

танталитам - от 60 до 90%. В этом существенное отличие от бытующих интервалов для этих видов ряда колумбит-танталит.

Опубликованные ранее данные по минералам тантала заслуживают дальнейшего уточнения со стороны терминологической. Специальные работы по систематике [ I-3 ] и геохимические сопоставления минералов способствуют упорядочению терминов. Отметим, что в настоящее время разные группы минералов включают родственно звучащие наименования. Это показано на рис. 5. В ближайшее время предстоит соединить терминологические данные по минералам тантала в единую систему с указанием синонимов, запретов и других необходимых отношений на основе пополняемого и корректируемого банка данных. Основой же банка должны стать количественные показатели - величины содержаний в минералах тантала, ниобия и других элементов. То есть следует продолжить, вооружить точными методами и распространить на весь объект ту систематизацию, которая проводилась для отдельных групп минералов тантала [ I и др. ].

Авторы неоднократно пользовались консультациями М.В.Кузьменко и В.Г.Фекличева, которым выражают глубокую благодарность.

#### Литература

1. Кузьменко М.В. Вопросы систематики и типохимизм группы пироклора // Типохимизм минералов гранитных пегматитов. М.: ИМГРЭ, 1984. С. 5-32.
2. Кузьменко М.В., Еськова Е.М. Тантал и ниобий: Генетические типы месторождений и геохимия. М.: Наука, 1968. 341 с.
3. Солодов Н.А., Капустин Ю.Л., Бурков В.В. и др. Основы прогнозирования, поисков и перспективной оценки месторождений тантала и ниобия. М.: Недра, 1983. 246 с.

УДК 549,647.2(571.52)

Ю.Л.Капустин

#### ПОЛЛУЦИТ ИЗ ПЕГМАТИТОВ САНГИЛЕНА

Поллуцит - относительно редкий минерал. Он встречается только в редко-металльных пегматитах с литиевой и ниобо-танталовой минерализацией, образуя скопления в центральных частях крупных пегматитовых тел с развитой зональностью. В Туве поллуцит до сих пор не описывался.

На территории нагорья Сангилен в Юго-Восточной Туве известны многочисленные пегматитовые поля. Это нагорье сложено преимущественно докембрийскими осадочно-метаморфическими образованиями, в стратиграфическом разрезе которых четко выделяются два разнородных структурно-литологических комплекса: 1) древнедокембрийский гранито-гнейсовый и 2) верхнедокембрийско-нижнекембрийский песчано-сланцево-карбонатный [ I ]. Гнейсовый комплекс метаморфизован в условиях амфиболитовой фации, неравномерно гранитизирован и содержит интрузии разнообразных гранитов, диоритов, габбро-диоритов. Верхний комплекс представлен песчаниками, кварц-серицитовыми, альбит-актинолитовыми, карбонатно-тремолитовыми и кварц-биотитовыми сланцами, песчаниками и мраморами, метаморфизованными в условиях зеленосланцевой фации.

Гранитные пегматиты известны практически на всей территории Сангилена и представлены шестью основными типами: 1) незональными и слабо зональными мусковит-биотитовыми ортотектитам с гранатом, ортитом, магнетитом, сфеном; 2) зональными и слабо зональными мусковитовыми пегматитами с редкими гранатом, магнетитом, шерлом; 3) зональными пегматитами с роговой обманкой, биотитом, магнетитом; 4) слабо зональными пегматитами с пироксеном и редкоземельной минерализацией; 5) амазонитовыми зональными пегматитами с турмалином, тантало-ниобатами, цирконом, редкими алюмофторидами и 6) редкометальными пегматитами с тантало-ниобатами, минералами лития, турмалином и касситеритом.

В распределении различных типов пегматитов по площади района нами установлена устойчивая закономерность. Ортотектиты развиты на окраинах Сангилена и залегают исключительно среди гнейсов и гранитизированных пород нижнего структурного комплекса. Они известны в окрестностях поселков Эрзин, Нарын и Морен, а также встречены нами в верховьях р. Эми и представлены линейными жилами мощностью до 6 м и их сериями протяженностью до 70 м. Эти тела обычно незональны, но весьма крупнозернисты и бедны редкометальными минералами.

Мусковитовые пегматиты встречаются часто, но преимущественно в виде единичных жил. Лишь в бассейне р. Морен они образуют серии сближенных крупных жил. Эти пегматиты также залегают только среди гнейсов нижнего структурного комплекса и представлены пластовыми или секущими жилами и линзовидными телами мощностью до 50 м и протяженностью до 120 м. Пегматиты бедны редкометальными минералами и лишь местами содержат вкрапленность мелких кристаллов шерла, апатита, циркона и ортита.

Биотит-роговообманковые пегматиты встречены нами в разных частях Сангилена (в верховьях рек Усюк, Тарбагатай, Баян-кол, Эми и Улин-хан), среди роговообманковых плагиогнейсов нижнего комплекса. Все жилы таких пегматитов четко зональны и имеют кварцевое ядро мощностью до 1/3 общей мощности тел пегматитов. Пегматиты содержат лишь редкую вкрапленность магнетита, ортита, апатита и сфена или ильменита.

Пироксеновые пегматиты с обильным ортитом и фосфатами редкоземельных элементов встречены нами в верховьях рек Чахыртой и Эми среди гранито-гнейсов. Они образуют тела мощностью до 50 м. В этих пегматитах встречаются частые участки альбитизации и гнезда сахаровидного альбита с обильной вкрапленностью циркона и редкими кристаллами литиевого мусковита.

Амазонитовые пегматиты весьма редки и известны в виде единичных крупных тел в бассейне р. Баян-кол (около 35 м мощностью) или в виде серий маломощных (до 2 м) линейных жил в верховьях рек Улан-Эрге, Оруктыг и Малый Пучук. Они залегают как среди гнейсов, так и среди мраморов и содержат бедную, но разнообразную редкометальную минерализацию. В них встречены циркон, сфен, апатит, ильменорутит, тантало-ниобаты [2] и редкоземельные минералы, местами циннвальдит, литиевый мусковит и криолит (в бассейне р. Баян-кол).

Наибольший интерес представляют редкометальные пегматиты. В отличие от пегматитов предыдущих типов они залегают исключительно среди слабо метаморфизованных пород верхнего литоструктурного комплекса - известняков, сланцев и кварцитов. Редкометальные пегматиты образуют поля площадью от 0,1x0,3 до 2x2,5 км, а также одиночные жилы в бассейне рек Сольбельдер, Кара-Адыр, Дзос, Эми и к югу от оз. Дахунур. Пегматиты этого типа образуют пластинообразные тела с крутым падением и мощностью 0,1-2 м. Отдельные жилы достигают мощности 7-8 м при протяженности до 120 м.

Редкометальные пегматиты имеют различное строение. Большая часть среди них четко зональна, но часто встречается незональные или слабо зональные

Химический состав и свойства поллуцита

Компоненты	1		2		3	
	мас. %	атомн. кол-во	мас. %	атомн. кол-во	мас. %	атомн. кол-во
SiO <sub>2</sub>	44,33	0,7388	43,31	0,7218	43,20	0,7200
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,87	0,3504	17,88	0,3505	17,42	0,3514
Na <sub>2</sub> O	2,96	0,0986	1,44	0,0480	2,75	0,0890
K <sub>2</sub> O	0,75	0,0159	1,32	0,0280	0,60	0,0127
Cs <sub>2</sub> O	30,80	0,2187	32,42	0,2374	31,44	0,2332
Rb <sub>2</sub> O	0,52	0,0006	1,36	0,0145	1,90	0,0203
Li <sub>2</sub> O	0,40	0,0207	0,21	0,0140	0,11	0,0073
H <sub>2</sub> O	1,81	0,2011	2,50	0,2778	2,64	0,2933
Сумма	99,44		99,74		100,36	
Плотность, г/см <sup>3</sup>	2,93		2,92		2,90	
N	1,528		1,524		1,520	
a <sub>0</sub> , Å	13,70		13,73		13,74	

Примечание. Образцы из Тувы проанализированы в химической лаборатории ИМГРЭ (аналитики Г.В.Любомилова и Т.А.Капитонова); ан. 1 - поллуцит из центра крупного выделения; ан. 2 и 3 - из его периферической части; ан. 4 - из участков мелкой вкрапленности в пегматите; ан. 5-8 - поллуцит из пегматитов СССР по [3-5]; ан. 9 - поллуцит из пегматитов Берник Лейк (Канада) [6]; ан. 10 - из пегматитов Луоламяки (Финляндия) [7].

тела. Большинство пегматитов сложено гигантокристаллическим агрегатом микрочина, альбита, кварца с постоянной примесью в краевых зонах мусковита и кристаллами литиевых минералов. Пегматиты при отсутствии зональности мелкозернистые и сложены массой кварца и сахаровидного альбита, в которой рассеяны кристаллы минералов лития, тантало-ниобатов, граната, рубеллита и апатита.

В зональных телах редкометальных пегматитов в центре содержатся крупные (до 1 м в поперечнике) гнезда серого кварца или скопления чешуйчатых масс лепидолита, рубеллита, кварца и крупных шестоватых кристаллов полихромного турмалина. В наиболее крупных жилах встречаются скопления и прожилки сахаровидного альбита с вкрапленностью граната, турмалина и тантало-ниобатов. В одном из пегматитовых тел встречены также короткие кварцевые жилы с кристаллами турмалина, касситерита и мусковита.

Поллуцит обнаружен в этих пегматитах в 60-х годах в виде скоплений и гнезд в одном из пегматитовых тел бассейна р.Сольбельдер. Тело четко зональное и на 2/3 сложено гигантокристаллическим агрегатом альбита, квар-

4		5	6	7	8	9	10
мас. %	атомн. кол-во	мас. %					
43,87	0,7311	46,92	47,92	44,89	48,08	44,70	45,60
17,92	0,3514	17,27	16,71	16,29	17,20	14,09	17,60
3,04	0,0980	1,27	3,15	1,76	3,10	1,74	1,65
1,20	0,0254	-	-	0,33	1,00	0,06	0,01
29,80	0,2113	30,80	27,20	33,13	26,61	36,20	32,43
2,12	0,0251	0,85	-	0,64	-	1,00	0,73
0,21	0,0150	-	-	-	-	0,05	0,01
1,62	0,1800	1,55	2,55	2,87	2,79	1,44	1,91
99,78		99,39	99,53	99,97	99,59	99,28	100,39
2,90		-	-	-	-	-	-
1,529		-	-	-	-	-	-
13,73		-	-	-	-	-	-

Формулы проанализированных образцов:

1.  $(\text{Cs}_{1,20}\text{Na}_{0,54}\text{K}_{0,08}\text{Li}_{0,06})_{1,94}\text{Al}_{1,92}\text{Si}_{4,00}\text{O}_{11,86}\cdot 0,56\text{H}_2\text{O}$ ;
2.  $(\text{Cs}_{1,32}\text{Na}_{0,26}\text{K}_{0,16}\text{Rb}_{0,08}\text{Li}_{0,08})_{1,94}\text{Al}_{1,94}\text{Si}_{4,00}\text{O}_{11,88}\cdot 0,80\text{H}_2\text{O}$ ;
3.  $(\text{Cs}_{1,24}\text{Na}_{0,50}\text{K}_{0,08}\text{Rb}_{0,12}\text{Li}_{0,04})_{1,98}\text{Al}_{1,96}\text{Si}_{4,00}\text{O}_{11,92}\cdot 0,82\text{H}_2\text{O}$ ;
4.  $(\text{Cs}_{1,18}\text{Na}_{0,56}\text{K}_{0,10}\text{Rb}_{0,10}\text{Li}_{0,08})_{2,02}\text{Al}_{1,94}\text{Si}_{4,00}\text{O}_{11,92}\cdot 0,50\text{H}_2\text{O}$ .

ца, мусковита и минералов лития; в центре тела содержатся гнезда кварца, вокруг которых развиты скопления лепидолита, полихромного турмалина, кварца и альбита. В гнездах и встречены сплошные массивные выделения поллуцита размером до 20x20x30 см. В крупных выделениях поллуцит чист, белого цвета и в периферических частях содержит рассеянную вкрапленность дравита, кварца, лепидолита и альбита. Он полупрозрачен в зернах и прозрачен в тонких осколках, но постоянно замутнен обильными газовой-жидкими включениями.

Кроме гнезд, в зональном пегматитовом теле нами обнаружена редкая мелкая вкрапленность зерен поллуцита и в незональных пегматитовых телах. В них поллуцит образует мелкие (<2 мм) изометричные или ксеноморфные бесцветные или полупрозрачные выделения в промежутках между кристаллами альбита. Макроскопически обнаружить мелковкрапленный поллуцит чрезвычайно трудно, и нами он был обнаружен первоначально лишь в одной пегматитовой жиле, где был слабо окрашен в розовый цвет. Обнаружение поллуцита под микроскопом затруднительно из-за частого выкрашивания его хрупких и трещиноватых зерен при изготовлении прозрачных шлифов и обычной близости его по-

казателя преломления к показателю преломления канадского бальзама. Вполне возможно, что мелкокрапленный поллуцит распространен в рассматриваемых пегматитах значительно шире, чем это представляется сейчас, но его диагностика затруднительна. Для него  $N = 1,527-1,537$  (свыше 40 замеров).

Нами детально изучен поллуцит из центра и периферических частей крупных гнезд, а также из мелкозернистых мусковит-кварцевых прожилков, пересекающих альбитовый агрегат и скопления лепидолита. Изучался также мелкокрапленный поллуцит, но из-за крайней сложности выделения он проанализирован только из одного пегматитового тела.

Все проанализированные образцы поллуцита оказались чрезвычайно близкими по свойствам и составу. Наиболее ранний мелкокрапленный поллуцит и поллуцит из центра крупных гнезд наиболее близки по составу и содержат около 30%  $Cs_2O$ , около 3%  $Na_2O$  при пониженном количестве  $H_2O$  (см. таблицу). Более поздний фарфоровидный поллуцит из периферической зоны крупных гнезд и из мусковито-кварцевых прожилков содержит более 2,5%  $H_2O$  и около 32%  $Cs_2O$ . Распределение прочих щелочных металлов в минерале меняется незначительно.

Результаты всех химических анализов изученных образцов поллуцита хорошо рассчитываются на его типовую формулу  $Cs_2Al_2(Si_2O_6)_2 \cdot 0,5-1,0 H_2O$ . Как известно, поллуцит принадлежит к кубической сингонии, пространственной группе  $O_h - Ia\bar{3}d$  с  $z = 16$ . Соотношение в минерале основных групп компонентов выдержано, и лишь Cs в относительно узких пределах замещается на Na, K, Rb и Li, причем количество Na всегда существенно, что объясняется изоструктурностью поллуцита с анальцимом (для поллуцита  $a_0 = 13,7 \text{ \AA}$ , для анальцима  $a_0 = 13,66 \text{ \AA}$ ).

Физические свойства поллуцита также меняются в узких пределах. Его плотность и показатель преломления понижаются у поздних разновидностей, обогащенных водой, а параметр  $a_0$  при этом слабо возрастает (см. таблицу).

Находка поллуцита в пегматитах Сангилена подтверждает ранее известную геохимическую закономерность: Cs концентрируется в редкометальных литиеносных пегматитах и поллуцит в них образуется на поздних стадиях развития, после основных минералов лития - вместе с полихромным турмалином или дравитом. Сравнение тувинского поллуцита с поллуцитом из пегматитов других регионов показало большую выдержанность свойств и состава этого минерала. Возможно, что мелкокрапленный поллуцит распространен в тувинских пегматитах шире, но диагностировать его затруднительно.

В рассмотренных пегматитах поллуцит совершенно свежий и обнаружен в неизменном виде в образцах пегматитов, взятых из коренных выходов их на поверхности. В этих образцах зерна поллуцита с поверхности покрыты тонким (до 1 мм) налетом смеси глинистых продуктов. Практически не изменены и прочие первичные минералы пегматитов, не исключая и фосфатов лития. Лишь в одном пегматитовом поле в бассейне р. Качик эти фосфаты окислены нацело и превращены в гетерозит. Чрезвычайно слабое проявление гипергенных процессов объясняется нахождением пегматитов в горных условиях, в зоне холодного климата. Возможно, имевшиеся здесь продукты выветривания были в четвертичное время уничтожены ледниковой абразией и интенсивной горной эрозией. Поэтому пегматиты в коренных выходах имеют совершенно свежий вид, хорошо обнажены и сохранили первичный минеральный состав.

#### Литература

1. Капустин Ю.Л. О двух разнородных литоструктурных комплексах Сангилена (Юго-Восточная Тува) // Сов. геология. 1977. № 4. С. 44.
2. Капустин Ю.Л. Находка акцессорного мангано-тантало-колумбита в амазо-

- нитовых пегматитах // Новые данные о минералах СССР. М., 1976. Вып. 25. С. 158-165.
3. Власов К.А., Кузьменко М.В., Еськова Е.М. и др. Геохимия, минералогия и генетические типы месторождений редких элементов. М.: Наука, 1965. Т. I. Минералогия редких элементов. 550 с.
  4. Фельдман Л.Г., Плескова М.А. К вопросу о химизме поллуцита // Новые данные о минералах СССР, 1978. Вып. 26. С. 144-160.
  5. Гунзбург А.И. Поллуцит в пегматитах Калбинского хребта (Восточный Казахстан) // Докл. АН СССР. 1946. Т. 52, № 4. С. II24-II27.
  6. Nickel E.H. The chemical composition and physical properties of pollucite from Bernik Lake, Manitoba // Canad. Dep. Mines and Techn. Surv., Miner. Sci. Dif., Test. Rep. 1960. N 60-14. P. 88-96.
  7. Neuvonen K.J., Vesasalo A. Pollucite from Luolamaki, Somero, Finland // Bull. Comm. Geol. Finl. 1960. N 188. P. 71-79.

УДК 549.5

Ю.Л.Капустин

#### РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЙ ПИРОХЛОР ИЗ АГПАИТОВЫХ ПЕГМАТИТОВ ХИБИНСКОГО МАССИВА

Минералы группы пирохлора широко распространены в щелочных породах, но обычно встречаются в образованиях, генетически связанных с миаскитовыми нефелиновыми сиенитами, а в агпаитовых нефелиносиенитовых интрузиях они редки. Для агпаитовых пород более характерно присутствие разнообразных щелочных титано- и цирконосиликатов со значительной примесью ниобия, а собственно ниобаты встречаются в ничтожных количествах.

Во всех типах нефелиносиенитовых массивов минералы группы пирохлора преимущественно концентрируются в участках альбитизации и в альбититах, обычно развивающихся в краевых зонах таких массивов, как среди самих нефелиновых сиенитов, так и среди окружающих фенитов. Локальные скопления пирохлора встречаются в пегматитах и карбонатных жилах. В Хибинском массиве пирохлор был описан ранее в качестве редкого акцессорного минерала [1,2].

Нами пирохлор в Хибинском массиве обнаружен в типичных агпаитовых нефелиносиенитовых пегматитах ущелья Ферсмана. Здесь серии многочисленных крупных линейных пегматитовых жил мощностью до 7 м залегают среди нефелиновых сиенитов. Пегматитовые жилы обычно симметрично-зональные. Их периферические части (до 10 см) мелкозернистые и обогащены эгирином (20-40%), а также содержат неравномерную примесь эвдиалита, астрофиллита, иногда энигматита, ильменита и сфена. Далее к центру жил располагаются симметричные зоны крупно- или гигантокристаллического пегматита (мощностью 0,2-2 м), состоящего из блоковых кристаллов зеленого или желтоватого микроклина (30-60%), нефелина (15-30%) и эгирина (20-30%) с размерами кристаллов до 20 см в поперечнике или до 20 см в длину (эгирина). В этой зоне неравномерно распределены также столь же крупные кристаллы энигматита, или астрофиллита и эвдиалита (в сумме до 20%).

Центральные части пегматитовых тел имеют наиболее сложное строение и состав. Они маломощны (до 1/4 мощности) в небольших пегматитовых телах, но в крупных жилах достигают 1-2 м. К центральным частям пегматитовых тел приурочены скопления крупных кристаллов эгирина, желтоватого микроклин-