование. М.: Наука, 1986. 155 с.