

УДК 568.375

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РУДАХ ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ОСТАНЦОВОЕ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАМЧАТКА)

© 2013 В.М. Округин, К.О. Шишканова

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, 683006;
e-mail: lvod@kscnet.ru*

Приведены новые данные о минеральном и химическом составах, текстурных особенностях, возрасте руд гидротермального золото-полиметаллического рудопроявления Останцовое, расположенного на территории Центрально-Камчатского горнорудного района. Изучен химический состав таких рудных минералов, как: сфалерит, пирит, галенит, блеклые руды. Выявлены формы нахождения цинка, свинца, меди, серебра, железа, марганца, кадмия, мышьяка, сурьмы. Охарактеризованы типоморфные особенности сфалерита. Методами термобарогеохимии оценены температуры и состав рудообразующих растворов.

Ключевые слова: Останцовое, Камчатка, золото, возраст, генезис сфалерит, блеклые руды.

ВВЕДЕНИЕ

Агинский горно-обогажительный комбинат стал первым горнорудным предприятием Камчатки, разрабатывающим «коренное» (рудное) золото. Для обеспечения многолетней деятельности Агинского ГОКа необходим прирост запасов, в первую очередь, за счет рудных объектов, находящихся в непосредственной близости от него. В связи с этим, в 2005 г. были начаты контрольно-ревизионные работы на территории, располагающейся к востоку и северу от Абдрахимовского рудного поля, в состав которого входят Агинское, Южно-Агинское месторождения, рудопроявления Вьюн, Найчан (Петренко, 1999).

В число наиболее привлекательных для таких исследований вошли, в частности, рудопроявления Останцовое и Димшикан.

Гидротермальное золото-полиметаллическое рудопроявление Останцовое располагается в 20 км к югу от Агинского золото-теллуридного месторождения. Оно занимает западную часть Центрально-Камчатского вулканического пояса (рис. 1), выраженного в современном рельефе горными сооружениями Срединного хребта — активными вулканами Ичинский (в 28 км от рудопроявления) и Хангар (в 78 км от рудопроявления).

Первые сведения о наличии рудной минерализации в этом районе приведены К.И. Богдано-

вичем¹ в 1897-1898 гг. В 70-х гг. XX столетия были проведены геолого-съёмочные работы, которые привели к открытию таких золоторудных объектов, как Агинское, Южно-Агинское, Вьюн, Найчан (Карта..., 1999; Щепотьев и др., 1989).

В основу данной статьи положены результаты изучения каменного материала, полученного во время проведения контрольно-ревизионных работ ОАО «Камчатгеология» в 2004-2005 гг. Исследования проводились в лабораториях Института вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН (г. Петропавловск-Камчатский), Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН (г. Москва), Института проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов (ИПТМ) РАН (г. Черноголовка), Департамента наук о Земле Университета Саппоро (Япония).

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение минерального и химического составов руд проводились с помощью рентгеноспектрального с электронным зондом

¹Отчет по участку «Останцовый» о геолого-съёмочных работах на территории листов N-57-15-B, Г; N-57-16A, Б, В, Г за период 1973-1975 гг. Геологическая съёмка масштаба 1:50000. Ответственный исполнитель Б.К. Долматов, г. Петропавловск-Камчатский, 1975, 200 с.

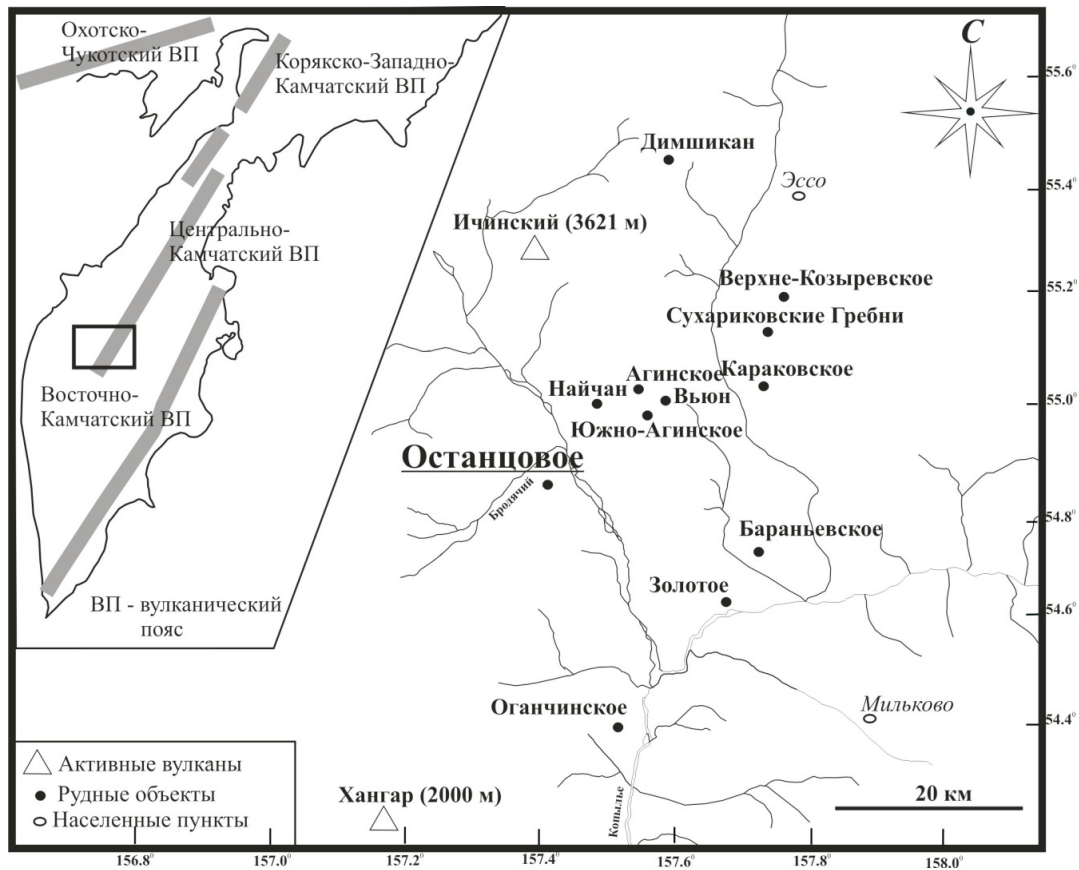


Рис. 1. Фрагмент Центрально-Камчатского горнорудного района. Местоположение рудопроявления Останцовое.

микроанализатора Camebax, укомплектованного новейшим энерго-дисперсионным спектрометром Oxford Instruments X-mas 80 в сочетании с методами классической минералогии, минералогии, рентгеноспектрального флуоресцентного анализа (ИВиС ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский), термобарогеохимии (Университет Саппоро, Япония). Определение абсолютного возраста К-Аг методом выполнено в лаборатории геохронологии (ИГЕМ РАН, Москва); расширенного спектра химических элементов — методом плазменной масс-спектрометрии в Аналитическом сертификационном испытательном центре (АСИЦ ИПТМ РАН, г. Черногoловка).

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЯ ОСТАНЦОВОЕ

В геологическом строении рудопроявления принимают участие породы, слагающие четыре структурных яруса: нижнемеловой, нижнемиоценовый, среднемиоцен-плиоценовый и четвертичный (рис. 2).

Нижнемеловой структурный ярус сложен дислоцированными вулканогенными и вулканогенно-осадочными отложениями, относимыми к ирунейской свите (K_2 ir). Эти породы занимают северо-западную и южную

части рудопроявления. На северо-западе — вулканогенно-кремнистыми образования, а на юге — преимущественным развитием пользуются туфы, туфоалевролиты, песчаники и реже — эффузивы. Они разбиты многочисленными разрывными нарушениями на узкие линейные блоки, вытянутые в северо-восточном направлении.

Породы нижнемиоценового яруса широко распространены в северо-западной части рудопроявления и представлены вулканогенно-осадочными отложениями: песчаниками, туфопесчаниками, алевролитами, туфами. Они залегают с резким угловым несогласием на нижележащих их породах ирунейской свиты. Отличаются слабой степенью дислоцированности. Углы падения обычно составляют 20–25°, более крутые (40–50°) наблюдаются вблизи разрывных нарушений (Карта..., 1999).

В структуре среднемиоцен-плиоценового структурного яруса выделяются два подъяруса. Нижний подъярус объединяет осадочные породы ильинской свиты и вулканогенные образования кимитинского комплекса (N_1 km). Вулканиды располагаются в южной части рудопроявления. Среди них преобладают туфы, туфопесчаники, туфоалевролиты, андезиты, базальты, дациты. Породы кимитинского комплекса залегают с

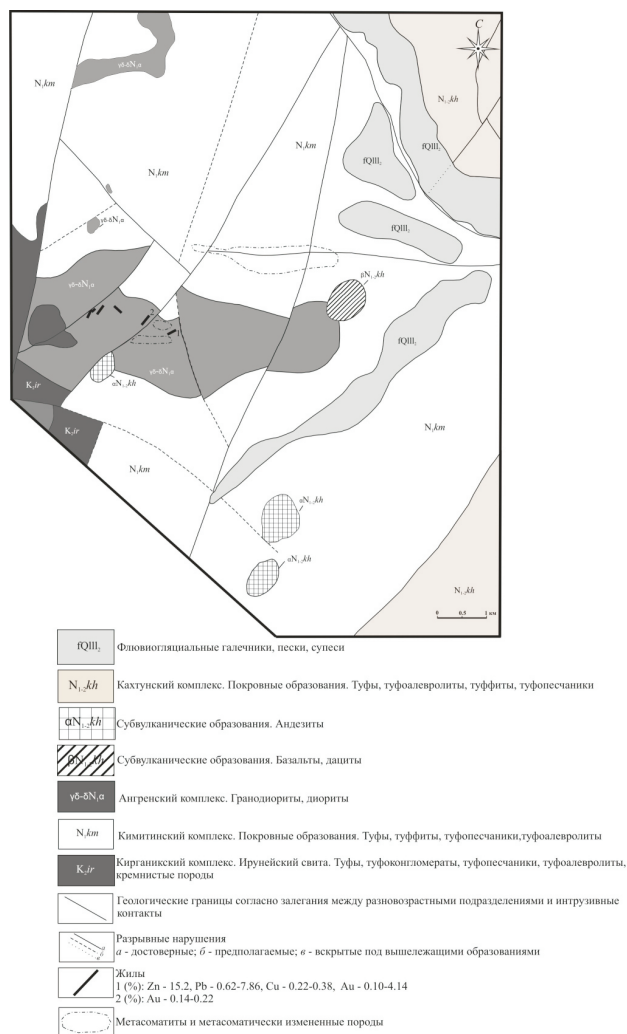


Рис. 2. Схематическая геологическая карта рудопроявления Останцовое (составлена авторами по данным ОАО «Камчатгеология»).

резким угловым несогласием, перекрывают нижележащие отложения. Они прорваны субвулканическими телами кислого, среднего, основного составов. Стратифицированные образования подъяруса смяты в пологие складки, с углами падения на крыльях 10-20°.

Верхний подъярус сложен позднемiocен-плиоценовыми эффузивно-пирокластическими фациями кахтунского вулканического комплекса, с несогласно залегающих на подстилающих их породах нижнего подъяруса.

Покровные образования кахтунского комплекса (N₁₋₂kh) занимают восточную часть рудопроявления. Это эффузивы и их туфы от основного, среднего до кислого составов (от базальтов до дацитов). Дислоцированы в незначительной степени, в отдельных случаях образуют пологие складки, с падением на крыльях от 5° до 10°.

Четвертичный структурный ярус распространен в восточной части. К нему относятся современные рыхлые отложения долин рек, ручьев, ледников.

Район рудопроявления также характеризуется субвулканическими образованиями кахтунского комплекса (Карта..., 1999). Субвулканические тела пространственно и генетически связаны с покровными фациями. Их состав довольно пестрый: базальты, андезиты, дациты. Они слагают дайки, силы, некки.

На территории рудопроявления известны миоценовые интрузивы ангренского комплекса, в состав которого входят гранодиориты, диориты. Они составляют крупный массив, который имеет причудливую конфигурацию, обусловленную, главным образом, провисами кровли и многочисленными тектоническими нарушениями. Последние привели к блоковому строению интрузива. Вмещающие породы – позднемиоценовые образования ирунейской свиты и вулканиты кимитинского комплекса.

Региональные структуры, элементы которых принимают участие в строении района рудопроявления – Срединный метаморфический массив, Западно-Камчатский прогиб (кирганикский комплекс ?) и Центрально-Камчатский континентальный наложенный вулcano-плутонический пояс (стратифицированные, интрузивные образования всех четырех комплексов).

Большое значение в формировании структуры рудопроявления имеют разрывные нарушения различных масштабов и ориентировки. Среди них выделяются три системы разломов – северо-восточного, северо-западного и субширотного простираний (рис. 2). Разломы северо-восточного простирания относятся к числу молодых. Встречаются надвижки, сопровождаемые зонами дробления.

ТЕКСТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУД И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД

Руды и вмещающие породы отличаются сравнительно примитивным текстурным рисунком.

Наибольшим развитием пользуются вкрапленные, прожилково-вкрапленные, густо-вкрапленные разновидности и их комбинации (названия текстур и структур (по Исаенко, 1979). К числу второстепенных относятся брекчиевые, массивные – крайне редки (рис. 3).

Наиболее распространена вкрапленная текстура. Она образована единичными кристаллами сфалерита, реже пирита, размеры которых меняются от 1 до 5 мм, форма, как правило, идиоморфная, значительно реже – катаклазированные зерна. Количество сульфидных вкрапленников – 5-10%. Рудные минералы цементируются метасоматическим кварц-карбонатным агрегатом. В отдельных случаях

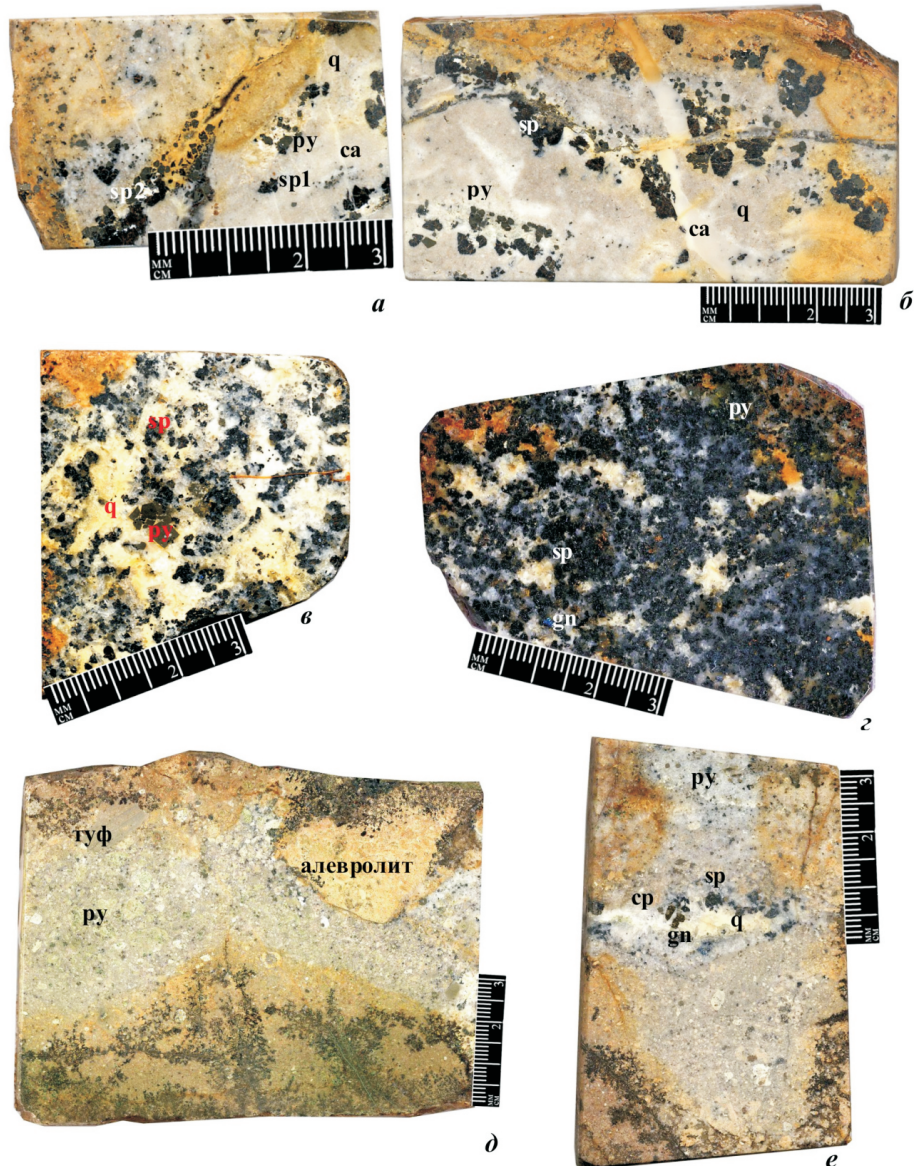


Рис. 3. Текстуры золото-полиметаллических руд и вмещающих пород: вкрапленная (а), прожилково-вкрапленная (б), густо-вкрапленная (в), массивная (г) сфалерит-пирит-галенит-кварцевой ассоциации. Брекчиевая (д) с элементами прожилково-вкрапленной (е) текстуры. sp – сфалерит, py – пирит, gn – галенит, са – карбонаты, q – кварц. Полированные штудфы, канава 694, измененные андезиты верховье ручья Бродячий.

количество рудных фаз увеличивается до 30-40% и вкрапленные текстуры превращаются в густо-вкрапленные до гнездово-вкрапленные.

Гнездово-вкрапленные текстуры представляют собой как единичную вкрапленность, так и срастания кристаллов сфалерита, пирита, очень редко – халькопирита и галенита, погруженные в кварц-карбонатный жильный субстрат. Размеры гнездовидных обособлений достигают 10-15 мм.

Массивные текстуры крайне редки. В них количество вкрапленников и агрегатов сульфидов составляет 75-80%.

Второстепенные типы текстур – прожилково-вкрапленные и брекчиевые (брекчиевид-

ные) разности. Они относятся к числу комбинированных. Так, прожилково-вкрапленные текстуры образованы сочетанием вкрапленной с прожилковой. Более поздние кварц-карбонатные прожилки с убогой вкрапленностью мелких кристаллов сфалерита и пирита пересекают вкрапленные до густо-вкрапленных разности. Мощность прожилков варьирует от 2-3 до 5-10 мм (рис. 3).

Брекчиевая текстура образована обломками метасоматитов (жильная масса) и гидротермально-измененных вмещающих пород (туфы, лавы). Цементирующая масса – кварц нескольких генераций с резко подчиненным количеством карбонатов и сульфидов.

Вмещающие породы в зонах контакта с рудными телами брекчированы и для них характерно наличие обломков вулканитов различных размеров, сцементированных кварц-карбонатным агрегатом.

К наиболее распространенным структурам руд относятся: аллотриоморфнозернистая, гипидиоморфнозернистая, пойкилитовая, распада твердых растворов, эмульсионная и катакластическая.

Для пойкилитовой структуры характерно наличие микровключений блеклых руд, галенита в зернах сфалерита и пирита.

Структура распада твердых растворов представлена эмульсионной вкрапленностью халькопирита в сфалерите (рис. 4).

Преимущественное развитие получили аллотриоморфнозернистая и гипидиоморфнозернистые структуры. Первая образована сфалерит-пиритовыми обособлениями, имеющими неправильную форму и иногда извилистые границы. Вторая – сформирована крупными (идиоморфными) кристаллами пирита с микровключениями галенита. В некоторых случаях наблюдаются процессы замещения с образованием в пирите многочисленных микропрожилков и отдельных линз, сложенных галенитом.

Катакластические структуры представлены микрообломками зерен пирита и сфалерита, сцементированных кварц-карбонатным агрегатом.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУД

Минеральный состав сравнительно простой (табл. 1). Главные рудные минералы – сфалерит; второстепенные – пирит, галенит, халькопирит; редкие – блеклые руды, самородное золото. Среди жильных минералов кварц – главный, карбонаты – в резко подчиненном количестве. В единичных случаях – адуляр (табл. 1). Они образуют такие минеральные ассоциации

как: кварц-карбонатная; сфалерит-пирит-кварц-карбонатная; сфалерит-галенит-пирит-кварц-карбонатная, сфалерит-халькопирит-блеклорудная.

Сфалерит – главный рудный минерал. Размеры его зерен меняются от 0.005-0.100 мм (эмульсионная вкрапленность в халькопирите, пойкилитовые включения в пирите) до 5-8 мм (отдельные зерна, агрегатные срастания). Он встречается как в виде единичных кристаллов идиоморфной формы, так и скоплений в виде гнезд различных размеров, слагаемая как вкрапленные, так и густо-вкрапленные до массивных и прожилково-вкрапленные руды.

По цвету выделяются две разновидности: относительно светлые до относительно темных. Между ними наблюдаются постепенные переходы. Чаще всего, встречаются кристаллы с темно-коричневой окраской, но отмечается и неоднократное чередование темно- и светло-коричневых concentрических зон.

Сфалерит ассоциирует, главным образом, с пиритом, галенитом, образуя тесные срастания с ними. В ассоциации с блеклыми рудами он выступает в роли минерала-хозяина, в котором последние присутствуют в виде пойкилитовых включений (рис. 4). Некоторые генерации сфалерита имеют реакционные взаимоотношения с кварцем и нередко рассечены мелкими прожилками кварц-карбонатного состава. Для него в отличие от сфалерита подавляющего большинства вулканогенных гидротермальных золото-серебряных и золото-полиметаллических месторождений Тихоокеанского огненного кольца и Камчатского края, в частности, характерен крайне примитивный химический состав (Добровольская, 1991; Макеев, 1985; Сфалерит, 1989; Okrugin et al., 2007, 2011). При изучении с помощью рентгеноспектрального микрозондового анализа обнаружены только железо, марганец и кадмий (на уровне предела обнаружения

Таблица 1. Минеральный состав руд.

	Гипогенные		Гипергенные
	Рудные	Жильные	
Главные	Сфалерит ZnS	Кварц	Оксиды и гидроксиды железа
Второстепенные	Пирит FeS ₂ Галенит PbS Халькопирит CuFeS ₂	Карбонаты (Fe-Mn)	
Редкие	Блеклые руды -теннантит Cu ₁₂ As ₄ S ₁₃ -тетраэдрит Cu ₁₂ Sb ₄ S ₁₃ Самородное золото (электрум) AuAg Арсенопирит (?) FeAsS Марказит (?) FeS ₂	Адуляр	Сульфаты свинца, цинка, меди

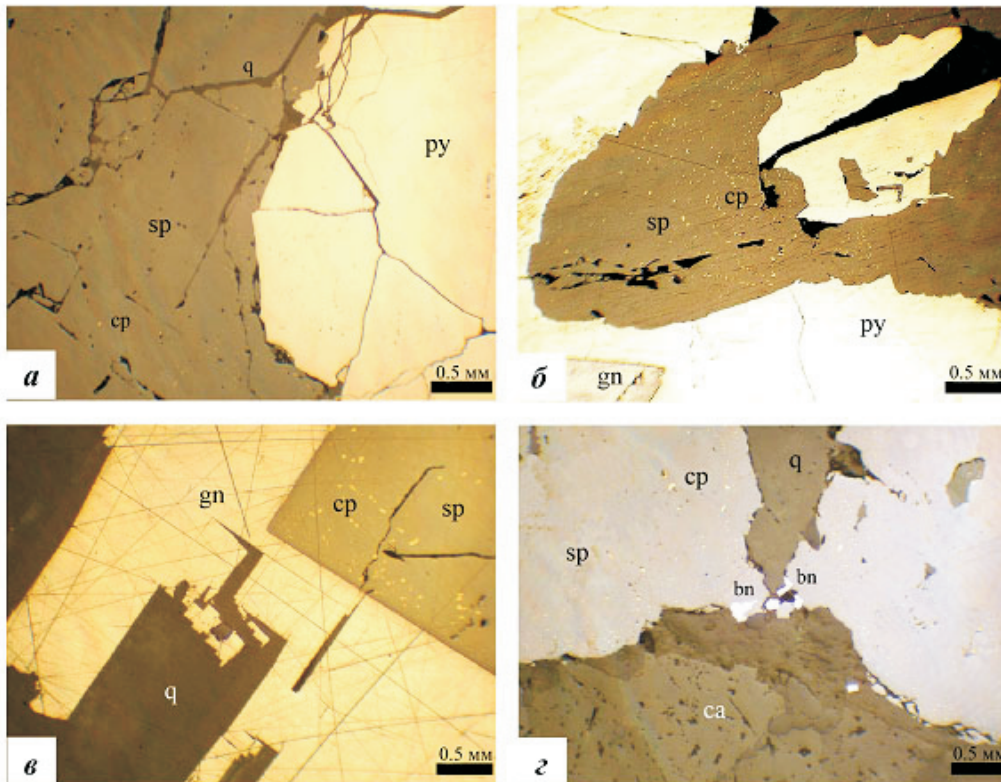


Рис. 4. Особенности строения сфалерита (sp), блеклых руд (bn), пирита (py), халькопирита (cp), карбонатов (ca). Микрофотографии в отраженном свете.

ЕМРА, равном $n \times 10^{-2}\%$). Наиболее широкими вариациями отличаются железо – от 0.89-5.78 и марганец – 0.00-1.81 вес. %. Концентрации кадмия очень низкие – 0.00-0.34 вес. %, что также не характерно для сфалеритов месторождений Камчатки (табл. 2).

Некоторые генерации сфалерита обладают слабо выраженным неоднородным строением, обусловленным неравномерным распределением железа (рис. 5). Как правило, темная окраска сфалерита связана с увеличением содержания железа и, возможно, марганца. В одном из агрегатов сфалерита концентрации железа меняются от 1.52-3.23 до 5.78 при, практически, постоянных количествах марганца – 0.36-0.44 до 1.81 и отсутствии кадмия – 0.00-0.45 вес. % (рис. 5, табл. 2).

Пирит – один из наиболее распространенных второстепенных рудных минералов. Размеры зерен меняются от 0.5 до 5.0 мм. В большинстве случаев встречается в виде идиоморфных кристаллов, крупнозернистых агрегатов, образуя вкрапленность и отдельные гнезда. Как правило, он образует сростания со сфалеритом, галенитом, реже – халькопиритом. Встречены пойкилитовые включения пирита в сфалерите. В ряде случаев, этот минерал катаклазирован и корродируется более поздним кварцем. Для него характерно неоднородное зональное строение (рис. 6). Оно обусловлено локальными концентрациями мышьяка от 0.00 до 4.31 вес. % (табл. 2).

Галенит уступает в своем распространении пириту. Он представлен единичными зернами близкими к идиоморфным, сростаниями со сфалеритом, пиритом, халькопиритом, блеклыми рудами. Отчетливо наблюдаются характерные для этого минерала треугольники выкрашивания. Размеры меняются от первых микрон до 1-2 мм. В нем по данным рентгеноспектрального микроанализа обнаружен мышьяк в качестве элемента-примеси, с максимальными концентрациями 4.09 вес. % (табл. 2).

Халькопирит уступает в своем развитии пириту и галениту. Он чаще всего присутствует в виде эмульсионной вкрапленности в сфалерите, образует интерстициальные выполнения между агрегатами пирита, галенита и сфалерита. В единичных случаях встречен в виде включений в пирите (рис. 4, рис. 6).

Блеклые руды относятся к группе редких, но характерных для рудопроявления рудных минералов. Они образуют включения разнообразной формы (изометричной, каплевидной, пламевидной) в сфалерите, халькопирите и галените. Отличаются небольшими размерами – не более 0.5 мм (рис. 4). В отраженном свете имеют темно-серый цвет. При микрозондовых исследованиях в режиме «обратно рассеянные электроны», при больших увеличениях, наблюдается неоднородное строение, обусловленное вариациями концентраций сурьмы, мышьяка и серебра (рис. 6).

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РУДАХ

Таблица 2. Представительные микрозондовые анализы рудных минералов (сфалерита, пирита, блеклых руд, галенита).

вес. %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	18		
	сфалерит						пирит						блеклые руды						галенит
S	33.74	34.76	34.04	34.60	36.09	36.09	49.19	49.00	52.23	51.05	27.70	28.01	28.65	26.98	13.98	13.43	14.07		
Mn	0.60	0.60	0.25	0.25	0.61	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Fe	2.82	3.36	2.06	5.74	3.78	3.66	44.22	44.10	46.63	46.02	0.50	1.51	1.83	0.49	0.00	0.00	0.00		
Cu	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.27	38.15	38.78	38.20	0.00	0.00	0.00		
Zn	61.62	62.20	62.45	55.43	58.46	58.46	0.00	0.00	0.00	0.00	5.12	4.85	4.94	6.46	0.00	0.00	0.00		
As	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.31	4.29	2.51	3.02	6.67	4.25	7.62	5.16	3.30	4.09	1.79		
Cd	0.04	0.01	0.22	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Sb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.91	23.09	17.83	21.07	0.00	0.00	0.00		
Ag	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.48	0.44	1.14	0.00	0.00	0.00		
Pb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	83.67	82.38	83.48		
Σ	98.83	100.93	99.04	100.72	98.99	98.99	97.77	97.44	101.38	100.09	98.87	100.35	100.09	99.59	100.95	99.90	99.35		
S*	51.16	51.46	51.52	51.23	53.63	53.63	64.36	64.33	65.22	64.81	47.47	47.83	47.92	46.63	49.33	48.08	50.69		
Mn*	0.53	0.52	0.22	0.21	0.53	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Fe*	2.46	2.86	1.79	4.88	3.22	3.22	33.22	33.24	33.43	33.55	0.50	1.49	1.76	0.49	0.00	0.00	0.00		
Cu*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.95	32.88	32.73	33.32	0.00	0.00	0.00		
Zn*	45.83	45.16	46.36	40.25	42.61	42.61	0.00	0.00	0.00	0.00	4.31	4.07	4.05	5.47	0.00	0.00	0.00		
As*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.41	2.41	1.34	1.64	4.89	3.11	5.46	3.82	4.98	6.27	2.76		
Cd*	0.02	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Sb*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.53	10.38	7.86	9.59	0.00	0.00	0.00		
Ag*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32	0.25	0.22	0.58	0.00	0.00	0.00		
Pb*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.69	45.65	46.54		

Примечание: Анализы выполнены в лаборатории вулканогенного рудообразования ИВиС ДВО РАН на рентгеноспектральном с электронным зондом микроанализаторе Camebax, в комплекте с новейшим энерго-дисперсионным спектрометром Oxford Instruments X-max 80, аналитик – Т.М. Философова.
* – концентрации в ат. %.

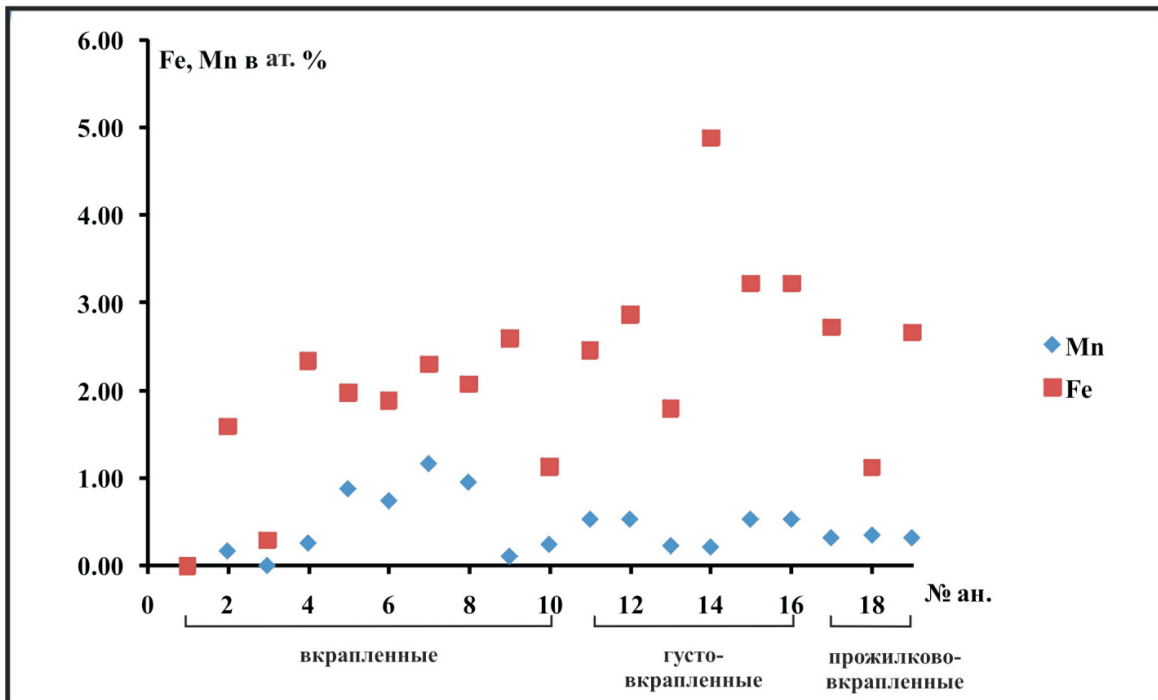
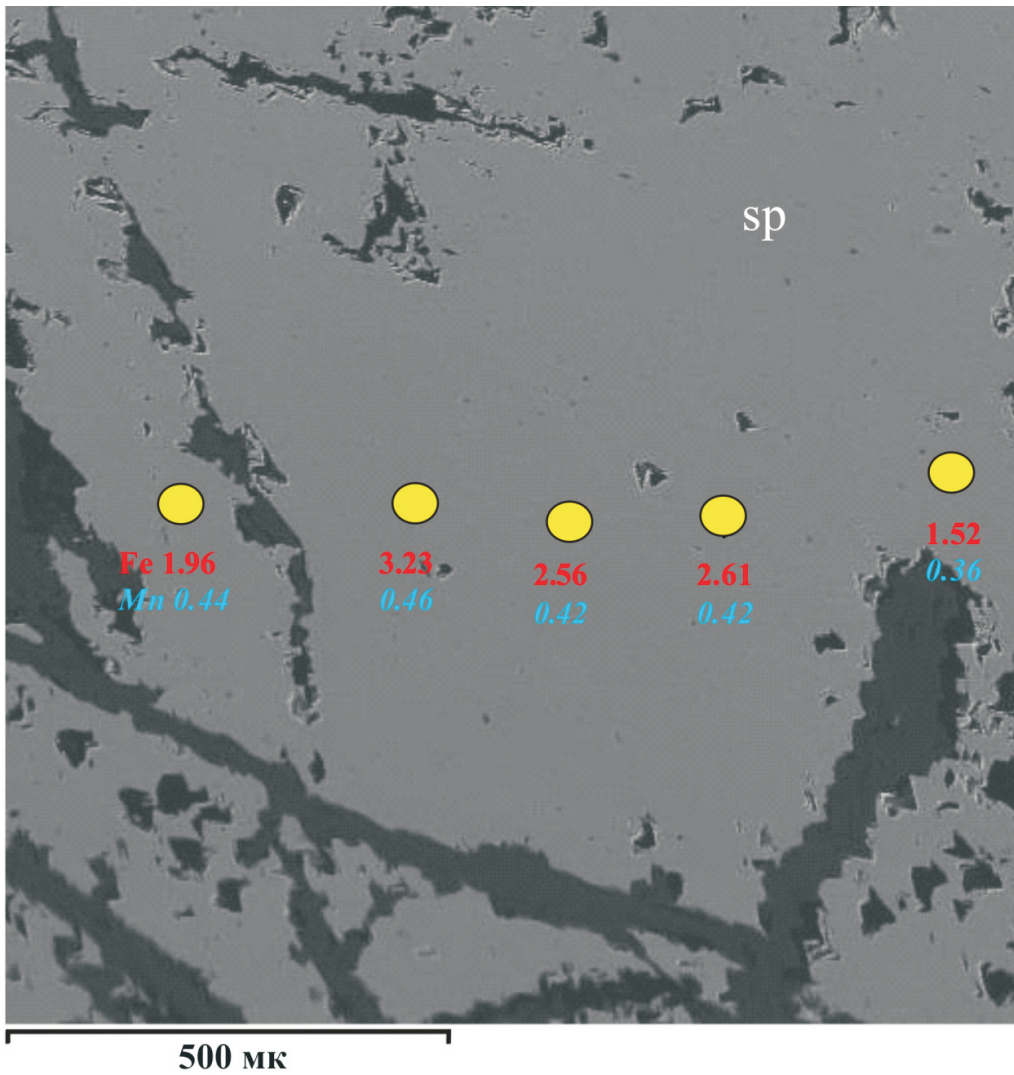


Рис. 5. Распределение концентраций железа и марганца (в вес. %) в сфалерите (sp). Микрофотография в обратно рассеянных электронах.

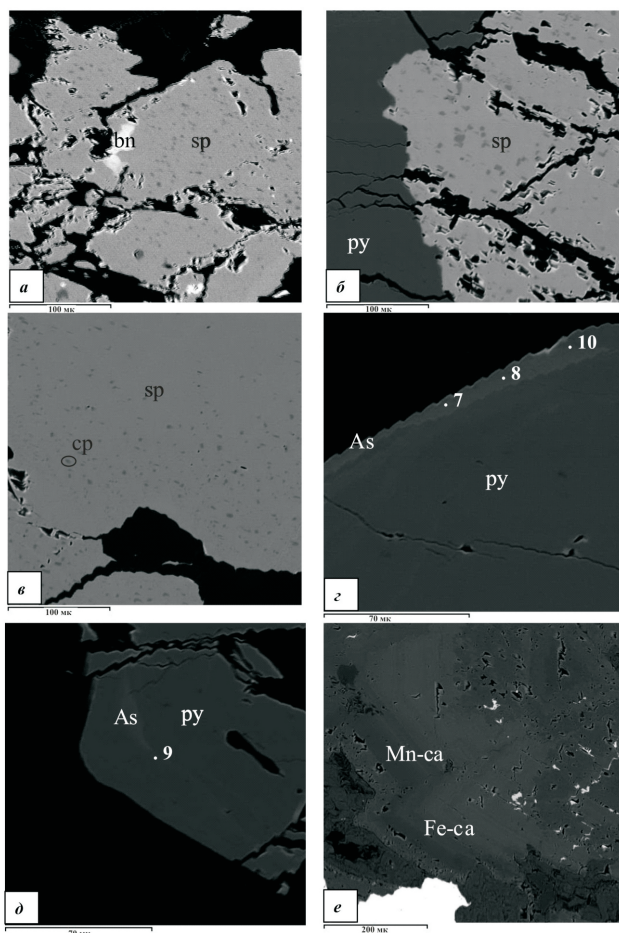


Рис. 6. Формы выделения и взаимоотношения агрегатов сфалерита (sp), блеклых руд (bn), пирита (py), халькопирита (cp), карбонатов (ca). Микрофотографии в обратно рассеянных электронах.

По своему химическому составу блеклые руды соответствуют к тетраэдриту с переменными теннантитовой, занбергитовой и фрайбергитовой составляющими (Рамдор, 1962; Спиридонов, 1984). Концентрации сурьмы меняются в диапазоне от 17.83 до 23.09; мышьяка – от 4.25 до 7.62; цинка – от 4.76 до 7.62; серебра – от 0.44 до 1.14, при сравнительно постоянных количествах меди – 38.20-39.27 вес. %, соответственно (табл. 2). Крупные обособления блеклых руд отличаются более высокими содержаниями сурьмы при минимальных концентрациях серебра.

Самородное золото встречается достаточно редко, в основном, в свободной форме в кварце или в связанной в виде включений в сфалерите, размеры которых достигают 0.01-0.10 мм. По данным микрозондового анализа концентрации золота достигают 75-78 и серебра – 22-25 вес. %, соответственно.

Кварц – главный жильный минерал. Размер зерен варьирует от 1.0 до 5.0 мм. Он представлен несколькими генерациями, различающимися цветом (от серовато-белого, серого до полупрозрачного) и агрегатным строением (единичные, крупные кристаллы и их сростания, до мелких

криптокристаллических образований). Под микроскопом характеризуется однородной, иногда микрозернистой структурами. Ассоциирует с пиритом, сфалеритом, галенитом и карбонатами, редко – с адуляром.

Среди второстепенных жильных минералов выделяют карбонаты. Для рудопроявления они представляют особый интерес. В ряде случаев эта группа преобладает над другими жильными минералами. Для них характерно неоднородное строение, обусловленное зональным распределением концентраций марганца и железа (рис. 6).

К редким жильным минералам относится адуляр. Наиболее типичная форма выделения для него – таблитчатые, кристаллы, с достаточно мелкими размерами 0.02-0.04 мм. Минерал ассоциирует с кварцем. При изучении химического состава элементов-примесей (бария) обнаружено не было.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РУД И ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ РУДООБРАЗУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Текстурно-структурные особенности, минеральный состав руд позволяют отнести их к золото-полиметаллическим с цинковой специализацией (существенно цинковые). Густо-вкрапленные руды отличаются от прожилково-вкрапленных максимальными концентрациями цинка, серебра, таллия, висмута, мышьяка, пониженными свинца, меди, сурьмы, кадмия, примерно равными концентрациями теллура, селена. В прожилково-вкрапленных рудах обнаружено золото (табл. 3). Сравнительно близкие содержания CaO (1.93 и 2.70 вес. %), MgO (1.75 и 1.92 вес. %) и MnO (0.24 и 0.25 вес. %) свидетельствуют о относительно равномерном распределении в различных типах руд карбонатов, таких как: кальцит, доломит и родохрозит. Кальцит отличается зональным строением за счет локальной концентрации марганца и магния в отдельных участках.

Цинк в рудах присутствует в виде сфалерита и блеклой руды (занбергитовая составляющая 4.85-6.46 вес. %). Минеральная форма свинца – галенит. Для меди также характерны собственные минеральные формы – халькопирит и блеклая руда (табл. 2). Золото образует собственные минеральные формы, переходные от электрума к высокопробному самородному золоту. Главным минералом-концентратором серебра служит блеклая руда (Ag от 4.40 до 11.40 кг/т).

Кадмий, по-видимому, концентрируется преимущественно в сфалерите. Мышьяк присутствует как в собственной минеральной форме (блеклая руда – 4.85-6.46 вес. %), так и в виде элемента-примеси в пирите (2.51-4.31 вес. %)

Таблица 3. Химический состав руд по данным ИСР (в ppm), РФА (в вес. %).

x/э	ИСР										РФА			
	ПО	ос-1	ос-2	x/э	ПО	ос-1	ос-2	x/э	ПО	ос-1	ос-2	x/э	ос-1	ос-2
Li	0.03	27.10	28.50	Cd	0.07	693.00	952.45	Re	0.03	< ПО	< ПО	SiO ₂	47.10	58.50
Rb	0.03	6.70	6.80	In	0.07	< ПО	< ПО	Ga	0.30	3.40	2.20	TiO ₂	0.03	0.08
Cs	0.01	0.75	0.70	La	0.03	2.10	2.20	Sn	0.20	0.40	0.57	Al ₂ O ₃	1.43	1.40
Be	0.04	0.42	0.31	Nd	0.03	1.60	1.94	Tl	0.02	1.40	0.14	Fe ₂ O ₃	2.12	6.31
Sr	0.10	21.60	26.10	Sm	0.02	0.34	0.40	Pb	0.10	21018.00	22216.00	FeO	2.3	1.65
Ba	0.08	53.20	48.40	Eu	0.01	0.10	0.11	Bi	0.05	15.50	0.43	MnO	0.24	0.25
Sc	0.20	0.43	0.60	Gd	0.02	0.36	0.38	As	0.20	54.60	17.20	CaO	1.93	2.70
V	1.00	13.50	19.40	Tb	0.01	0.03	0.05	Sb	0.06	55.40	109.00	MgO	1.75	1.92
Cr	0.30	174.00	171.10	Dy	0.03	0.28	0.27	Te	0.09	2.90	3.70	Na ₂ O	3.95	7.03
Co	0.20	13.70	21.10	Ho	0.01	0.06	0.06	Se	0.50	8.00	7.70	K ₂ O	0.27	0.24
Ni	0.90	14.10	7.40	Er	0.00	0.15	0.17	Au	0.02	< ПО	17.00	P ₂ O ₅	0.03	0.03
Cu	0.30	3073.00	3668.00	Tm	0.01	0.04	0.02					S	7.73	< 0.01
Zn	0.30	187859.00	111454.00	Yb	0.02	0.21	0.13					F	0.11	-
Y	0.01	2.07	2.10	Lu	0.01	0.03	0.02					ппп	9.61	8.91
Zr	0.20	0.49	1.30	Hf	0.02	0.04	0.19					Σ	70.76	89.02
Nb	0.10	0.14	0.04	Th	0.02	0.04	0.05							
Mo	0.10	6.70	5.30	U	0.01	0.30	0.32							
Pd	0.10	< ПО	< ПО	Ta	0.02	< ПО	< ПО							
Ag	0.03	24.40	21.10	W	0.03	0.56	0.47							

Примечание: анализы выполнены в Аналитическом центре АСИЦ ИПТМ РАН, г. Черноголовка, аналитик: В. К. Карандашев (ИСР); в Аналитическом центре ИВиС ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский, аналитики: Н.И. Чеброва, А.О. Садовникова, Н.Ю. Курносова (РФА), ПО – предел обнаружения; x/э – химический элемент; ос-1 – густо-вкрапленные руды; ос-2 – прожилково-вкрапленные руды.

ТЕРМОБАРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для оценки физико-химических условий эволюции минералообразующих гидротермальных растворов были применены методы термобарогеохимии. Флюидные включения изучались в кварце, карбонатах и сфалерите. Они отличаются широкими вариациями размеров, структурной позиции, микроморфологии и фазового состава. Большинство газовой-жидких включений имеет исключительно мелкие размеры (1-3 до 5 мк). По своей структурной позиции и микроморфологии выделены первичные, мнимовторичные и вторичные включения (по Ермакову, 1979). Последние пользуются преимущественным развитием, разнообразием форм и широкими вариациями объема газовой фазы – от существенно жидких до, практически, однофазовых газовых (5-75%).

Температуры гомогенизации наиболее крупных (5 мк) первичных включений, с объемом газовой фазы 15-20%, меняются в пределах 190-240°C. Плотность таких включений по данным криометрии соответствует – 4.50 вес. % экв. NaCl.

О ВОЗРАСТЕ МИНЕРАЛИЗАЦИИ

Для определения абсолютного возраста К-Аг методом были отобраны представительные образцы жильного материала с наиболее высокими содержаниями калия не превышающими 1.5-2.0%. По стандартной методике была подготовлена проба и проанализирована в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии ИГЕМ РАН. Полученные результаты – 7.8-8.9 Ма заметно отличаются от возраста Агинского месторождения – 6.9 ± 0.2 Ма (Андреева, 2010; Петренко, 1999; Okrugin et al., 2007, 2011; Takahashi et al., 2013) нижним горизонтам которого может соответствовать золото-полиметаллическая минерализация рудопроявления Останцовое.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Относительное однообразие текстур руд указывает на сравнительно спокойные условия формирования руд, которые периодически осложнялись процессами дробления и брекчирования. Одной из причин появления брекчиевых, брекчиевидных и прожилково-вкрапленных текстур может быть вскипание минералообразующих гидротермальных растворов. Руды с такими текстурами отличаются наибольшей степенью насыщенности сульфидными минералами и единичными выделениями самородного золота.

Структуры руд свидетельствуют о кристаллизации, как из истинных, так и коллоидных низкотемпературных гидротермальных растворов различной плотности. Минералы более ранних генераций подвергались катаклазированию, частичному замещению с появлением коррозионных разновидностей и структур эндогенных краевых каемок.

Сфалерит – главный рудный минерал. Он в отличие от его аналогов типичных эпитептермальных месторождений Камчатки (Агинское, Аметистовое, Мутновское, Родниковое), практически, не содержит значимых концентраций элементов-примесей. Исключение составляет железо, содержание которого меняется от 0.89 до 5.78 вес. %. В нем обнаружены такие типоморфные химические элементы, как кадмий и марганец, концентрации которых не превышают первых десятых процента. Он не несет явных признаков зональности, за исключением небольших вариаций железа в пределах отдельных агрегатов.

Сходные минеральные ассоциации, в которых сульфиды цинка, железа, отчасти, меди играют ведущую роль в составе руд, установлены на относительно глубоких горизонтах Аметистового месторождения. На Агинском месторождении они присутствуют эпизодически, но намечается тенденция их увеличения с глубиной.

Одной из возрастных причин различий между золото-теллуридной минерализацией Агинского месторождения и золото-полиметаллической рудопроявления Останцовое могут быть различные концентрации калия в образцах руд, которые были проанализированы. Не исключено, что золото-полиметаллическое оруденение могло быть оторвано во времени от золото-теллуридного. Нами получены новые данные об абсолютном возрасте Агинского месторождения, которые указывают на более продолжительное время его формирования сопоставимое с возрастом рудопроявления Останцовое.

ВЫВОДЫ

Руды формировались из слабо минерализованных гидротермальных растворов (максимальная концентрация 4.50 вес. % экв. NaCl) в приповерхностных условиях, в интервале температур 190-240°C с признаками вскипания при относительно высокой плотности. Формирование проходило в процессе метасоматического преобразования вмещающих пород, с последующим заполнением трещин и образованием жильных зон. Процесс рудообразования был полистадийным о чем свидетельствуют комбинации вкрапленных, гнездово-вкрапленных, густо-вкрапленных с прожилково-вкрапленными и прожилково-сетчатыми текстур.

Приведенные данные могут свидетельствовать, как о сравнительно глубоком эрозионном срезе рудопроявления Останцовое, так и о возможном наличии в непосредственной близости от него менее эродированных и, следовательно, обогащенных золотом и серебром рудных тел.

Авторы выражают благодарность профессору Х. Матсуеда, доктору Р. Такахашаи (Университет Саппоро, Япония), коллегам лаборатории вулканогенного рудообразования ИВиС ДВО РАН за помощь и дружеское участие, сотрудникам Центрально-Камчатской партии ОАО «Камчатгеология», предоставивших определенный каменный и картографический материал, без которых эти исследования были бы невозможны.

Рецензентам – за критические замечания и помощь в подготовке рукописи к печати.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, в рамках программы стратегического развития ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга» на 2012–2016 гг.

Список литературы

- Андреева Е.Д.* Au-Ag-Te минерализация Агинского месторождения (Центральная Камчатка) // Вестник ДВО. Владивосток. 2010. С. 148–153.
- Добровольская М.Г., Бортников Н.С., Наумов В.Б.* Железистость сфалерита как показатель режима серы при формировании рудных месторождений // Геология рудных месторождений. 1991. Т. 33. № 5. С. 80–93.
- Ермаков Н.П., Долгов Ю.А.* Термобарогеохимия. М.: Недра, 1979. 271 с.
- Исаенко М.П.* Определитель текстур и структур руд. М.: Недра, 1975. 223 с.
- Карта полезных ископаемых Камчатской области масштаба 1: 500 000. Краткая объяснительная записка. Каталог месторождений, проявлений, пунктов минерализаций и ореолов рассеяния полезных ископаемых // Главные редакторы: Литвинов А.Ф., Патока М.Г. (Камчатгеолком), Марковский Б.А. (ВСЕГЕИ). Петропавловск-Камчатский: Изд-во СП КФ ВСЕГЕИ, 1999. 520 с.
- Макеев А.Б.* Изоморфизм марганца и кадмия в сфалерите. Л.: Наука, 1985. 127 с.
- Петренко И.Д.* Золото-серебряная формация Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Изд-во СП КФ ВСЕГЕИ, 1999. 116 с.
- Рамдор П.* Рудные и минералы и их сростания. М.: Изда-во иностранной литературы, 1962. 1132 с.
- Спирidonов Э.М.* Виды и разновидности блеклых руд и их рациональная номенклатура // ДАН. 1984. Т. 279. № 2. С. 447–453.
- Сфалерит // Типоморфизм минералов. Справочник. М.: Недра, 1989. С. 416–439.
- Щепотьев Ю.М., Вартамян С.С., Орешин В.Ю., Гузман Б.В.* Золоторудные месторождения островных дуг Тихого океана. М.: ЦНИГРИ, 1989. С. 141–154.
- Okrugin V.M., Okrugina A.M., Shishkanova K.O. et al.* Epithermal Mineralization of the Ostan-zovoe Prospect in Central Kamchatka, Russia. Abstract with programs. The society of Resource geology. 24–26 June 2007, Tokyo, Japan. P. 81.
- Okrugin V.M., Matsueda H., Takahashi R. et al.* Gold-Polymetallic ores from the Ostan-zovoe mineral prospect, Central Kamchatka, Far East of Russia // Abstract of 1 st Asia-Africa Mineral Resource Conference Fukuoka, Japan, 8–11 December 2011. P. 1–4.
- Takahashi R., Matsueda H. Okrugin V.M. et al.* Ore-forming ages and sulfur isotope study of hydrothermal deposits in Kamchatka, Russia // Resource Geology. V. 63. № 2. 2013. P. 210–223.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О РУДАХ

**NEW DATA ON ORES FROM THE GOLD-POLYMETALLIC
OSTANTSOVOYE MINERAL DEPOSIT, CENTRAL KAMCHATKA**

V.M. Okrugin, K.O. Shishkanova

Institution of Volcanology and Seismology FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

The paper presents new data on mineral and chemical structures, textural features, and absolute age of ores from the hydrothermal gold-polymetallic Ostantsovoye deposit located in the Central Kamchatka mining area. The chemical composition of such major ore minerals as sphalerite, pyrite, galena, tetrahedrite-tennantite was studied. Occurrence forms of zinc, lead, copper, silver, iron, manganese, cadmium, arsenic, and antimony were revealed. Tipomorphic features of sphalerite were characterized. Temperature and composition of ore-forming solutions were estimated using a method of fluid inclusion studies.

Keywords: Ostantsovoe, Kamchatka, gold, absolute age, genesis sphalerite, tetrahedrite-tennantite.