

УДК 549.281+552.321.6

РОДИСТАЯ САМОРОДНАЯ МЕДЬ ИЗ МИАРОЛИТОВЫХ ДУНИТОВ НИЖНЕТАГИЛЬСКОГО МАССИВА

Е.В. Пушкарев¹, Е.В. Аникина¹, Дж. Гарути², Ф. Заккарини²

¹*Институт геологии и геохимии УрО РАН*

²*Университет г. Модена, Италия*

Самородная медь, как правило, не образует в природе значительных скоплений, но в виде небольших примазок или дендритов часто отмечается геологами в разнообразных гидротермальных, стратиформных, метаморфогенных и других месторождениях, в зонах окисления рудных месторождений, в измененных вулканических и интрузивных породах и в других ситуациях. Краткая сводка сведений о встречаемости самородной меди на Урале приведена в работе [2]. Обычно, формирование самородной меди связано с проявлениями разнообразных низкотемпературных процессов. Так, образование меди в ультрамафитах как альпинотипных, так и концентрически-зональных комплексов происходит в процессе низкотемпературной серпентинизации пород и, возможно (?), под влиянием вмещающих вулканитов, при этом отмечается, что такая медь характеризуется высокой чистотой и содержит не более первых десятых долей процента примесей железа и серы [2], если речь не идет о находках цинкистой меди или природных латуней.

Самородная медь с необычно высокой примесью родия (до 2%) и некоторых других элементов была обнаружена нами при изучении рудно-силикатной миаролы, обнаруженной в дунитах Нижнетагильского массива, в западном борту Нового дунитового карьера, расположенного у северной окраины пос. Уралец [1]. Миарола представляет собой пустоту в дунитах, размером 2*15 см, заполненную мелкозернистым полиминеральным агрегатом светло-зеленого цвета с центральным рудным ядром черного цвета. Контакты с вмещающим дунитом резкие. Текстурные особенности минерального агрегата указывают на его рост от стенок к центру тела, по принципу выполнения полости. Строение миаролы показано на рис.1.

Основной объем тела сложен криптозернистым, практически изотропным в проходящем свете, агрегатом хлорита и андрадита с незначительной примесью серпентина. Эта масса разбита серией пересекающихся контракционных трещин, придающих ей блочную текстуру. Внутри хлорит-андрадитового агрегата отмечаются

реликтовые зерна хромистого паргасита и диопсида, а вдоль одного из контактов жилы отмечается сыпь идиоморфных кристаллов хромшпинелида (до 20-30%), размером 0.3-0.5 мм, образующих своеобразный слой внутри миаролы. Включения идиоморфных кристаллов хромистой шпинели обнаружены также в диопсиде и паргасите. Центральная часть тела выполнена рудными минералами, среди которых преобладают магнетит и самородная медь, образующие сложные сростания. В подчиненных количествах присутствует пентландит с симплектитовыми вростками самородной меди, сульфиды никеля (хизлевудит и миллерит). На границе рудного ядра и силикатного выполнения

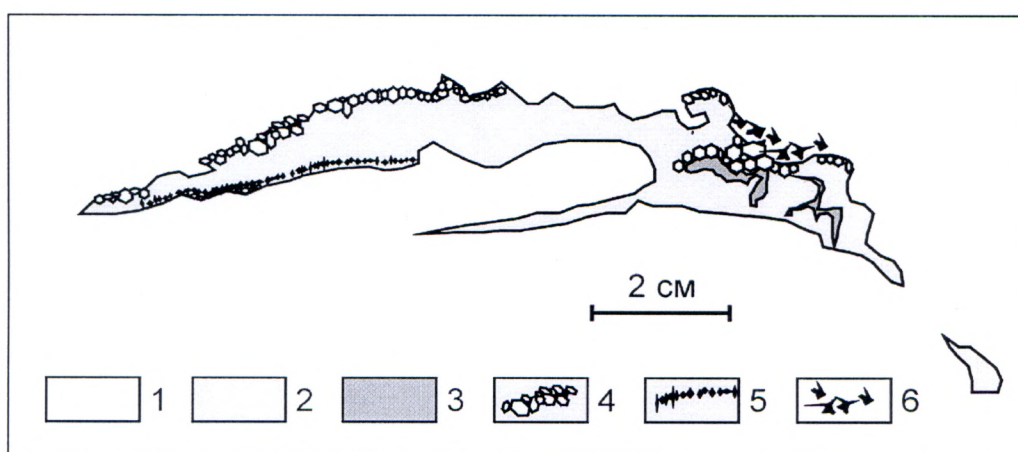


Рис. 1. Внутреннее строение минерализованной миаролитовой полости в дунитах Нижнетагильского массива. 1 – вмещающие крупнозернистые дуниты; 2 – криптокристаллический серпентин-гранат-хлоритовый агрегат с зернами хромпаргасита и хромдиопсида; 3 – рудное ядро, состоящее из самородной меди, магнетита, пентландита, самородного железа и т.д.; 4 – натровый хромфлогопит; 5 – хромшпинелид; 6 – сульфиды никеля в сростаниях с самородной медью.

жилы располагаются крупные до 2-5 мм пластинчатые кристаллы голубовато-зеленого натрового хромфлогопита, частично замещенного хлоритом. Кроме этого, флогопит и игольчатый клинопироксен нарастают непосредственно на дунит в апикальной части миароловой пустоты (рис. 1). В экзоконтакте жилы, в зоне мощностью до 5 мм, среди зерен породообразующего оливина отмечаются интерстициальные скопления магнетита с включениями самородной меди и сульфидов никеля.

Как видно из приведенного описания, самородная медь в миароле представлена в двух формах: 1) в виде самостоятельных ксеноморфных зерен, среди агрегата магнетита и пентландита; 2) в виде червеобразных вростков в пентландите и хизлевудите,

напоминающих структуры распада твердого раствора или микропегматитовую графику (рис. 2). По оптическим характеристикам, которые соответствуют стандартным, они не различаются. Более крупные самостоятельные зерна меди с краев замещаются, предположительно каким-то медным оксидом, поскольку содержание меди снижается, а концентрации других элементов не растут. Изучение состава минералов с помощью рентгеновского микроанализатора ARL-SEM-Q (Университет г. Модена, Италия) показало присутствие необычно высокой концентрации родия, достигающей 2% (табл. 1). Причем высокие содержания родия характерны для всей самородной меди, в том числе и для

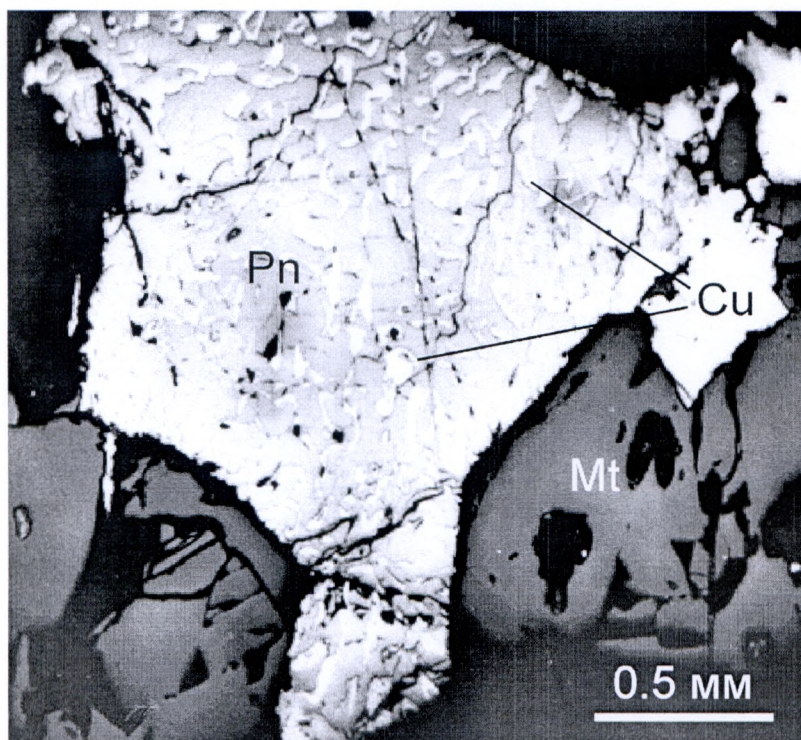


Рис. 2. Фрагмент строения рудного ядра ультраосновной миаролы в дунитах Нижнетагильского массива. Mt – магнетит; Pn – пентландит; Cu – самородная медь.

оксидных каемок, развитых вокруг крупных зерен. Концентрации никеля и железа в меди широко варьируют и, возможно, зависят от минерала-хозяина. Так включения меди в хизлевудите характеризуются высокими содержаниями никеля (до 5% Ni), а включения в пентландите – высокими содержаниями железа (до 1-2%). Пока мы не можем исключить влияние матрицы на полученные анализы и содержания никеля и железа, но это не относится к родию, который практически отсутствует как в пентландите, так и в хизлевудите. Концентрации платины и палладия в самородной меди находятся на уровне фона, а в пентландите и хизлевудите достигают первых десятых процента (табл. 1).

Формирование минеральных парагенезисов, изученной миаролы соответствуют условиям пневматолито-гидротермального процесса 700-350°C. Сосуществование

Химический состав самородной меди и ассоциированных с ней минералов из мариолы в Дунитах
Нижнетагильского массива (мас. %)

Таблица 1

Минерал	Pt	Rd	Rh	Fe	Ni	Cu	Hg	Sb	Te	S	As	Сумма
Включения самородной меди в хизлеудите	0,00	0,00	1,92	0,11	4,54	92,07	0,00	0,01	0,07	0,15	0,03	98,89
	0,00	0,00	2,10	0,10	3,50	92,75	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	98,51
	0,00	0,00	2,20	0,14	5,48	90,37	0,02	0,00	0,09	0,58	0,00	98,88
Хизлеудит с включениями самородной меди	0,00	0,00	1,87	0,12	3,64	93,23	0,02	0,00	0,00	0,06	0,03	98,96
	0,00	0,00	1,87	0,30	4,17	93,07	0,00	0,03	0,06	0,05	0,00	99,56
	0,04	0,28	0,06	0,30	70,52	0,99	0,00	0,01	0,69	26,02	0,07	98,98
Самородная медь	0,00	0,00	0,00	0,21	70,55	1,59	0,02	0,00	0,91	25,99	0,00	99,27
	0,22	0,00	0,00	0,07	70,75	1,66	0,01	0,00	1,17	26,19	0,00	100,1
	0,03	0,00	0,00	0,17	70,91	1,25	0,00	0,03	0,87	25,75	0,07	99,06
Самородная медь	0,14	0,00	0,00	0,13	70,77	1,22	0,00	0,00	1,09	25,66	0,00	99,02
	0,00	0,00	1,87	0,84	0,32	94,24	0,00	0,00	0,11	0,01	0,00	97,4
	0,00	0,00	1,68	0,51	0,20	94,90	0,06	0,00	0,00	0,01	0,13	97,48
Самородная медь	0,00	0,00	1,96	0,54	0,20	96,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	98,93
	0,00	0,00	1,86	1,59	0,53	96,48	0,00	0,01	0,03	0,03	0,03	100,5
	0,00	0,00	1,60	1,31	1,19	64,95	0,00	0,00	0,05	0,07	0,07	69,24
Самородная медь	0,00	0,00	1,23	0,65	1,15	62,14	0,02	0,00	0,00	0,02	0,09	65,32
	0,00	0,00	1,91	1,98	0,89	97,39	0,00	0,00	0,00	0,02	0,13	102,3
	0,00	0,00	1,99	0,71	0,26	96,14	0,11	0,00	0,00	0,00	0,01	99,23
Самородная медь	0,00	0,00	1,11	0,58	0,80	68,20	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05	70,79
	0,00	0,00	1,35	1,55	0,94	67,10	0,00	0,03	0,04	0,05	0,06	71,12
	0,10	0,10	0,09	33,38	28,73	3,62	0,00	0,00	0,05	32,36	0,57	99
Пентландит с включениями самородной меди	0,16	0,05	0,00	34,00	30,60	0,22	0,00	0,03	0,25	32,79	0,49	98,6
	0,13	0,00	0,00	34,49	30,43	0,28	0,05	0,00	0,34	32,66	0,53	98,91
	0,09	0,18	0,00	33,06	30,92	0,69	0,05	0,01	0,21	32,55	0,54	98,29

Примечание: Анализы выполнены на рентгеновском микроанализаторе ARL-SEMQ в Университете г. Модена (Италия).

магнетита с самородным железом в рудном ядре миаролы свидетельствует, что температура была ниже 565°C. Таким образом, наши данные впервые показывают участия родия и, в меньшей степени платины и палладия в гидротермально-пневматолитовом процессе в дунитах, с которым исследователи связывают формирование миарол.

Работа проведена при финансовой поддержке РФФИ (грант Ведущие научные школы, № НШ-85.2003.5).

Литература

1. Пушкарев Е.В., Аникина Е.В., Гарути Дж., Заккарини Ф., Кононкова Н.Н. Металлические и силикатно-оксидные сферулы из ультраосновных пегматитов в дунитах Нижнетагильского платиноносного массива на Среднем Урале (Первые данные) // ДАН. 2002. Т. 383. № 1. С. 90-94.
2. *Минералогия Урала: Элементы. Карбиды. Сульфиды.* Под ред. Н.П. Юшкина. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 390 с.