УДК 549.1, 550.4:551.2

В.О.ИЛЬЧЕНКО
Геолого-разведочный факультет,
аспирант кафедры минералогии, кристаллографии и петрографии
А.В.АНТОНОВ
Центр изотопных исследований ВСЕГЕИ

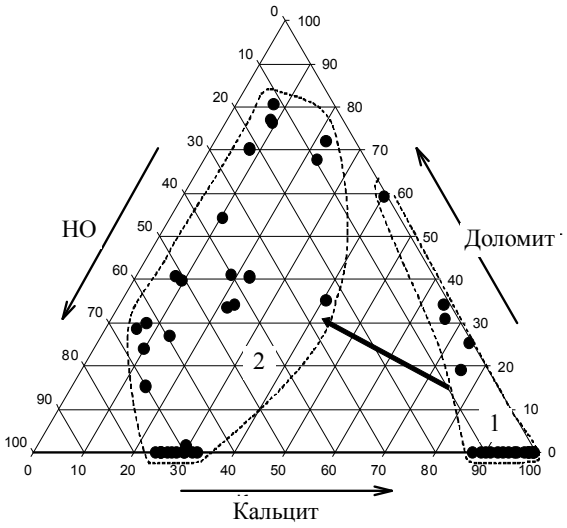
ОКОЛОРУДНЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ ПАВЛОВСКОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (АРХИПЕЛАГ НОВАЯ ЗЕМЛЯ)

Рассмотрены результаты исследований околорудных гидротермально-метасоматических процессов на крупном полиметаллическом месторождении, расположенном в центральном части архипелага Новая Земля. Показана геологическая позиция и факторы контроля оруденения, дорудных и околорудных метасоматитов. Детально изучен вещественный состав метасоматитов, среди прочих обнаружены и описаны редкие минералы: цинксодержащий доломит, кимрит, барийсодержащие слюды, для которых выявлены особенности морфологии и состава. По строению и вещественному составу метасоматитов и некоторых минералов условия образования определены как низкотемпературные приповерхностные.

The article describes results of research in near-ore hydrothermal and metasomatic processes at a large complex deposit located in the central part of the Novaya Zemlya archipelago. Geological location is shown as well as factors of mineralization control of pre-ore and near-ore metasomatism. Composition of metasomatites is investigated in details; among others, some rare minerals are found and described: zinc-containing dolomite, kimrite and barium-containing micas, which morphological and structural features are revealed. Conditions of genesis are determined as low-temperature and near-surface according to the structure and composition of metasomatites and some minerals.

Обнаруженное в 1991 г. Павловское месторождение является наиболее масштабным свинцово-цинковым объектом Новой Земли. Результатами предыдущих исследований [7] установлено: рудные тела локализуются в карбонатных породах на крыльях крупной интенсивно деформированной антиклинали, контролируются зонами дробления (предшествующими каждой стадии оруденения) и прослеживаются по ним на глубину и фланги; сплошные и гнездово-прожилково-вкрапленные сульфидные руды имеют простой состав: пирит (до 90 %), галенит, сфалерит (другие рудные минералы редки) – и представлены смесью разновозрастных агрегатов с широко проявленными почковидными, колломорфно-полосчатыми, тонко- и мелкозернистыми полифазными структурами, характерными для ранних форм сульфидов; поздние генерации образуют кристаллически-зернистые формы выделения.

Одним из благоприятных для рудоотложения обстоятельств, наравне со структурно-тектоническим фактором, является литологический состав вмещающих пород, выступающих в качестве геохимического барьера (см. рисунок). В основной массе оруденение приурочено к наиболее чистым органогенным микритовым, пелитоморфным известнякам. Текстура рудовмещающих пород массивная, реже тонкослоистая, сгустковая из-за различной степени насыщения глинистым материалом (но не более 13 %). При увеличении глинистости известняков отмечается резкое уменьшение степени их гидротермальной проработки и замещения сульфидами [3, 4], возникающее оруденение и околорудные изменения проявляются в виде прожилков и мелких жил. По результатам исследований было выделено два типа изменений рудовмещающих известняков – дорудные и околорудные. Для



Изменение вещественного состава известняков при околорудном метасоматозе
1 – неизмененные; 2 – измененные;
НО – нерастворимый остаток

дорудных процессов, устанавливаемых на флангах месторождения, характерна цементация брекчированных известняков доломитом (до 95 % новообразованного цемента, остальное кварц и пирит) с метасоматическим замещением мелких обломков. Новообразованный доломитовый цемент имеет более светлый оттенок, чем обломки, что обусловлено отсутствием в нем примеси терригенной составляющей, в результате порода приобретает пятнистый облик. Величина обломков известняков колеблется от $0{,}2 \times 0{,}5 \times 1$ до $5 \times 5 \times 10$ см и редко более, причем состав обломков зависит от их размера: у крупных он практически аналогичен составу вмещающих пород (доломитизация отмечается по периферии), а мелкие нацело замещаются доломитом. Следует отметить, что оруденение и околорудные метасоматиты практически не выходят за пределы распространения дорудной доломитизации.

Околорудные гидротермальные изменения на флангах и в кровле рудных тел характеризуются образованием полнопроявленных кварц-доломитовых метасоматитов (см. рисунок) с сульфидной вкрапленностью различной насыщенности, которые накладываются на брекчированные и доломитизированные известняки. Околорудные изменения развиваются на расстоянии не более 30 м от кровли и флангов крупных рудных тел и 3-5 м от контактов небольших тел. Такое незначительное развитие метасоматитов, объясняется способностью карбонатов интенсивно нейтрализовать гидротермальные и рудоносные растворы [6]. Процессы околорудного метасоматоза предшествуют каждой стадии рудоотложения (не менее трех), причем они значительны, если руды последующей стадии отлагаются в известняках, а при локализации в рудах более ранней стадии отмечаются эпизодически. Кроме кремния, железа, серы, магния в метасоматитах установлены цинк, свинец и другие элементы (табл.1).

Таблица 1

Содержание элементов-примесей в неизмененных известняках и околорудных метасоматитах, г/т

Элемент	Содержание		Коэффициент концентрации
	1	2	
As	5	19	3,8
Ag	0,025	0,17	6,8
Ba	340	1300	3,8
Ge	1	4,3	4,3
Mn, %	0,09	0,77	8,5
Na, %	0,9	1,3	1,4
Pb	10	170	17
Zn	44	370	8,4

Примечание. 1 – неизмененные породы, в том числе с повышенной глинистостью; 2 – околорудные метасоматиты без явных признаков оруденения.

Минеральный состав околорудно-измененных пород несложен: среди новообразованных минералов широко распространены кварц, доломит, пирит, кальцит, намного реже отмечаются альбит, кимрит, слюды (эллахерит, фенгит, мусковит), рутил, хлорит. Апатит, барит, каолинит, киноварь, монацит, титанит обнаружены в единичных образцах. Наиболее интересны следующие нерудные минералы: цинксодержащий доломит, барийсодержащие слюды, описанные впервые, и кимрит.

Доломит наряду с кварцем является основным нерудным минералом околорудных метасоматитов, где встречается в виде сплошных масс, жило- и гнездообразных

тел и вкрапленников, замещающих доломитизированные известняки. Доломит образует агрегаты, сложенные зональными идиоморфными кристаллами и разнозернистыми ксеноморфными зернами со сложноизвилистыми границами. В дальнейшем новообразованный карбонат подвергается замещению кварцем и рудными минералами. Доломит характеризуется вариациями химического состава: в новообразованных околорудных доломитах установлены изоморфные примеси марганца (0,39-1,35 %), железа (0,3-3,67 %) и цинка (0,2-1,2 %), которые отсутствуют в первично-осадочном и дорудном доломите (табл.2).

Таблица 2

Кристаллохимические коэффициенты катионов в доломите

Рудный блок	Mg	Ca	Fe	Mn	Zn
Центральный	0,87	1,09	0,02	0,03	-
	0,97	0,98	-	0,04	
	0,96	1,02	-	0,02	-
	0,98	0,99	0,01	0,02	-
	1,03	0,97	-	-	-
Восточный	0,86	1,09	-	0,03	0,02
	0,91	1,05	-	0,03	0,01
	0,84	1,03	0,05	0,06	0,01
	0,92	1,01	0,01	0,03	0,04
	0,81	0,97	0,10	0,12	0,01

Примечание. Расчет коэффициентов производился для формулы (Ca, Mn)(Mg, Fe, Zn)$[CO_3]_2$.

Кимрит присутствует как акцессорный, реже второстепенный минерал и отмечается в околорудных метасоматитах и гнездово-прожилково-вкрапленных рудах вблизи субмеридиональных тектонических нарушений. Образует призматические (соотношение длины к ширине от 1:1,5 до 1:6) кристаллы длиной до 0,6 мм и ксеноморфные округлые зерна до 0,2 мм в поперечнике в ассоциации с доломитом, сфалеритом, рутилом, органическим веществом. Метасоматический рост подтверждается включениями реликтов вышеназванных минералов, идиоморфизмом кристаллов, приуроченностью к тектоническим трещинам. Кимрит содержит примеси Ca, K, Na, в одном из образцов отмечено до 1,2 % Zn. Кроме метасоматического отмечается кимрит, образующий на доломите мелкие друзовидные агрегаты. Свободно растущие кристаллы, как правило, беспримесны, в одном анализе кимрита, ассоциирующего с натрий- и титансодержащим эллахеритом, отмечены натрий (0,52 %) и титан (0,45 %), присутствие которых, вероятно, обусловлено механической примесью. По тонким трещинам кимрит замещается баритом.

Слюды мусковит-алюминоселадонитового ряда (табл.3) образуют отдельные чешуйки и сноповидные агрегаты, в окварцованных и пиритизированных околорудных доломитах вдоль контакта со сплошными рудами. Необходимо отметить появление мелких прожилков и гнезд барийсодержащей (до 3,17 % BaO) слюды – эллахерита в срастании с кимритом, доломитом, кварцем и рутилом вдоль тектонических нарушений без пространственной привязки к рудным телам.

Для метасоматитов не характерно проявление зонального строения, слабые элементы которого устанавливаются только по малораспространенным минералам – альбиту, мусковиту и хлориту, последовательно сменяющим друг друга в направлении от рудного тела на фоне постепенного уменьшения степени замещения известняков доломитом, кварцем и сульфидами.

По условиям образования околорудные метасоматиты Павловского месторождения классифицируются как низкотемпературные [10]. Признаком низкотемпературных условий является отсутствие эпидота, пренита, актинолита и устойчивость ассоциации любых карбонатов с кварцем. Состав некоторых минералов также указывает на низкотемпературные условия: слюды характеризуются недостатком алюминия и межслоевых катионов [5], а доломит значительным содержанием цинка [1, 2]. Локальное присутствие кимрита, фенгита и эллахерита говорит о незначительных областях повышенного давления и температуры в тектонически напряженных зонах. Широкое развитие

Таблица 3

Кристаллохимические формулы слюд

Название	Кристаллохимическая формула
Мусковит-эллахерит	$(K_{0,69}\,Na_{0,12}\,Ca_{0,00}\,Ba_{0,08})_{0,90}\,(Fe_{0,00}\,Mg_{0,22}\,Ti_{0,00}\,Al_{1,80})_{2,02}\,[(Al_{0,82}\,Si_{3,18})O_{10}](OH)_2$
Мусковит-эллахерит	$(K_{0,81}\,Na_{0,00}\,Ca_{0,00}\,Ba_{0,09})_{0,90}\,(Fe_{0,00}\,Mg_{0,28}\,Ti_{0,00}\,Al_{1,74})_{2,02}\,[(Al_{0,78}\,Si_{3,22})O_{10}](OH)_2$
Ba-алюминоселадонит	$(K_{0,84}\,Na_{0,00}\,Ca_{0,00}\,Ba_{0,02})_{0,86}\,(Fe_{0,17}\,Mg_{0,34}\,Ti_{0,02}\,Al_{1,44})_{1,97}\,[(Al_{0,47}\,Si_{3,53})O_{10}](OH)_2$
Мусковит-алюминоселадонит	$(K_{0,72}\,Na_{0,00}\,Ca_{0,00}\,Ba_{0,00})_{0,72}\,(Fe_{0,10}\,Mg_{0,15}\,Ti_{0,05}\,Al_{1,57})_{1,87}\,[(Al_{0,24}\,Si_{3,76})O_{10}](OH)_2$
Мусковит-алюминоселадонит	$(K_{0,82}\,Na_{0,09}\,Ca_{0,00}\,Ba_{0,00})_{0,91}\,(Fe_{0,01}\,Mg_{0,25}\,Ti_{0,03}\,Al_{1,72})_{2,00}\,[(Al_{0,70}\,Si_{3,30})O_{10}](OH)_2$

колломорфно-полосчатых, почковидных структур в рудах, повсеместное распространение хрупких деформаций во вмещающих породах и рудах, отсутствие зонального строения метасоматитов трактуются образованием в приповерхностных условиях, неустойчивостью среды минералообразования [6, 9] и пульсационным поступлением рудоносных растворов многократно раздробленные породы [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Вольфсон Ф.И.* Стратиформные месторождения цветных металлов / Ф.И.Вольфсон, В.В.Архангельская. М.: Недра, 1987. 255 с.

2. Карбонаты: Минералогия и химия: Пер с англ. / Под ред. Р.Дж.Ридера. М.: Мир, 1987. 496 с.

3. *Кунц А.Ф.* Гидротермально-метасоматическое рудообразование в карбонатных породах (экспериментальные модели и их приложения) / УрО РАН. Екатеринбург, 2002, 344 с.

4. *Кунц А.Ф.* Закономерности и условия рудообразования в карбонатных породах на Пай-Хое (геологические и экспериментальные данные) / А.Ф.Кунц, А.В.Костюк, А.В.Терентьев // Геология и минеральные ресурсы европейского северо-востока России: Материалы XIV Геологического съезда Республики Коми. Т.2. Сыктывкар: Геопринт, 2004. С. 217-219.

5. *Куприянова И.И.* Группа мусковита // Типоморфизм минералов. М.: Недра, 1989. С.299-313.

6. Метасоматизм и метасоматические породы / Под ред. В.А.Жарикова, В.Л.Русинова. М.: Научный мир, 1998. 492 с.

7. Новое месторождение серебросодержащих свинцово-цинковых руд на архипелаге Новая Земля / А.П.Каленич, В.Д.Крюков, А.В.Ласточкин и др. // Разведка и охрана недр. 2002. № 9. С.20-23.

8. *Онтоев Д.О.* Условия и главнейшие факторы возникновения зональности в гидротермальных месторождениях // Зональность гидротермальных рудных месторождений. 1974. Т.2. С.123-163.

9. Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород / М.А.Афанасьева, Н.Ю.Бардина, О.А.Богатиков и др. М.: Логос, 2001. 768 с.

10. *Щербань И.П.* Условия образования низкотемпературных околорудных метасоматитов. Новосибирск: Наука, 1975. 152 с.

Научный руководитель д.г.-м.н. проф. *Ю.Б.Марин*