

О формах нахождения золота в медных рудах месторождения Вьюн (Абдрахимовское рудное поле, Центральная Камчатка)

В.М. Округин¹, Ш.С. Кудяева¹, К.Б. Калинин²

¹*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский, 683006; e-mail: okrugin74@gmail.com*

²*ОАО «Золото Камчатки»», г. Петропавловск-Камчатский*

Приводятся результаты детального изучения химического и минерального составов медных руд, вскрытых при проведении геолого-разведочных работ на золоторудном месторождении Вьюн (Абдрахимовское рудное поле, Центральная Камчатка). Основное внимание уделено характеристике форм нахождения золота и меди в этих рудах.

Введение

Вулканогенные эпитегрмальные золото-серебряные месторождения отличаются сложным геологическим строением, минеральным составом, формами нахождения в рудах как важных в промышленном отношении металлов (золото, серебро, медь, теллур, селен) так и «вредных» токсичных (мышьяк, ртуть, кадмий, сурьма, свинец, таллий). Они характеризуются многообразием минеральных типов – от золото-кварцевых, золото-кварц-адуляровых до золото-полиметаллических, золото-медных.

В одних случаях они формируют классические жильные эпитегрмальные золотосеребряные месторождения (low sulfidation - низкосульфидные). К такому типу на Камчатке относятся месторождения: Агинское, Асачинское, Аметистовое, Кунгурцевское, Золотое, Бараньевское и некоторые другие [1, 2]. Совершенно другими геолого-структурными и минералого-геохимическими особенностями обладают золоторудные месторождения типа вторичных кварцитов (high sulfidation – высокосульфидные). Они представляют собой огромные поля развития существенно кварцевых пород (монокварциты с алунином и даже самородной серой). На Камчатке – это Малетойваям-Ветроваяямская группа, некоторые рудопроявления Озерновского рудного поля.

Существует третья группа золоторудных объектов – меднопорфировые месторождения. В настоящее время большинство геологов рассматривает такие месторождения в качестве глубинных составляющих эпитегрмальных золоторудных месторождений. Главные запасы золота, а с ним серебра и, что не менее важно, меди – на глубине. На Камчатке минерализация меднопорфирового типа наименее распространена.

В апреле 2017 г. с месторождения Вьюн (Абдрахимовское рудное поле, Центральная Камчатка) в лабораторию вулканогенного рудообразования ИВиС ДВО РАН для изучения текстурно-структурных особенностей, минерального и химического состава были переданы образцы нового типа руд для месторождения. Они характеризуются широким разнообразием минералов меди. Следует отметить, что медная минерализация на Агинском месторождении была установлена еще на ранних стадиях разведки месторождения.

Методы исследований

Изучение химического и минерального состава руд проводилось в лаборатории вулканогенного рудообразования, Аналитических центрах ИВиС ДВО РАН и ИПТМ РАН (г. Черноголовка). Образцы изучались с помощью современных методов физико-химического анализа, таких как – сканирующая электронная микроскопия (SEM), рентгеноструктурный анализ (XRD), рентгенофазовый анализ (XRF), масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS).

Результаты исследований

Текстуры руд: вкрапленная, прожилково-вкрапленная до гнездово-вкрапленной и массивной с элементами брекчиевой и брекчиевидной. Среди структур преобладают структуры вторичных краевых каемок и замещения, обусловленные процессами гипергенеза. Рудные минералы слагают до 80% объема образцов. Наибольшим распространением среди рудных минералов пользуются сульфиды меди – халькопирит, борнит, халькозин. Реже встречаются самородное золото, рутил, теллуриды серебра и золота.

Медь – главный химический элемент руд. Ее концентрации в изученных пробах варьируют от 10 до 247 кг/т. Содержания главных в промышленном отношении благородных металлов, а именно – золота и серебра - 2,9-65,3 и 12,7-357 г/т соответственно. Руды отличаются широкими вариациями ряда химических элементов (табл.) таких, как сурьма (13 - 205 г/т), теллур (6,9 - 200 г/т), цинк (34,7 - 44,2 г/т), свинец (22,4 - 553 г/т).

Таблица. Химический состав руд месторождения Вьюн по данным ICP-MS (химические элементы в ppm – г/т).

Элемент	ПО	Vn09	Vn10	Vn11	Vn09c	Vn10c	Vn11c	Vn03
Li	0,3	29,7	22,3	56,6	27,4	23,8	60,5	46,5
V	5	120	125	125	126	129	131	79,5
Cr	5	< ПО	< ПО	48,8	< ПО	< ПО	50,2	322
Cu	6	10600	57727	60450	11083	55222	56793	247114
Zn	5	34,7	37,4	40,8	35,7	38,9	42,1	44,2
Ga	0,3	9,1	8,6	8,2	9,4	8,6	8,0	3,4
Se	7	17,9	105	68,9	15,7	106	63,8	283
Zr	1	40,6	47,4	36,5	41,3	42,4	36,3	9,4
Nb	0,4	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	< ПО
Mo	0,3	1,1	0,73	2,1	0,50	0,73	1,9	10,5
Ag	0,4	12,5	74,1	94,6	12,0	72,1	91,9	357
Cd	0,3	1,5	5,7	3,9	1,4	6,0	4,0	17,7
Sb	0,5	13,7	60,2	79,1	13,9	60,2	79,8	205
Te	0,5	6,9	40,9	47,8	8,0	38,7	47,9	200
Cs	0,1	2,2	0,91	0,81	2,3	0,92	0,79	0,33
Ba	0,5	145	179	127	148	182	126	33,8
Au	0,3	2,9	20,0	62,3	3,1	19,7	65,3	58,3
Pb	0,5	23,3	108	73,3	22,4	106	72,2	553

Золото присутствует в собственной минеральной форме – самородное (высокопробная разновидность 870-980) и его теллуриды (кренерит, петцит, сильванит и гессит). Они формируют мелкие (0,1-1 мкм) включения в борните или халькопирите.

Самородное золото присутствует в виде мелких агрегатов размером до 0,2 мм. Выделяется две структурные разновидности – свободное золото (в основной массе) и связанное. Свободное золото встречается в виде единичных зерен и гнездовых выделений, размером в первые мм (рис. 1). Связанное золото образует сростания, микровключения в других рудных минералах, чаще в халькопирите или борните (рис. 2). Как связанное, так и свободное золото по химическому составу однородное, относятся к высокопробной разновидности (870-980).

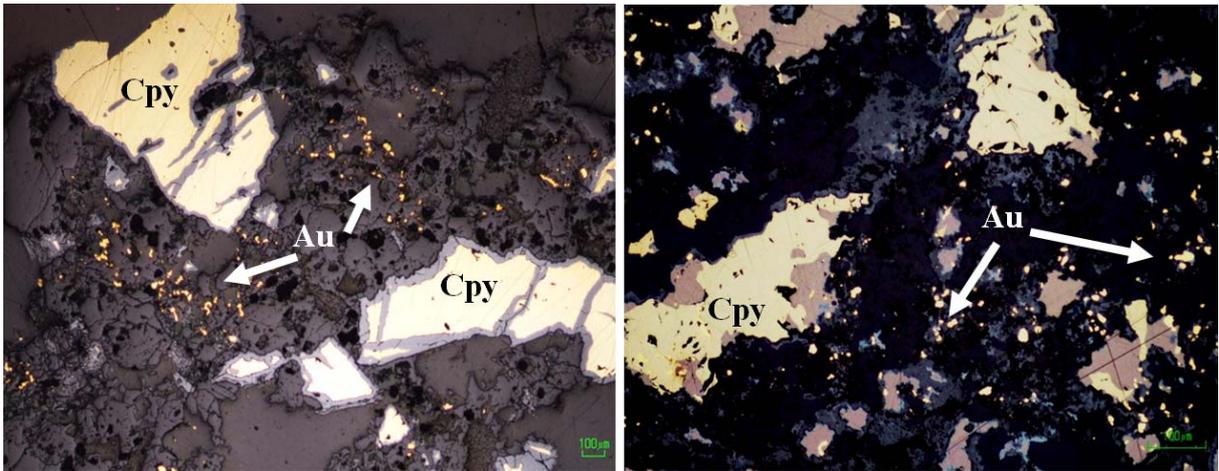


Рис. 1. Гнездовые выделения агрегатов самородного золота (Au) в ассоциации с халькопиритом (Cu₂S) и вторичными минералами. Фото в отраженном свете.

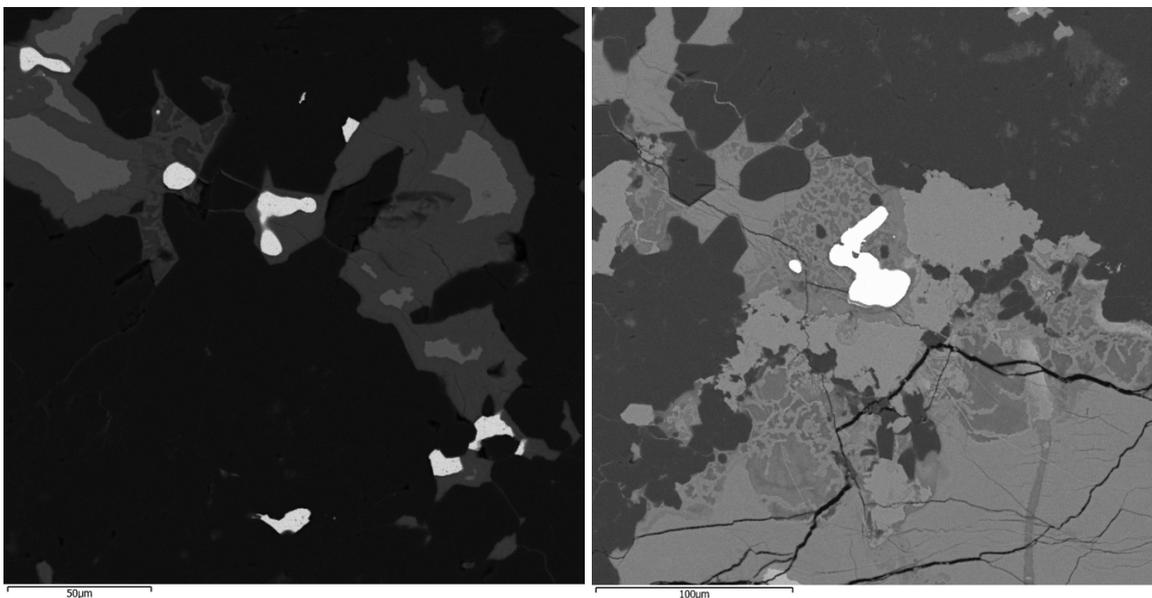


Рис. 2. Связанное высокопробное самородное золото (белое) в ассоциации с вторичными минералами (оксиды меди и железа). Фото BSE SEM.

Выводы

Медные руды – новый тип для Абдрахимовского рудного поля. Не исключено, что это выведенные на эрозионную поверхность в результате тектонических дислокаций более глубокие части долгоживущей Агинской рудно-магматической системы. Верхняя часть – эпитермальные близповерхностные Au-Ag-Te разновидности (классические золото-кварц-адуляровые жилы). Они подвержены гипергенезу, приводящему к формированию вторичных бонанц, содержащих ураганные количества золота - до первых килограмм. А более глубокие фрагменты следует рассматривать в качестве медно-порфировых составляющих системы. Как правило, такие руды присутствуют на большинстве месторождений Индонезии, Филиппин и Новой Зеландии [3]. И именно с ними связаны главные запасы золотоносных руд. Медные руды к тому же могут содержать значительные количества металлов группы платины. В связи с этим необходимо проведение специализированных детальных минералого-геохимических исследований. Медные руды месторождения Вьюн – новый тип руд благородных металлов Камчатского края.

Авторы благодарны руководству ООО «Интерминералс менеджмент», ОАО «Золото Камчатки» за предоставленные возможности в получении и изучении каменного материала.

Список литературы:

1. *Петренко И.Д.* Золото-серебряная формация Камчатки. ВСЕГЕИ. 1999. 116 с.
2. *Щепотьев Ю.М., Вартамян С.С., Орешин В.Ю., и др.* Золоторудные месторождения островных дуг Тихого океана. М.: ЦНИГРИ. 1989. 244 с.
3. *Sillitoe R.H.* Porphyry copper systems // *Economic Geology*. 2010. V. 105. №. 1. P. 3–41.