

УДК.547.345

О КАРБОНАТАХ ЭПИТЕРМАЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАМЧАТКИ

*Мозжерина А.Ю.² (3 курс), Андреева Е.Д.¹, Буханова Д.С.² (4 курс),
Косоруков В.Л.³, Округин В.М.¹*

¹*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН*

²*Камчатский государственный университет им. В. Беринга*

³*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

Приводятся первые результаты изучения карбонатов из наиболее известных эпитеpmальных золото-серебряных, золото-серебро-полиметаллических рудных объектов и гидротермальных систем Камчатского края: Агинского, Оганчинского, Бараньевского, Мутновского, Эрувоямского, Мутновской, Пущинской. Показано, что карбонаты могут быть использованы в качестве типоморфных минералов-индикаторов палеогидротермальных рудообразующих и современных гидротермальных систем. Впервые идентифицированы доломит на Оганчинском, кутнаит на Бараньевском золото-серебряных, родохрозит в осадках гидротермальных растворов Мутновского геотермального месторождений.

Ключевые слова: карбонаты, золото-серебряные месторождения, кутнаит, доломит, родохрозит.

Карбонаты – одна из наиболее распространенных в природе минеральных групп [1]. В ее состав входит до 100 минералов, которые слагают горные породы различного состава и происхождения. Они образуются в эндогенных и экзогенных условиях; от карбонатитовых магм до современных почв. Происхождение эндогенных карбонатов связано с магматическими, гидротермальными и метаморфическими процессами. Экзогенные карбонаты имеют хемогенную и биогенную природу, т.е. образуются в результате химических или биогеохимических процессов.

Карбонаты гидротермального происхождения встречаются во всех типах вулканогенных эпитеpmальных золото-серебряных, полиметаллических месторождений. В ряде случаев они становятся главными жильными минералами. Вулканогенные эпитеpmальные месторождения, продукты деятельности палеогидротермальных рудообразующих систем - гомологи современных гидротерм, были сформированы преимущественно в кайнозойе (сравнительно недавно) на глубинах, не превышающих, как пра-

вило, одного километра от дневной поверхности. Карбонаты - производные таких гидротермальных процессов. Они сопровождают их на всех этапах развития: от ранних - прерудных, собственно рудных, продуктивных до поздних или заключительных - пострудных [1, 4].

Авторами начато изучение карбонатов золото-серебряных, золото-серебро-полиметаллических месторождений, рудопроявлений, современных гидротермальных систем Камчатского края. В качестве модельных золото-серебряных объектов выбраны Агинское, Бараньевское, Оганчинское, Эруваямское; золото-серебро-полиметаллических - Мутновское и его гомолог - Мутновская гидротермальная система. Для сопоставления взяты карбонаты из поздних сульфидно-карбонатных жил медно-никелевого месторождения Шануч и отложений Пущинской гидротермальной системы. Характеристика особенностей геологического строения, минеральный состав руд (жильные и рудные) приведены в табл. 1 [3, 4].

Методы исследований: минералогический, петрографический рентгенофазовый, рентгеноспектральный рентгенофлуоресцентный и локальный рентгеноспектральный с электронным микрозондом анализы. Методами рентгенофазового анализа выполнена диагностика карбонатов и оценено количество минеральных примесей в сростаниях с ними. По результатам рентгенофлуоресцентного (РФА) анализа построены диаграммы соотношений концентраций Mg, Fe и Mn в карбонатах.

Агинское, Бараньевское и Оганчинское месторождения располагаются в пределах Центрально-Камчатского горнорудного района, занимающего центральную часть Центрально-Камчатского вулканического пояса. Месторождения приурочены к крупнейшим палеовулканическим постройкам пояса. Жильные тела месторождений сложены кварц-адуляровым и кварц-карбонатным агрегатами.

Таблица 1. Сравнительная характеристика эпитермальных месторождений Камчатского края [3,4].

Название месторождения	Тип минерализации	Вмещающие породы	Основные минералы	
			рудные	жильные
Агинское	золото-серебро-теллуридная	базальты, андезиты и их туфы	au, cv, hs, at, py, sp, gn, cp, bn, ac, syl, ptz, cin, tn, po, an, per, mlb	q, ad, ca, hd, zl
Оганчинское	золото-серебро-полисульфидная	андезибазальты, андезиты, андезидациты, диориты	gn, sp, py, asp, cp, bn, au, el, ptz, cin, hs, ag, ar, col	q, ca
Бараньевское	золото-серебро-полисульфидная	базальты, андезибазальты, андезиты и их туфы, дациандезиты, диориты, габбро-диориты	py, au, sp, cp, gn, bn, per - pol, pr-re, hs, cr, ptz, at, mlb, cin, cu, agl, asp, en, ln, bi	q, ad, cer, ca, hd, mgt, ba, zrn, ann
Эруваям	золото-серебро-полисульфидная	андезидациты, андезиты, андезибазальты	sp, gn, cp, py, au, cu, hs, at, cr, cv, ptz, syl, hr, ar, pr, asp, mr, po, agl, col, cin	q, ca, ad, ser, hd, ab, zl, zrn, rt, ba, fl, ann, sf, mgt, ilm
Мутновское	золото-серебро-полиметаллическая	андезибазальты, андезидациты, габбро-диориты	cp, sp, gn, py, bn, ar, au, el, ag, cu, tn, fr, asp, pr, po, mr, hs, ar	q, ad, ser, hd, mnt, cor, ca, zl

Условные обозначения: ab – альбит, ac – акантит, ad – адуляр, at – алтаит, au – самородное золото, ag – самородное серебро, agl – агвиларит, an – антимонит, ann – апатит, ar – аргентит, asp – арсенопирит, ba – барит, bi – самородный висмут, bn – блеклые руды, ca – карбонаты, cin – киноварь, col – колорадоит, cor – корренсит, cp – халькопирит, cr – креннерит, cu – кюстелит, cv – калаверит, el – электриум, ilm – ильменит, hd – гидрослюда, hr – гринокит, hs – гессит, fl – флюорит, fr – фрейбергит, gn – галенит, ln – леннаит, mlb – молибденит, mgt – магнетит, mnt – монтмориллонит, mr – марказит, per – пирсеит, ptz – петцит, po – пирротин, pol – полибазит, pr – прустит, py – пирит, sf – сфен, sp – сфалерит, re – пираргирит, rt – рутил, syl – сильванит, tn – теннантит, q – кварц, zl – цеолиты, zrn – циркон.

Карбонаты в них обычно уступают в своем распространении кварцу и его скрытокристаллическим разновидностям - халцедону и опалу. Поэтому они чаще всего относятся к второстепенным жильным минералам, отличаясь, тем не менее, относительным видовым разнообразием (кальцит, арагонит, манганокальцит, родохрозит, доломит анкерит).

Карбонаты Агинского месторождения представлены “чистым” крупнокристаллическим кальцитом, обладающим характерным стеклянным блеском и нейтральным цветом от белого до бесцветного (рис. 1 а, б). Как правило, это наиболее поздние образования. Возможно, что кальцит не единственный представитель группы карбонатов на Агинском месторождении, так как исследования только начались.

Карбонаты Бараньевского месторождения принадлежат к числу главных жильных минералов и отличаются некоторым разнообразием (кальцит и кутнаит).

Вместе с кварцем и его разновидностями (опалом и халцедоном) они участвуют в строении многочисленных рудных жильных систем и штоков (рис. 1 г). Более того обнаружены продуктивные жилы, сложенные на 80-90 % карбонатами с многочисленными агрегатами обособлениями самородного золота.

Из минералов группы карбонатов на Оганчинском месторождении был идентифицирован достаточно редкий для золоторудных месторождений Камчатского края минерал - доломит ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Он образует как массивные агрегаты, так и эффектные скопления медово-желтых кристаллов ромбического габитуса (рис. 1 в).

Жильные зоны золото-серебряного рудопроявления Эруваям (Северо-Камчатский горнорудный район) отличаются преобладанием в ряде случаев карбонатов над другими жильными минералами.

По данным рентгенофазового и химического анализа это кальцит нескольких генераций: от тонкозернистого до крупнокристаллического строения с характерным для него молочно белым цветом (рис. 1 д).

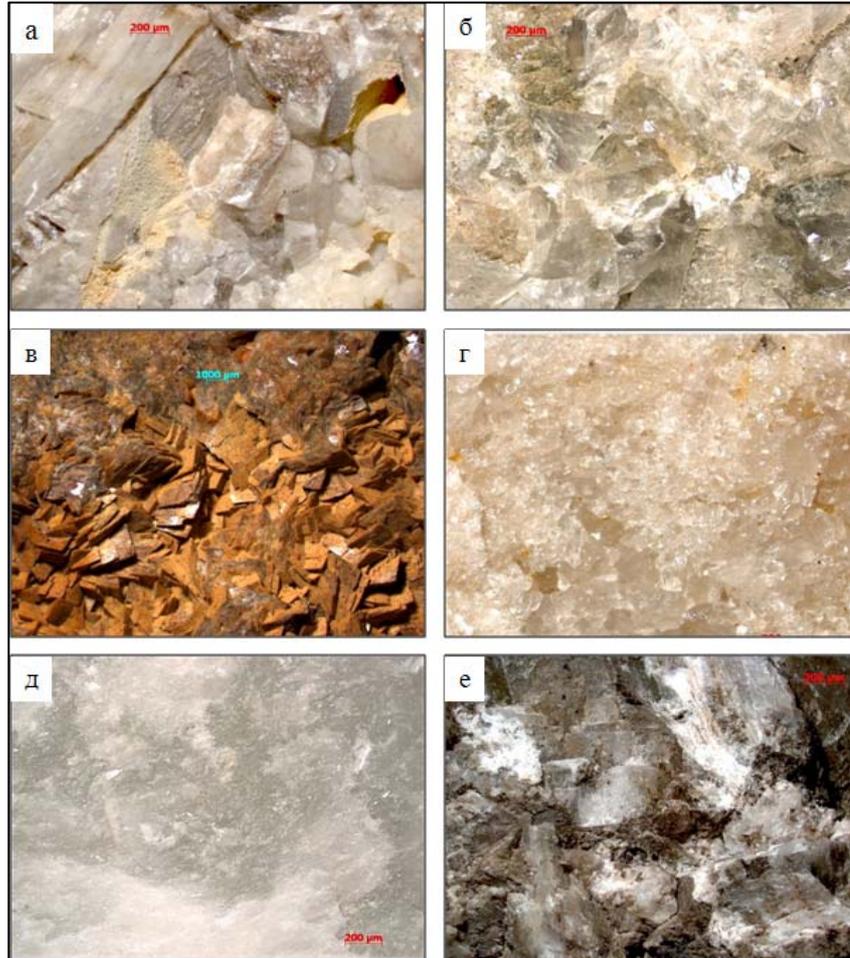


Рис. 1. Карбонаты эпитермальных рудных объектов Камчатского края:
а, б - Агинское, в- Оганчинское, г - Бараньевское, д - Эруваям,
е - Мутновское.

Карбонаты характерны для Мутновского золото-серебро-полиметаллического месторождения - крупнейшего рудного объекта и одноименной современной мощной высокотемпературной гидротермальной системы Южно-Камчатского горнорудного района.

Они отличаются наибольшим разнообразием при общей марганцевой специализации: от кальцита, манганокальцита до родохрозита. В гидротермально измененных породах Мутновского месторождения парогидротерм установлены зональные по марганцу и магнию карбонаты (рис. 2).

В осадках термальных вод, отобранных с больших глубин из зоны геотермального резервуара, диагностированы сульфиды, карбонаты: мангано-кальцит и родохрозит.

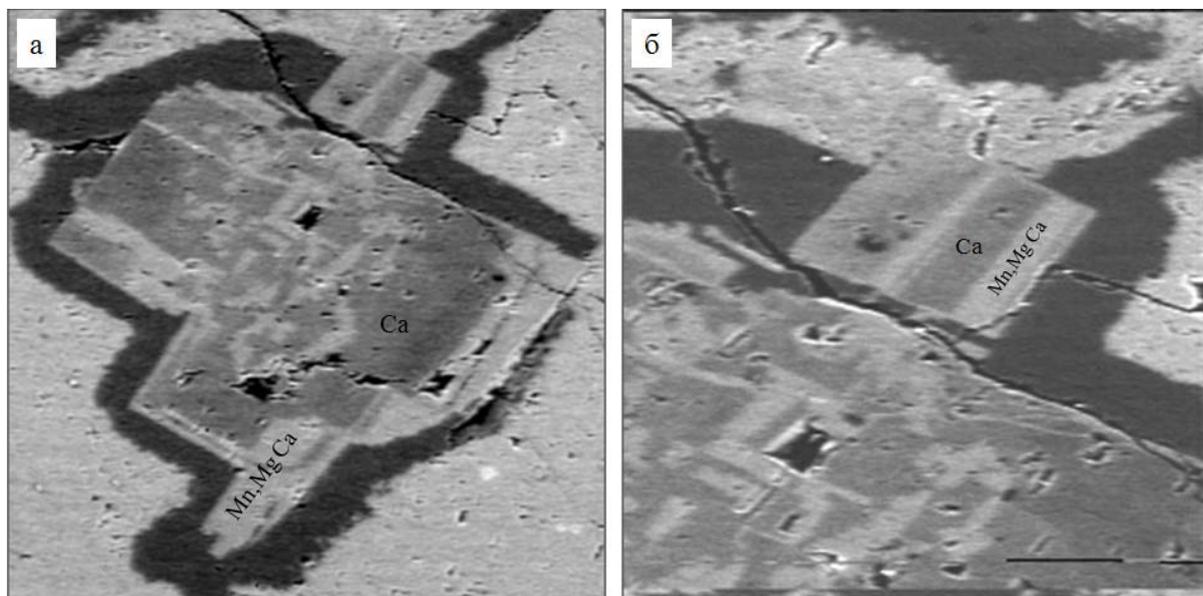


Рис. 2. Зональное строение карбонатов Мутновского месторождения парогидротерм. Микрофотографии в обратно рассеянных электронах. Ca - кальцит; Mn, MgCa - обогащенные марганцем и магнием разновидности.

Этот факт можно интерпретировать, как свидетельство того, что процесс рудообразования на Мутновском рудном поле продолжается и по настоящее время, а теплоноситель можно рассматривать в качестве рудообразующего флюида.

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа приведены в таблице 1 и на рис. 3. Из них следует, что для карбонатов Мутновской гидротермальной системы и рудного месторождения характерны высокие содержания марганца - от 1.26 до 49.92 % масс. (манганокальцит и родохрозит). На Бараньевском месторождении диагностирован редкий карбонат - кутнаит, который характеризуется содержаниями Fe - 10.08 % масс., Mg - 40.00 % масс., Mn - 0.40 % масс. В центральной части диаграммы со значениями Fe-Mg-Mn сгруппированы карбонаты Агинского месторождения и рудо-

проявления Эруваям, которые представлены “чистым” кальцитом. Оганчинское месторождение отличается наличием доломита в сростаниях с кварцем (Fe - 8.89 % масс., Mg - 15.59 % масс., Mn - 0.40 % масс., табл. 2).

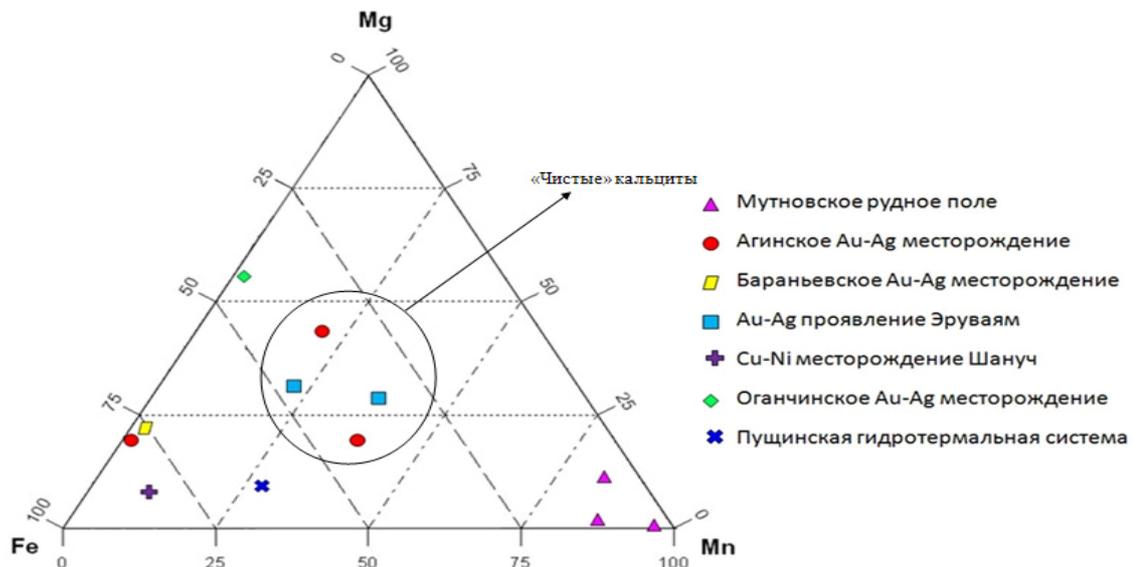


Рис. 3. Треугольная Fe-Mg-Mn диаграмма карбонатов эпитеpмальных месторождений и гидротермальных систем Камчатского края.

Таблица 2. Химический состав карбонатов эпитеpмальных месторождений (по данным химического и рентгеноспектрального рентгенофлуоресцентного анализа в % масс.).

№/х.э.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	5,00	6,01	13,10	2,46	12,36	5,71	6,30	5,16	1,95	2,50	5,10	9,41	5,00
TiO ₂	0,03	0,03	0,03	0,25	0,03	0,03	0,03	0,03	0,35	0,30	0,03	0,03	0,03
Al ₂ O ₃	1,75	2,18	1,81	0,42	2,00	1,85	1,95	1,79	0,56	0,50	1,74	1,79	1,75
Fe ₂ O ₃	0,28	0,05	8,89	0,24	1,83	0,24	0,16	0,09	0,75	0,33	0,32	0,09	0,21
FeO				9,84						0,99	0,70		3,80
MnO	0,27	0,01	0,40	0,40	0,17	0,11	0,18	1,26	49,92	7,05	0,56	1,26	0,01
CaO	48,38	47,99	27,56	40,00	31,97	47,81	47,18	47,57	0,25	42,70	43,37	47,57	48,03
MgO	0,16	0,16	15,59	3,63	0,12	0,21	0,16	0,26	0,98	0,15	0,52	0,26	0,16
Na ₂ O	0,34	0,35	0,23	0,76	0,29	0,34	0,34	0,36	0,36	0,17	0,35	0,36	0,43
K ₂ O	0,02	0,03	0,02	0,44	0,03	0,06	0,18	0,02	0,35	0,30	0,02	0,02	0,02
P ₂ O ₅	0,32	0,33	0,19	0,10	0,20	0,32	0,31	0,32	0,11	0,18	0,31	0,32	0,39
CO ₂	42,24	41,30	32,56	41,50	41,08	39,60	42,68	41,36	44,10	43,30	42,22	41,36	42,68
Σ	99,73	99,64	100,39	100,04	90,54	99,55	99,47	99,54	100,04	98,18	98,99	99,54	100,03

Анализы выполнены в Аналитическом центре, лаборатории вулканогенного рудообразования ИВиС ДВО РАН, аналитики Е.В. Карташева, А.М. Округина. 1, 2 - Агинское; 3 - Оганчинское; 4, 5 - Бараньевское; 6, 7 - рудопоявление Эруваям; 8, 9, 10 - Мутновское; 11 - Шануч; 12 - Менделеевское (о. Кунашир); 13 - Пуштинская гидротермальная система.

Полученные авторами данные свидетельствуют о том, что карбонаты можно использовать в качестве минералов-индикаторов: - для более детальной типизации вулканогенного гидротермального кайнозойского рудообразования (в частности, индикаторов формационной принадлежности эпитеермальных месторождений); - при проведении региональных и детальных поисково-разведочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, 1975, 520 с.
2. Спиридонов Э.М., Кривицкая Н.Н., Брызгалов И.А., Гусева Е.Н., Коротаева Н.Н., Крупенко М.С., Япаскурт В.О. Особенности строения агрегатов и состава карбонатов гидротермальных вулканогенно-плутоногенных месторождений золота (на примере месторождения Дарасун, Восточное Забайкалье). М.: МГУ, 2007, стр. 27-33.
3. Петренко И.Д. Золото-серебряная формация Камчатки. Петропавловск-Камчатский, 1999, 115 с.
4. Каталог месторождений, проявлений, пунктов минерализации и ореолов рассеяния полезных ископаемых Камчатской области. Петропавловск-Камчатский, 1999, 561 с.

CARBONATE OF EPITHERMAL DEPOSITS IN KAMCHATKA

*Mozzherina A. Yu²., Andreeva E.D¹., Buhanova D.S².,
Kosorukov V.L³., Okrugin V.M¹.*

¹*Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS*

²*Vitus Bering Kamchatka State University*

³*Lomonosov Moscow State University*

Authors investigate carbonates, which have been collected from well-known epithermal gold-silver (Aginskoe, Oganchinskoe, Baranevskoe, Eruvayam) and gold-silver-polymetallic (Mutnovskoe) deposits in Kamchatka. In addition, some carbonates were obtained at hydrothermal systems such as Mutnovskaya and Pushino. We turned out that carbonates could be used as an indicator of epithermal mineral deposits and modern hydrothermal systems. Among carbonate minerals were indentified dolomite in Oganchinskoe deposit, rhodochrosite in Mutnovskaya hydrothermal system.