

В изученных породах лейкосфенит и вадейт образуются на ранней стадии, вероятно, в ходе калиевого метасоматоза (ортоклазизации) в фенитизированных гнейсах. При этом первичные акцессорные минералы гнейсов — циркон, ильменит, турмалин, сфен растворяются и за счет их компонентов образуются новые минералы Zr и Ti, в том числе вадейт и лейкосфенит. При альбитизации ортоклазиты приобретают кавернозное строение, лейкосфенит и вадейт в них исчезают, а в пустотах породы появляются игольчатые кристаллы щербаковита и затем Nb-лабунцовита. В участках развития кальцитовых и флюоритовых микропрожилков эти минералы не встречены, но присутствуют акцессорные анкилит, барит, анатаз, пирит, в единичном случае на кристаллах натролита здесь обнаружены щетки игольчатых кристаллов виноградовита.

В ходе преобразования гнейсов и фенитов происходит перераспределение элементов: вынос Ca, Fe, Mg, Ti и значительный привнос Na, K, Ba и V. Содержание K и Ba местами повышается в 2–5 раз, а в ходе дальнейшей альбитизации вновь падает. Появление кальцитовых жил, вероятно, фиксирует низкотемпературную гидротермальную пост-фенитовую стадию процесса. Ассоциации ее весьма сходны с ассоциациями поздних карбонатитов, для которых характерна TR, Ba и Sr минерализация. В кальцит-флюоритовых жилах и гнездах среди фенитов нами встречены акцессорные бастнезит и паризит, также типичные для поздних карбонатитов и близких к ним гидротермальных редкоземельных жил. Интересно, что в кальците и флюорите Sr преобладает над Ba (соответственно 0,67% Sr, 0,10% Ba и 0,23% Sr и 0,03% Ba), а в ассоциирующем с ними анкилите их соотношение сдвинуто в сторону Sr (SrO — 12,42% и BaO — 8,90%). В барите содержание BaO — 60,22% и SrO — 3,53%.

Близкие по составу карбонатные жилы ранее были встречены в Хибинском массиве также в долине р. Тульы, где они залегают среди хибинитов и рисчорритов.

Хибинский массив, практически нацело сложенный интрузивными свежими нефелин-содержащими породами, вероятно, представляет собой достаточно глубокий гипабиссальный эрозионный срез и гидротермальные процессы, обычно тяготеющие к апикальным зонам интрузий в этом массиве развиты слабо. Однако они могут быть проявлены значительно шире, чем это представляется сейчас. Встреченные в последние годы гидротермальные карбонатные жилы преимущественно тяготеют к периферии массива, часто локализуясь в окружающих фенитах или крупных останцах их среди хибинитов внешней дуги. Внешняя часть массива обнажена чрезвычайно слабо и закрыта мощными плащами делювия, в результате чего она изучена еще слабо.

В керне буровых скважин, пройденных по фенитам, карбонатные жилы, прожилки и участки альбитизации, эгиринизации и ортоклазизации встречаются довольно часто. Широкое развитие мелких тектонических зон, интенсивная инфильтрация по ним метеорных вод и значительное гипергенное изменение пород в приповерхностной зоне также привели к выщелачиванию многих первичных минералов (особенно карбонатов) и разрушению сложных титано- и цирконо-силикатов (лабунцовита, эвдиалита, лампрофиллита, виноградовита), которые полностью отсутствуют в породах на поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ефимов А.Ф., Кравченко С.М., Власова Е.В. К минералогии щелочных пегматитов Инаглинского массива. Минералогия, геохимия и генезис пегматитов. Труды ИМГРЭ АН СССР, 1963, вып. 16.
2. Bøggild O.B. The mineralogy of Greenland. — Meddl. Grønland, 1953, v. 149, N 3.

УДК 549.752.143

В.А. КОРНЕТОВА, М.Е. КАЗАКОВА

МОНАЦИТ И ЕГО АССОЦИАЦИИ В НЕКОТОРЫХ ПЕГМАТИТАХ СИБИРИ

Монацит в виде акцессорного минерала характерен как для биотитовых и двуслюдистых гранитов Сибири, так и для пегматитовых жил, генетически связанных с этими гранитами. В альбитизированных пегматитах обычные и характерные его ассоциации сводятся к следующим: а) монацит, колумбит, самарскит. Последние два минерала находятся часто во взаимном ориентированном прорастании — так называемый оннеродит (как ниобиевый, так и танталовый). Подобная ассоциация имеет широкое рас-

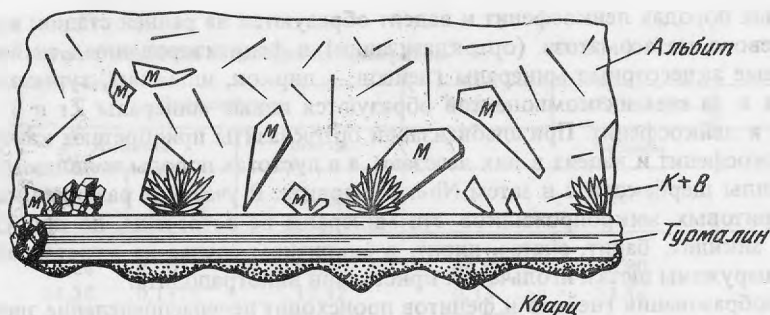


Рис. 1. Типичная ассоциация монацита (М) с альбитом, колумбитом (К), "вольфрамоксиолитом" (В) на черном турмалине.

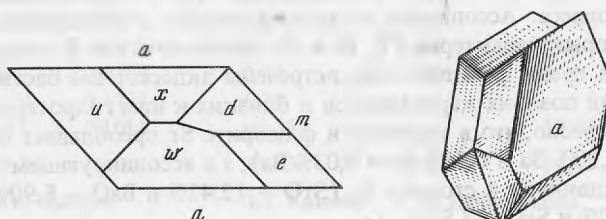


Рис. 2. Простые формы на головке кристалла монацита и двойник по [100], который и придает чечевицеобразную форму плохо развитым кристаллам.

пространение [1]; б) монацит–ильменорутит – характерна для пегматитов, богатых фтором [2]; в) монацит–ксенотим. В этой тесной ассоциации минералы находятся в альбите во взаимном срastании и "распределяют" между собой вследствие специфической селективности легкие и тяжелые редкие земли. Граница же раздела их проходит по гадолинию [3] (табл. 1, 2).

При изучении минералогии одного из месторождений гранитных пегматитов была встречена любопытная ассоциация: монацит, берилл, циркон, ильменорутит, "вольфрамоксиолит". Последний минерал представляет собой гетерогенную смесь – распад твердого раствора, где составляющие колумбит и вольфрамит находятся в тончайшем взаимопрорастании (см. статью в настоящем сборнике), а монацит располагается по периферической части этого агрегата-сростка. Интересно, что все перечисленные выше минералы выпадают на шерле, как на субстрате в мелкокристаллическом альбите. В гнездах же берилла монацит тесно ассоциирует с "вольфрамоксиолитом", причем размеры их обычно соизмеримы.

В альбите тонкопластинчатые кристаллы колумбита имеют в толщину 0,1–0,2 мм и образуют радиально-лучистые сростки (рис. 1). "Вольфрамоксиолит" отличается от колумбита по внешнему виду смоляным блеском на раковистом изломе. Цвет

Т а б л и ц а 1

Химический состав монацита (аналитик М.Е. Казакова)

Окислы	Вес. %	Атомное кол. катиона	Содержание в эл. яч.	W_K
CaO	1,33	0,0237	0,0568	0,1136
Fe ₂ O ₃	0,16	0,0020	0,0048	0,0144
TR ₂ O ₃ + Y	53,20	0,3153	0,7569	2,2707
SiO ₂	3,50	0,0584	0,1402	0,5608
ThO ₂	13,00	0,0490	0,1176	0,4704
P ₂ O ₅	27,34	0,3850	0,9243	4,6215
H ₂ O*	0,63	0,0700	0,1680	0,1680

С у м м а 99,16

$k=0,4167$

$[Ca_{0,057}Fe^{3+}_{0,005}Th_{0,118}(TR+Y)_{0,757}]_{0,875}(Si_{0,140}P_{0,924})_{1,064}(OH)_{0,1680}O_{4,026}$

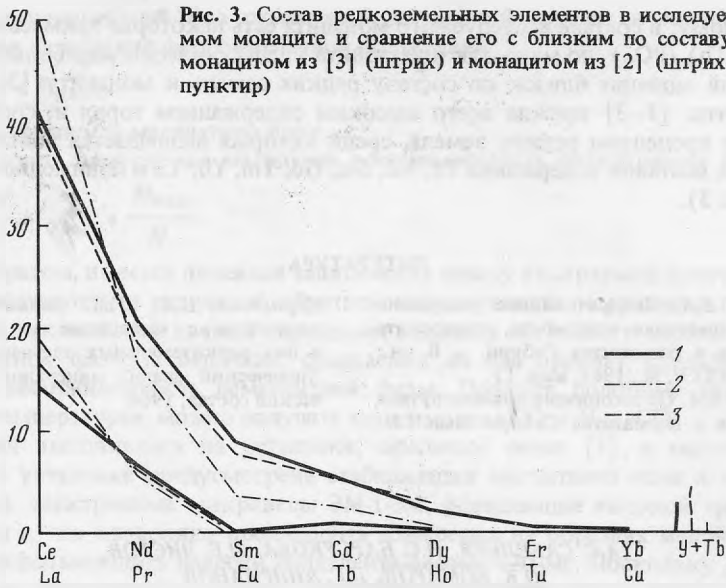


Рис. 3. Состав редкоземельных элементов в исследуемом монаците и сравнение его с близким по составу монацитом из [3] (штрих) и монацитом из [2] (штрих-пунктир)

колумбита сероватый, излом зернистый, а у "вольфрамоиксиолита" – смоляно-черный, чуть коричневатый.

Монацит в этой ассоциации зеленоватый, олирково-зеленый, реже красновато-бурый, обычно с поверхности. Некоторые зеленоватые кристаллы просвечивают в краях. Излом раковист. Блеск в изломе жирный. Красно-бурые кристаллы менее прочны и особенно хрупки. Уд. вес 5,17, $N_m > 1,780$. Встречается здесь в хорошо оформленных кристаллах с гранями a (100), m ($\bar{1}10$), u ($0\bar{2}1$), x ($\bar{1}01$), d ($\bar{1}\bar{1}2$), w (101), e (011) (рис. 2). Обычны двойники по [100].

Большинство кристаллов имеет форму чечевиц, уплощенных по (100). Очень часто снаружи они покрыты шероховатой розовой пленкой, местами испещрены рыжими пятнами. Внутренние части, напротив, совершенно прозрачны, тогда цвет их желтый или горохово-желтый.

Таблица 2
Состав редких земель в монаците

Оксиды	% в общей сумме TR (обр. 1)	% в минерале	Атомное кол. катиона	% в общей сумме TR (обр. 2)
La ₂ O ₃	13,6	6,89	0,042	16,0
CeO ₂	40,9	20,74	—	39,8
(Ce ₂ O ₃)	—	(19,78)	0,120	—
Pr ₂ O ₃	26,9	3,50	0,020	5,26
Nd ₂ O ₃	20,8	10,55	0,062	20,8
Sm ₂ O ₃	8,9	4,51	0,026	6,7
Eu ₂ O ₃	—	—	—	—
Gd ₂ O ₃	5,5	2,79	0,016	4,29
Y ₂ O ₃	—	2,5	0,022	4,06
Tb ₂ O ₃	0,7	0,35	0,002	—
Dy ₂ O ₃	2	1,01	0,004	1,68
Ho ₂ O ₃	0,11	0,06	—	0,146
Er ₂ O ₃	0,25	0,13	—	1,026
Tm ₂ O ₃	0,07	0,03	0,0013	—
Yb ₂ O ₃	0,20	0,10	—	0,07
Lu ₂ O ₃	0,07	0,04	—	—
С у м м а	100,00	53,20	0,3153	100,00

Аналитик и метод Рентгеноспектральный анализ Маева М.М. (ИМГРЭ) Количественный спектральный Л. Логинова (ИМГРЭ)

По-видимому, в составе исследуемого монацита есть некоторая примесь как чералита (Ca, Ce, La, Th) (PO₄), но мало, так и хаттонита ThSiO₄ — несколько больше.

Описанный монацит близок по составу редких земель к монациту [3], но отличается от других [1–3] прежде всего высоким содержанием тория и, соответственно, заниженным процентом редких земель, среди которых наблюдается повышенные против обычных составов содержания Pr, Nd, Sm, Gd, Tm, Yb, La и пониженное количество La и Ce (рис. 3).

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнетова В.А. Дендритовидное радиально-лучистое сростание колумбита, самарскита и монацита в пегматитах Сибири. — В кн.: Минералы СССР, М., 1964, вып. 15.
2. Корнетова В.А. Об ассоциации ильменорутила и монацита в пегматитах Сибири. Вып. 14.
3. Корнетова В.А., Г.М. Варшал. Сростание ксенотима с монацитом и распределение в них редкоземельных элементов. — В кн.: Химический анализ минералов и их химический состав, 1964.

УДК 549.514.91

А.С. САВЕЛЬЕВ, Н.С. БАРСУКОВА, Л.Б. ЧИСТОВ,
Ю.К. КОМАРОВ, Д.Г. АНДРИАНОВ

О ФОРМАХ НАХОЖДЕНИЯ МАГНИТНЫХ ПРИМЕСЕЙ В БАДДЕЛЕИТЕ

Бадделейт (ZrO₂) является типоморфным минералом анатит-форстерит-магнетитовых пород и карбонатитов, связанных с массивами ультраосновных-щелочных пород. При переработке магнетитовых руд он является попутным полезным минералом, извлекаемым из хвостов магнитной сепарации. Доводка бадделейтового концентрата проводится по обжиг-магнитной схеме, предусматривающей отделение бадделейта от минералов-примесей на основе контрастности их магнитных свойств [1]. Бадделейт представлен таблитчатыми по (100) коротко и длиннопризматическими кристаллами размером от 0,05 до 0,5 мм. Выделяются черные, темно-коричневые и светло-коричневые разности бадделейта. Прокаливание на воздухе приводит к полному обесцвечиванию бадделейта, обжиг в восстановительных условиях придает ему сиреневато-серую окраску.

Химическим и спектральным анализами в бадделейте установлено наличие элементов-примесей, составляющих сотые доли процентов: магний, железо, титан, сера и др. [2].

Как известно, одной из важнейших характеристик минералов является их магнитная восприимчивость. В литературе для бадделейта приводятся значения $\chi = (+0,59 \div +5,1) \cdot 10^{-6} \frac{\text{ед. CGSM}}{\Gamma}$ [3]. В то же время указывается, что чистая двуокись

циркония диамагнитна: $\chi = -0,112 \cdot 10^{-6} \frac{\text{ед. CGSM}}{\Gamma}$ [3], [4]. Отсюда ясно, что магнитные свойства бадделейта определяются присутствующими в нем примесями. Однако форма нахождения магнитных примесей в бадделейте до сих пор не изучена. Вместе с тем определение форм нахождения этих примесей и их превращений в процессе термической обработки бадделейта имеет как теоретический, так и практический интерес.

Следует также заметить, что приводимые в литературе значения магнитной восприимчивости не сопровождаются указанием величин магнитных полей, в которых проводились измерения. В то же время известно, что в случае присутствия ферромагнитных фаз магнитная восприимчивость зависит от напряженности магнитного поля [5], [6]. Изучение зависимости магнитной восприимчивости от величины магнитного поля позволяет разделить вклад в ее величину ферромагнитных и немагнитных фаз. Проведение таких исследований при различных температурах делает возможным в ряде случаев идентификацию ферромагнитных фаз.

Как известно, для диа- и парамагнетиков в слабых магнитных полях магнитная восприимчивость $\chi_{\text{нм}}$ не зависит от величины магнитного поля, тогда как у ферромагнетиков магнитный момент (намагниченность) нелинейно зависит от поля и достигает насыщения ($M_{\text{нас}}$) в достаточно слабых полях. Поэтому в случае смесей ферро-