

УДК 553.411:553.065

**РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ МИНЕРАЛЫ В РУДАХ БЕРЕЗИТОВОГО
ЗОЛОТО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(ВЕРХНЕЕ ПРИАМУРЬЕ)****¹Рогулина Л.И., ¹Воропаева Е.Н., ²Понмарчук В.А.**¹*ФНБУ «Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения РАН»,
Благовещенск, e-mail: rogulina@mail.ru;*²*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН, Новосибирск,
e-mail: ponomar@igm.nsc.ru*

Установлены основные редкоземельные минералы золото-полиметаллического месторождения Березитовое: алланит, монацит, ксенотим. В их составе преобладают лёгкие лантаноиды, исключая ксенотим, где присутствуют Dy, Er, Yb. Мельчайшие выделения монацита и алланита в метасоматите, укрупняются в гнездово-вкрапленных полиметаллических рудах. Образование редкоземельных минералов в метасоматитах и рудах происходило при участии гидротермального процесса рудообразования. Идентификация минералов редких земель по типам месторождений являются одним из важных генетических признаков золоторудных месторождений.

Ключевые слова: месторождение, руда, редкоземельные минералы, алланит, монацит, ксенотим, лантаноиды.

**RARE EARTH MINERALS IN ORE OF BEREZITOVOYE GOLD-POLYMETAL
DEPOSIT (UPPER PRIAMURUYE)****¹Rogulina L.I., ¹Voropaeva E.N., ²Ponomarchuk V.A.**¹*Federal research budget establishment Institute of Geology and Nature Management of the Far Eastern
Branch of the Russian Academy of Sciences, Blagoveshchensk, e-mail: rogulina@mail.ru;*²*V.C. Sobolev' Institute of Geology and Mineralogy, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, e-mail: ponomar@igm.nsc.ru*

Main rare earth minerals was determined for Berezitovoye gold-polymetallic deposit: allanit, monozit, xenotim. Light lanthanoids prevail in its compositions, excepting xenotim, where Dy, Er, Yb present. Smallest monozit and allanit discharges in metasomatic enlarge in nested-shot polymetallic ores. Rare earth minerals formation in metasomatic took place with the participation of hydrothermal ore-forming process. Identification of rare-earths minerals by types of deposits is the one of the most important genetic features of gold ore deposits.

Keywords: deposit, ore, rare earth minerals, allanit, monozit, xenotim, lanthanoids

Близость химических свойств редкоземельных элементов (РЗЭ) уникальна, они активно реагируют на окислительно-восстановительную среду природных обстановок, поэтому всестороннее изучение поведения РЗЭ в природных процессах позволяет использовать их в качестве геохимических индикаторов источников вещества и механизма гидротермальных процессов рудообразования. Изучение редкоземельных элементов в золото-полиметаллических рудах Березитового месторождения, которые формируются в зоне смешения гидротермальных растворов возможно различных источников представляется актуальным. На месторождении в достаточной мере изучены: основные минералогические особенности, распределение благороднометалльной и никелевой теллуридной минерализации, возраст оруденения и связь с магматизмом [2, 6, 7, 8]. Цель настоящей работы – изуче-

ние составов редкоземельных минералов с целью определения механизма их накопления в рудах месторождения.

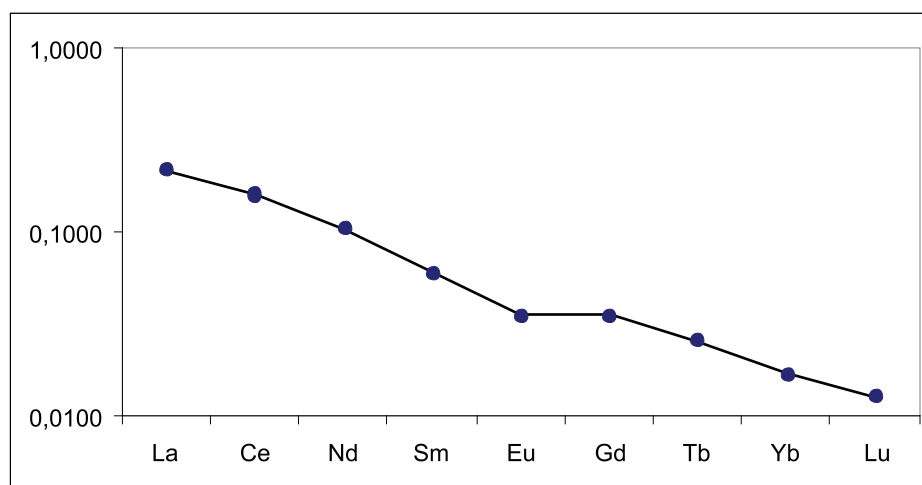
Результаты исследования. Березитовое золото-полиметаллическое месторождение расположено в восточной части Селенгино-Станового супертеррейна (междуречье Хайкта и Большой Ольдой). Залегаёт в южной краевой части Могочинского выступа и находится на пересечении субширотной Сергачинской и ССЗ Хайктинско-Лопчинской зон разломов [4]. Образование, месторождения увязывается с заключительным этапом формирования амуджиканского комплекса субщелочных гранитоидов [1], с которым ряд исследователей связывают становление месторождений Дарасунского рудного района (Дарасун, Теремки, Талатуй), контролируемых Дарасунско-Балейским глубинным разломом [5]. Рудная минерализация приурочена к грани-

тоидам и концентрируется в эксплозивных рудных телах дайкообразной и линзообразной формы мезозойского возраста, преимущественно ССЗ, реже СВ простирания. Распространёнными рудными минералами месторождения являются: галенит, сфалерит, пирит, пирротин, марказит. Второстепенные минералы – магнетит, халькопирит, арсенопирит, ильменит, самородное золото. Редко встречаются – станнин, шеелит, теннантит, молибденит, гематит, халькозин, самородный висмут, буланжерит, джемсонит, менегинит, сурьмянистый бурсаит-козалит, иорданит, червандонит, теллуриды Au, Ag, Ni, Bi.

Детальное исследование авторами руд и рудовмещающих метасоматитов Березитового золото-полиметаллического месторождения с применением оптической и рентгеновской аппаратуры высокого разрешения выявило в них редкоземельную минерализацию. Она представлена безводными фосфатами (монацит, ксенотим) и силикатом (алланит).

Редкоземельная минерализация отмечена в эксплозивных рудных телах: эксплуатируемой рудной зоны № 1 ССЗ простирания в вертикальном разрезе 200 м (карьер) и в перспективной зоне Фланговой СВ направления, расположенной в 800 м к юго-западу от первой: в дорудных грейзенах турмалин-гранат-биотит-анартитового, в гидротермалитах хлорит-карбонат-серицит-кварцевого составов по гранодиориту с ранней пиритовой минерализацией и среди гнездово-вкрапленных халькопирит-галенит-сфалеритовых руд.

В гранитоидах, вмещающих рудные тела, содержание РЗЭ находится на уровне средних содержаний для гранитов верхней части континентальной коры [3]. Диориты амуджиканского комплекса из зоны дробления с угловатыми обломками в цементирующей глинистой массе характеризуется низкими РЗЭ (на 3 порядка ниже, чем в гранитоидах), уменьшением содержания лантаноидов от лёгких к тяжёлым со слабо проявленным минимумом Eu.



Распределение редкоземельных элементов в диоритах амуджиканского комплекса. Нормирование по составу хондрита (среднее из двух). Нейтронно-активационный анализ выполнен в Институте геологии и минералогии СО РАН

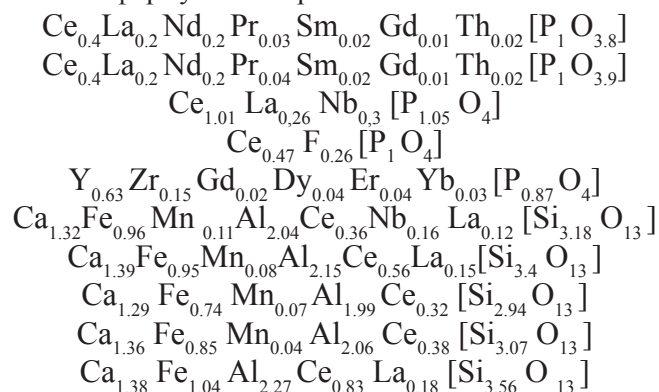
Состав минералов редких земель в рудах месторождения приведён в таблице, их формульные коэффициенты ниже. Анализы выполнены в ИГАБМ СО РАН на сканиру-

ющем электронном микроскопе JEOL JSM-6480LV со спектрометром фирмы OXFORD Н.В. Христофоровой.

Химический состав редкоземельных минералов Березитового месторождения в масс. %

Элементы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O	29,43	27,98	21,01	38,25	34,50	38,04	36,04	42,84	41,11	33,52
P	13,45	13,72	10,73	18,58	14,60	-	-	-	-	-
La	12,11	12,38	11,89	-	-	3,14	3,67	-	-	4,07
Ce	25,66	26,24	46,67	39,61	-	9,37	13,72	9,33	10,52	18,85
Pr	2,37	2,41	-	-	-	-	-	-	-	-
Nd	11,37	11,63	9,4	-	-	-	-	-	-	-
Sm	1,74	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-
Y	-	-	-	-	30,58	-	-	-	-	-
Gd	0,96	0,97	-	-	1,83	-	-	-	-	-
Dy	-	-	-	-	3,85	-	-	-	-	-
Er	-	-	-	-	3,82	-	-	-	-	-
Th	2,79	2,87	-	-	-	-	-	-	-	-
Yb	-	-	-	-	3,44	-	-	-	-	-
F	-	-	-	2,97	-	-	-	-	-	-
Zr	-	-	-	-	7,35	-	-	-	-	-
Ca	-	-	-	-	-	9,72	9,65	10,66	10,76	8,9
Al	-	-	-	-	-	10,08	10,07	11,07	11,01	9,86
Si	-	-	-	-	-	16,34	16,54	17,02	17,07	16,11
Fe	-	-	-	-	-	9,79	9,23	8,5	9,11	9,36
Mn	-	-	-	-	-	1,07	0,75	0,85	0,48	-
сумма	99,88	99,98	99,70	99,41	99,97	97,55	99,67	100,27	100,06	100,67

Кристаллографические формулы минералов



Мельчайшие выделения монацита и алланита отмечаются в метасоматите, тесно ассоциируя с пиритом, располагаясь в интерстициях между кристаллами пирита, а также среди мелкозернистого агрегата серицита, кварца, хлорита, карбоната. В гнездовых полиметаллических рудах зёрна монацита, алланита укрупняются до первых десятков микрон, появляются новообразования карбонатов, иногда ксенотима. В монаците и алланите наряду с господствующим церием чаще других отмечается лантан и неодим. Кроме того, монацит незначительно (< 3 масс. %) содержит празеодим, самарий, гадолиний, и актиноид торий. Присутствие фтора в монаците указывает

на его гидротермальное происхождение с участием высокотемпературного флюида. Ряд исследователей [10] считают весь немагматический монацит гидротермальным, поэтому идентификация его структурных и геохимических особенностей является дополнительным критерием генетической характеристики рудных месторождений. Ксенотим, помимо, иттрия и циркония включает гадолиний и тяжёлые лантаноиды – диспрозий, эрбий, иттербий. Алланит зафиксирован в прожилково-вкрапленных халькопирит-галенит-сфалерит-кварцевых рудах, образует различно ориентированные микропрожилки смоляно-чёрного цвета. Он значительно обогащён церием, меньше

лантаном и его появление характерно, вероятно, в существенно щелочной среде гидротермальных образований.

Редкоземельная минерализация золото-сульфидного месторождения Дарасун, формирование которого тесно связано с аналогичным магматическим комплексом, при переходе от магматических пород к продуктивным золотоносным ассоциациям, также незначительно понижается, однако отмечено увеличение степени преобладания тяжёлых РЗЭ над лёгкими, что связано с увеличением доли экзогенных вод во флюиде [5]. На Наталкинском золото-кварцевом месторождении, залегающем в вулканогенно-осадочной толще, РЗЭ представлены лёгкими лантаноидами с незначительной отрицательной аномалией Eu, аналогично Березитовому. Основной минерал-носитель РЗЭ в нём – куларит (серый монацит), предположительно аутигенного происхождения, отмечен в гидротермально изменённых осадочных породах [9].

Выводы

В результате исследований выяснилось, что основными минералами-носителями РЗЭ на Березитовом месторождении являются алланит, монацит и ксенотим. Они имеют, вероятно, гидротермальное происхождение. Исходные компоненты РЗЭ на месторождении в повышенных концентрациях содержатся в гранитоидах, которые при последующих метасоматических процессах образуют собственные минералы в метасоматитах и участвуют в гидротермальном процессе рудообразования, образуя микропарагенезисы в сульфидах. Не исключена роль дополнительных источников редкоземельных элементов – высокотемпературных флюидов циркулирующих в тектонических разломах глубинного заложения, генераторами которых могут быть как коровые, так и мантийные магматические очаги.

Приведённые данные показывают, что редкоземельная минерализация проявлена на Березитовом золото-полиметаллическом, Дарасунском золото-сульфидном, Наталкинском золото-кварцевом месторождениях, локализующихся в магматических

(первые) и вулканогенно-осадочных (последнее) породах. Идентификация морфологических и геохимических особенностей гидротермальных редкоземельных минералов по типам золоторудных месторождений, в которых они установлены, может стать определяющим фактором гидротермального генезиса оруденения.

Список литературы

1. Берзина А.П., Сотников В.И. Магматические центры с Cu-Мо-порфировым оруденением Центрально-Азиатского подвижного пояса (на примере Сибири и Монголии) // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40 (II). – С. 1605-1618.
2. Вах А.С., В.А. Степанов, О.В. Авченко. Березитовое золото-полиметаллическое месторождение: геологическое строение и состав руд // Руды и металлы. – 2008. № 6 – С. 44-55.
3. Вах А.С., Авченко О.В., Карабцов А.А. Редкоземельная минерализация в рудоносных породах Березитового золото-полиметаллического месторождения (юго-восточное обрамление Северо-Азиатского кратона) // Геология, тектоника и металлогения Северо-Азиатского кратона. Материалы всероссийской научной конференции, 27-30 сентября, 2011 г. Якутск» Якутск. – 2011. Т 2. – С. 35-39.
4. Минерально-сырьевая база Амурской области на рубеже веков / Комитет природных ресурсов Амурской области [отв. ред. И.А. Васильев]. Благовещенск.: Изд-во «Зея». 2000. – 168 с.
5. Прокофьев В.Ю., Бортников Н.С., Зорина Л.Д., Куликова З.И., Матель Н.Л., Колпакова Н.Н., Ильина Г.Ф. Генетические особенности золото-сульфидного месторождения Дарасун (Восточное Забайкалье, Россия) // Геология рудных месторождений. – 2000. Т. 42, № 6. – С. 526-548.
6. Роголина Л.И., Молчанова Г.Б. Благороднометальная и никелевая теллуридная минерализация Березитового золоторудного поля (Верхнее Приамурье, Россия) // Зап. РМО. – 2011. №1 – С 90-100.
7. Роголина Л.И., Анисимова Г.С., Воропаева Е.Н. Микропарагенезисы теллуридов висмута, серебра и золота Березитового золоторудного месторождения (Верхнее Приамурье) // Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии (Юшкинские чтения-2013). «Минералогический семинар с международным участием 19-22 мая 2013». Сыктывкар. – 2013. – С. 111-113.
8. Сорокин А.А., Мельников А.В., Пономарчук В.А., Травин А.В., Сорокин А.П. Возраст и связь с магматизмом золото-полиметаллического месторождения Березитовое западной части Селенго-Станового супертеррейна // Доклады РАН. 2008. – Т. 421, №1. – С. 86-89.
9. Тюкова Е.Е., Михалицына, Т.И. Викентьева О.В. Редкоземельная минерализация Наталкинское золото-кварцевого месторождения (Магаданская область) // Геохимия и рудообразование радиоактивных, благородных и редких металлов в эндогенных и экзогенных процессах. «Материалы Всероссийской конференции с иностранным участием к 50-летию Сибирского отделения РАН 16-18 апреля 2007г.». Улан-Удэ: Изд-во Бурятского научного центра СО РАН. – 2007. – С. 168-171.
10. Schandl E.S., Gorton M.P. A textural and geochemical guide to the identification of hydrothermal monazite criteria for selection of dating epigenetic hydrothermal ore deposits // Economic Geology. – 2004. Vol. 99, № 5. – P. 1027-1035.