

Ю. Л. КАПУСТИН

О НАХОДКЕ АКЦЕССОРНОГО ЛОПАРИТА В НЕФЕЛИНСИЕНИТОВЫХ МАССИВАХ ТУВЫ

Лопарит — относительно редкий минерал, хотя в отдельных случаях и образует скопления. В Сибири известны всего две находки лопарита в нефелиновых сиенитах: в Северном Прибайкалье и на Дальнем Востоке. Нами акцессорный лопарит обнаружен в Туве. В этом регионе щелочной магматизм проявлен довольно широко, причем исключительно в его восточной части. Здесь десятки отдельных нефелинсиенитовых и щелочносиенитовых массивов располагаются в пределах древних докембрийских блоков (архей или нижний протерозой), перекрытых венд-кембрийскими терригенно-карбонатными отложениями.

Щелочные массивы в Восточной Туве имеют небольшие размеры (преимущественно 2—10 км², в единичных случаях до 40 км²) и представляют собой крутые овальные штоки (Коргередаба, Тоскул, Пичехоль, Дугду) или системы протяженных (до 10—15 км) линейных жил (междуречье Баянкол-Эрзин). Большинство этих массивов окружено мощными (до 2 км) полями фенитизации. Из всех известных здесь в настоящее время массивов только четыре (Коргередаба, Улан-Эрге, Пичехоль и Дугду) содержат пегматиты и пневматолито-гидротермальные образования [1]. В них и был обнаружен лопарит.

Пегматиты в перечисленных массивах развиты в различной степени. Наиболее многочисленны они в Пичехоле, где нами встречены десятки пегматитовых жил. Однако в Пичехоле и Улан-Эрге подавляющее большинство пегматитов имеют простое строение, незональны, сложены гигантокристаллическим агрегатом микроклина, нефелина и пироксена или биотита, с редкими альбитизированными участками и почти не содержат редкометалльной минерализации. В них присутствуют обычные типоморфные минералы миаскитов — биотит или эгирин-авгит, гастингсит, канкринит, флюорит и акцессорные — циркон, ильменит, магнетит, сфен, ортит, пирохлор и апатит. В массивах Коргередаба и Дугду встречены четко зональные пегматитовые жилы с типичными агпаитовыми пороодообразующими минералами: эгирином, арфведсонитом, содалитом, астрофиллитом и акцессорными — эвдиалитом, катаплеитом, ловенитом, лейкофаном, рамзаитом, ринколитом. Редкометалльная минерализация в них более обильна и разнообразна, особенно в пегматитах.

Поблизости от пегматитового поля в этом массиве в сланцах развиты и метасоматические пневматолито-гидротермальные образования, приуроченные к крутым секущим зонам мелких смещений, интенсивной трещиноватости и дробления. Пневматолито-гидротермальные образования представлены линейными жилами и зонами развития эгирин-биотитовых, нефелин-полевошпатовых, биотит-альбитовых, флюоритовых, эгирин-флюоритовых и других пород, альбититов, кальцитовых и альбит-кальцитовых жил с акцессорными титано- и цирконосиликатами, ниобатами, ильменитом, апатитом и минералами TR. Особенно часто эти минералы встречаются в меланократовых жилах, богатых эгирином, лепидомеланом и флюоритом. В них обнаружены также энigmatит, гетценит, астрофиллит, арфведсонит и акцессорные ринколит, эвдиалит, велерит, минералы группы бритолита.

Во всех случаях четко выдерживается закономерность: с появлением типичных агпаитовых пороодообразующих минералов — эгирина, арфведсонита, астрофиллита — резко возрастает общее количество акцессорных минералов Ti, Nb, Zr и увеличивается содержание этих элементов в породах любого типа. В них же появляется и акцессорный лопарит.

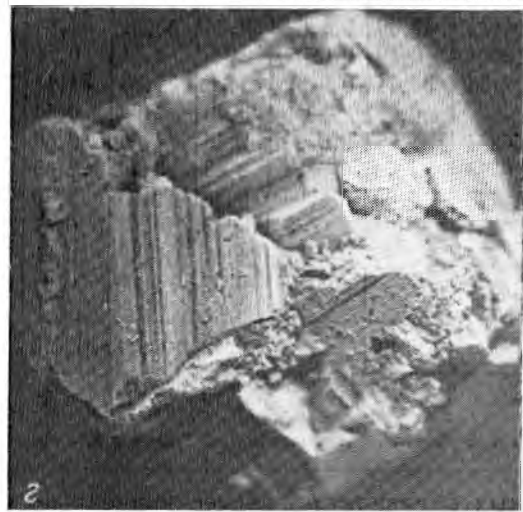
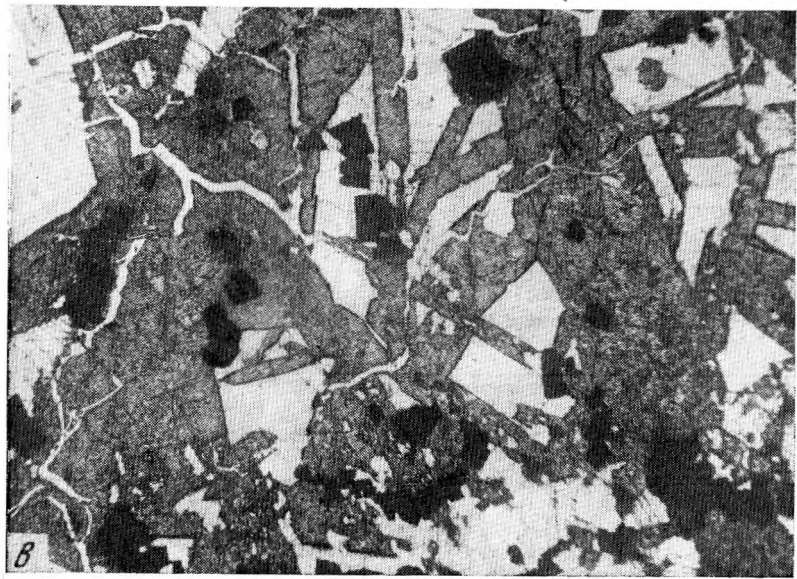
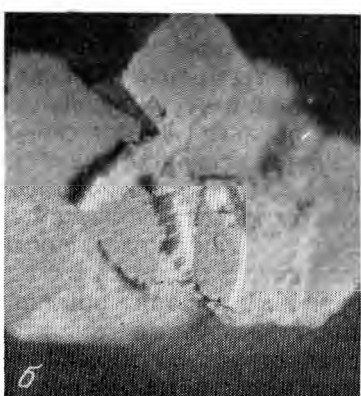
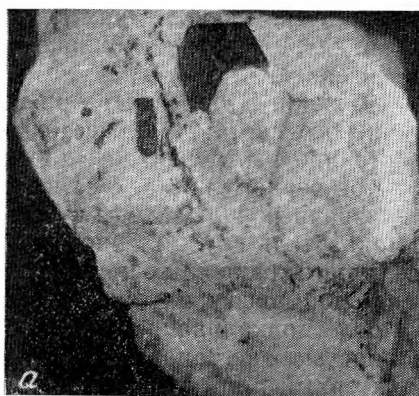
В пегматитах лопарит встречен в массивах Коргеретаба и Дугду. В обоих случаях пегматиты представлены зональными жилами с акцессорной редкометальной минерализацией и широким развитием многостадийных поздних процессов — альбитизации, цеолитизации, иногда — содалитизации и флюоритизации. В жилах содержатся агпаитовые минералы и установлен ряд последовательных минеральных ассоциаций. Лопарит не обнаружен в ранних ассоциациях и во всех случаях появляется на завершающей стадии пегматитового процесса. Для ранних ассоциаций типичны астрофиллит и акцессорные силикаты TR, Ti и Zr (эвдиалит или гиортдалит, бритолит, ринколит, спенсит). Затем появляются анальцит, содалит, акцессорные минералы — гентгельвин, катаплеит, бритолитоподобные водные силикаты TR [1, 2]. В альбитизированных участках катаплеит замещается цирконом, появляются акцессорные бетафит, гейландит, апофиллит и ловенит. На последующей стадии в отдельных участках пегматитов образуются гнезда натролита и участки натролитизации. В них встречаются скопления анальцита, флюорита, позднего катаплеита 2-й генерации, иногда (Коргеретаба) — крупные (до 7 см) призматические кристаллы рамзаита и нептунита и сростки этих двух минералов. Здесь же присутствуют акцессорные циркон, лейкофан, циркофиллит, полилититонит, апатит, розенбушит и ильменит.

Акцессорный лопарит встречен и в альбитизированных участках пегматитов и в скоплениях нептунита среди агрегатов натролита в ничтожных количествах. Лопарит в них является редчайшим минералом и его количество значительно меньше 0,01% в породе. Лопарит ассоциирует с арфведсонитом, ильменитом и цирконом в альбитизированной породе и образует отдельные, хорошо ограненные кристаллы размером до 2 мм (рис. 1, а). Они обычно однородны, чисты и в периферических частях иногда содержат редкие вроски игл арфведсонита или лейст альбита. Иногда кристаллы лопарита нарастают на поверхности кристаллических скоплений циркона, обрастая его кристаллы (рис. 1, б).

В скоплениях нептунита и рамзаита лопарит образует зернистые агрегаты (до 1 см) или сростки мелких кубических кристаллов (1—2 мм), обычно сдвойникованных по флюоритовому закону. Они нарастают на крупных блоках микролина или на пластинах катаплеита и нарастающая поверхность кристаллов лопарита покрыта грубой индукционной скульптурой (рис. 1, в). Реже одиночные хорошо образованные кубические кристаллы лопарита размером до 1 мм образуют вкрапленность в массе натролита, эгирина и катаплеита (рис. 1, г).

В скоплениях рамзаита и нептунита лопарит обычно встречается в центральных частях и обрастает крупными выделениями этих силикатов. Кристаллы лопарита в них сохраняют четкий идиоморфизм, но с поверхности покрыты порошковатым налетом серого анатаза. Встречаются и полные псевдоморфозы анатаза по лопариту, сохраняющие первичную кубическую форму.

В лепидомелан-эгириновых метасоматитах Дугду, развивавшихся по биотитовым песчанистым сланцам, акцессорный лопарит встречен в виде редких одиночных кристаллов размером до 2 мм, образующих спорадическую неравномерную вкрапленность. Иногда лопарит присутствует в скоплениях зерен энигматита или апатита и флюорита. В этих породах лопарит обычно представлен плохо образованными или корродированными с поверхности кристаллами, часто — с резкой индукционной скульптурой и вросками игл силикатов и зерен флюорита. Единичные



- а* — хорошо оgranенный кубический кристалл лопарита (черное) в альбитизированном пегматите, штуф, Коргередаба, увел. 4;
- б* — сrostки кубических кристаллов лопарита с цирконом, Дугду, увел. 8;
- в* — вкрапленность кристаллов лопарита (черное) в натролитизированном участке пегматита; серые шестоватые кристаллы згирина, Коргередаба, прозрачный шлиф, без анализатора увел. 12;
- г* — индукционная штриховка на гранях кристаллов лопарита, нарощих на микроклине; Коргередаба, увел. 20

Морфология кристаллов лопарита

кристаллы лопарита обнаружены в периферических зонах измененных линз известняков, превращенных в кальцифиры с обильной примесью апатита, тремолита, диоксида и мизерита.

Свойства лопарита из разных пород близки. В пегматитах он постоянно темно-красного или красно-коричневого цвета; в шлифе он ярко-красного цвета, прозрачен, чист и постоянно изотропен; без видимого двойникования. Лопарит из метасоматитов черного цвета, с более сильным полуметаллическим блеском, в прозрачных шлифах — бурого цвета, просвечивает, также изотропный. Показатель преломления лопарита слабо меняется (от 2,2 до 2,3) у более темноокрашенных кристаллов он выше. Первичный лопарит обычно рентгеноаморфен или же его дебаеграмма имеет диффузный характер. После прокаливания до 900° кристаллическая структура минерала полностью восстанавливается, и его дебаеграмма имеет обычный вид, характерный для лопарита из других массивов.

Состав лопарита из Тувы варьирует и характеризуется постоянным высоким содержанием TR_2O_3 при относительно небольшом содержании Nb_2O_5 (таблица) Тувинский лопарит имеет состав, промежуточный по содержанию Nb_2O_5 между лопаритом из Кольского массива и из Прибайкалья. Проанализированные образцы тувинского лопарита характеризуются чистотой, лишь в первом из них (см. таблицу) отмечена примесь Si и Al, обусловленная наличием в минерале микровключений натролита и альбита. По сравнению с кольским лопаритом в тувинском минерале резко понижено содержание Ta_2O_5 и отношение Nb_2O_5/Ta_2O_5 составляет около 55.

Химический состав лопарита

Компоненты	Коргередаба				Дугду		Прибайкалье [4]		Кольский п-ов [3]	
	1		2		3		4	5	6	7
	вес. %	атомн. кол-во	вес. %	атомн. кол-во	вес. %	атомн. кол-во	вес. %			
Nb_2O_5	5,56	0,0425	6,40	0,0481	6,90	0,0519	3,49	3,27	9,38	10,82
Ta_2O_5	0,41	0,0005	0,12	0,0006	0,12	0,0006	0,46	0,10	0,72	0,66
SiO_2	2,32	—	Не обн.	—	0,16	—	8,18	1,90	0,44	0,27
TiO_2	38,60	0,4825	41,30	0,5162	42,30	0,5262	39,28	45,35	39,88	39,24
ThO_2	—	—	0,14	0,0005	0,19	0,0007	3,00	1,44	0,74	0,67
TR_2O_3	33,60	0,2038	35,28	0,2138	35,71	0,2165	31,28	33,38	31,18	32,30
Al_2O_3	1,75	—	Не обн.	—	0,05	—	0,60	1,63	0,14	Н. о.
Fe_2O_3	2,64	0,0330	1,89	0,0234	1,60	0,0200	2,46	1,85	0,40	0,06
CaO^*	4,00	0,0714	4,35	0,0778	3,76	0,0671	2,68	3,70	8,38	5,88
Na_2O	8,22	0,2652	8,60	0,2778	9,00	0,2903	6,36	2,95	8,50	9,06
K_2O	0,57	0,0121	0,71	0,0151	0,23	0,0048	0,54	0,95	0,17	0,76
H_2O	2,27	0,2522	1,00	0,1010	—	—	1,10	0,43	0,20	—
Прочие	—	—	—	—	—	—	0,27	1,06	0,03	—
Сумма	999,73	—	99,79	—	100,02	—	99,72	100,01	100,16	99,72
Уд. вес.	4,54		4,56		4,63		4,78	4,72	4,79	4,77

Примечание. Аналитик тувинских образцов А. В. Быкова. * Включая SrO —3,30% (5) и 0,62 (6).

Формулы проанализированных образцов практически идеально отвечают обычной формуле лопарита типа $(TR, Ca, Na)(Ti, Nb)O_3$:

- $(Na_{0,44}TR_{0,37}Ca_{0,16}K_{0,02})_{0,99}(Ti_{0,86}Nb_{0,08}Fe_{0,06})_{1,00}O_{2,98} \cdot 0,22 H_2O$;
- $(Na_{0,48}TR_{0,37}Ca_{0,13}K_{0,02})_{1,00}(Ti_{0,98}Nb_{0,08}Fe_{0,04}^{3+})_{1,00}O_{2,96} \cdot 0,1 H_2O$;
- $(Na_{0,49}TR_{0,36}Ca_{0,11}K_{0,01})_{0,97}(Ti_{0,89}Nb_{0,09}Fe_{0,03}^{3+})_{1,00}O_{2,95}$.

Соотношения атомных количеств в минерале составляют: TR_3O_3/CaO — 2, TiO_2/Nb_2O_5 — 11; Nb_2O_5/Ta_2O_5 — 80. Все изученные образцы из Тувы имеют резко цериевый состав TR.

1. $La_{26}Ce_{50}Pr_6Nd_{17}Sm_{0,5}Gd_{0,5}$;
 $Dy_{0,1}Er_{0,1}Y_{1,1}$;
2. $La_{26}Ce_{50}Pr_{4,8}Nd_{16}Sm_{0,7}Eu_{0,4}Gd_{0,8}$;
 $Dy_{0,1}Er_{0,1}Y_{1,1}$;
3. $La_{22}Ce_{49}Pr_{6,2}Nd_{18,9}Sm_{0,8}Eu_{0,5}Gd_{1,2}$;
 $Dy_{0,2}Er_{0,1}Yb_{0,1}Y_{1,0}$.

что характерно и для лопарита из прочих мест. Содержание суммы $Ce+La+Nb+Pr$ в них составляет 95—99%, при содержании Y около 1% и незначительной примеси тяжелых лантаноидов (1—2%). Состав TR в кольском лопарите — $La_{25}Ce_{53,7}Pr_6Nd_{14}Sm_1Eu_{0,4}Gd_{0,6}Tb_{0,04}Dy_{0,12}Ho_{0,01}Er_{0,02}Tu_{0,03}Yb_{0,01}Y_{0,01}$ [3]. Лопарит в щелочных породах — один из наиболее селективных цериевых минералов. Ассоциирующие с ним эвдиалит, катаплит и ловенит имеют более иттриевый состав TR, с относительным содержанием Y до 8%.

Лопарит — весьма устойчивый минерал. Он хорошо сохраняется и лишь на поздних стадиях гидротермального процесса замещается порошокатым анатазом. В гипергенных условиях лопарит изменяется слабо и весьма медленно. Постепенно кристаллы его тускнеют и покрываются тончайшим налетом порошокатого анатазового лейкоксена. Обычно лопарит накапливается в гипергенных продуктах и при перемыве их иногда концентрируется в россыпях. Однако такие россыпи встречаются лишь вблизи от массивов, богатых лопаритом; в тувинских массивах содержание лопарита ничтожно и ожидать образования его концентраций не приходится.

ЛИТЕРАТУРА

1. Капустин Ю. Л. Особенности строения, состав и распределение редкометалльной минерализации в пегматитах нефелиновых сиенитов Восточной Тувы. — В кн.: Закономерности распределения редкометалльной минерализации в пегматитах. «Наука», 1969.
2. Капустин Ю. Л. Акцессорная бериллиевая минерализация в щелочных породах Тувы. — В кн.: Новые данные по геологии, минералогии, геохимии щелочных пород. «Недра», 1973.
3. Власов К. А., Кузьменко М. В., Еськова Е. М. Ловозерский щелочной массив. «Наука», 1959.
4. Хомяков А. П. Лопарит, ринколит из щелочного массива Бурпала (Северное Прибайкалье). — В кн.: Минералогические исследования, вып. 2. М., 1972.