

- Дудкин О. Б., Балаганская Е. Г., Арзамасцева Л. В. К проблеме формирования Хибинских месторождений / Месторождения неметаллического сырья Кольского полуострова. Апатиты: Кол. ФАН СССР, 1986. С. 4—10.
- Дудкин О. Б., Козырева Л. В., Померанцева Н. Г. Минералогия апатитовых месторождений Хибинских тундр. М.; Л.: Наука, 1964. 236 с.
- Иванова Т. Н. Апатитовые месторождения Хибинских тундр. М.: Госгеолотехиздат, 1963. 288 с.
- Иванова Т. Н., Арзамасцев А. А., Кондратович И. И. Линзовидно-полосчатые породы ийолит-уртитовой интрузии Хибинского массива // Щелочные породы Кольского полуострова и их апатитоносность. Апатиты: Кол. ФАН СССР, 1978. С. 16—32.
- Иванова Т. Н., Дудкин О. Б., Козырева Л. В., Поляков К. И. Ийолит-уртиты Хибинских тундр. Л.: Наука, 1970. 179 с.
- Козырева Л. В., Меньшиков Ю. П., Леднев А. И. Лопаритовая минерализация Хибинского массива // Новые данные по минералогии редких элементов Кольского полуострова. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1991. С. 37—44.
- Кулаков А. Н., Поляков К. И. Хромсодержащий титаномagnetит Хибинского массива и вопросы геохимии хрома в щелочных плутонах // Новые данные о минералах Кольского полуострова. Апатиты: Кол. ФАН СССР, 1979. С. 3—11.
- Кухаренко А. А., Багдасаров Э. А. Перовскит ультраосновных-щелочных пород Кольского полуострова // Л.: ОНТИ ВСЕГЕИ, 1961. Мат. ВСЕГЕИ. Нов. сер. Вып. 45. Минер. сборник № 2. С. 37—66.
- Кухаренко А. А., Орлова М. П., Булах А. Г. и др. Каледонский комплекс ультраосновных щелочных пород и карбонатитов Кольского полуострова и Северной Карелии. М.: Недра, 1965. 770 с.
- Металлогенетические особенности щелочных формаций восточной части Балтийского щита // Кол. авторов под ред. А. А. Кухаренко. Л.: Недра, 1971. 277 с.
- Минералогия Хибинского массива // Кол. авторов под ред. Ф. В. Чухрова. М.: Наука, 1978. Т. 1. 288 с.; Т. 2. 586 с.
- Новые Хибинские апатитовые месторождения / Под ред. Е. А. Каменева и Д. А. Минеева. М.: Недра, 1982. 182 с.
- Номенклатура пироксенов. Комиссия по пироксенам при КНМ ММА. Председатель Моримото Н // Минер. журн. 1989. Т. 11. № 6. С. 67—83.
- Онохин Ф. М. Особенности структуры Хибинского массива и апатито-нефелиновых месторождений. Л.: Наука, 1975. 106 с.
- Руденко С. А., Кузнецов Ж. М. Метасоматиты ийолит-уртитового и ювтрисчорритового комплексов Хибинского щелочного массива // Метасоматизм и рудообразование. М.: Наука, 1984. С. 76—84.
- Серебрицкий А. И., Сергеев А. В., Павлов В. П., Возрастное положение мельтейгит-ийолит-уртитовой толщи в комплексе пород юго-восточного сектора Хибинского щелочного массива // Вестн. ЛГУ. 1988. Сер. 7. № 3. С. 44—49.
- Соколова М. Н. Типоморфизм минералов ультраапатитовых ассоциаций. М.: Наука, 1986. 120 с.
- Тихоненкова Р. П., Скосырева М. В. Акцессорные минералы фенитов Хибинского массива // Минералогия пегматитов и гидротермалитов щелочных массивов. М.: Наука, 1967. С. 85—102.
- Химический и минеральный состав пород центральной части Хибинского щелочного массива // Под ред. Т. Н. Ивановой. Апатиты. Кол. ФАН СССР, 1987. 138 с.
- Шилин Л. Л., Янченко М. Т. О кюпите из апатит-нефелиновых пород Хибинского массива // Докл. АН СССР. 1962. Т. 144. № 3. С. 639—642.
- Шпаченко А. К. Геолого-структурные особенности рудного поля северной части ийолит-уртитовой дуги Хибин // Автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. СПб., 1997. 17 с.
- Mitchell R. H. Perovskites: a revised classification scheme for an important rare earth element host in alkaline rocks // Rare Earth Minerals. Chemistry, origin and ore deposits. London, etc. Chapman and Hall, 1996. P. 41—76.

Поступила в редакцию
19 июля 1996 г.

УДК 549

ЗВМО, № 1, 1998 г.
Proc. RMS, N 1, 1998

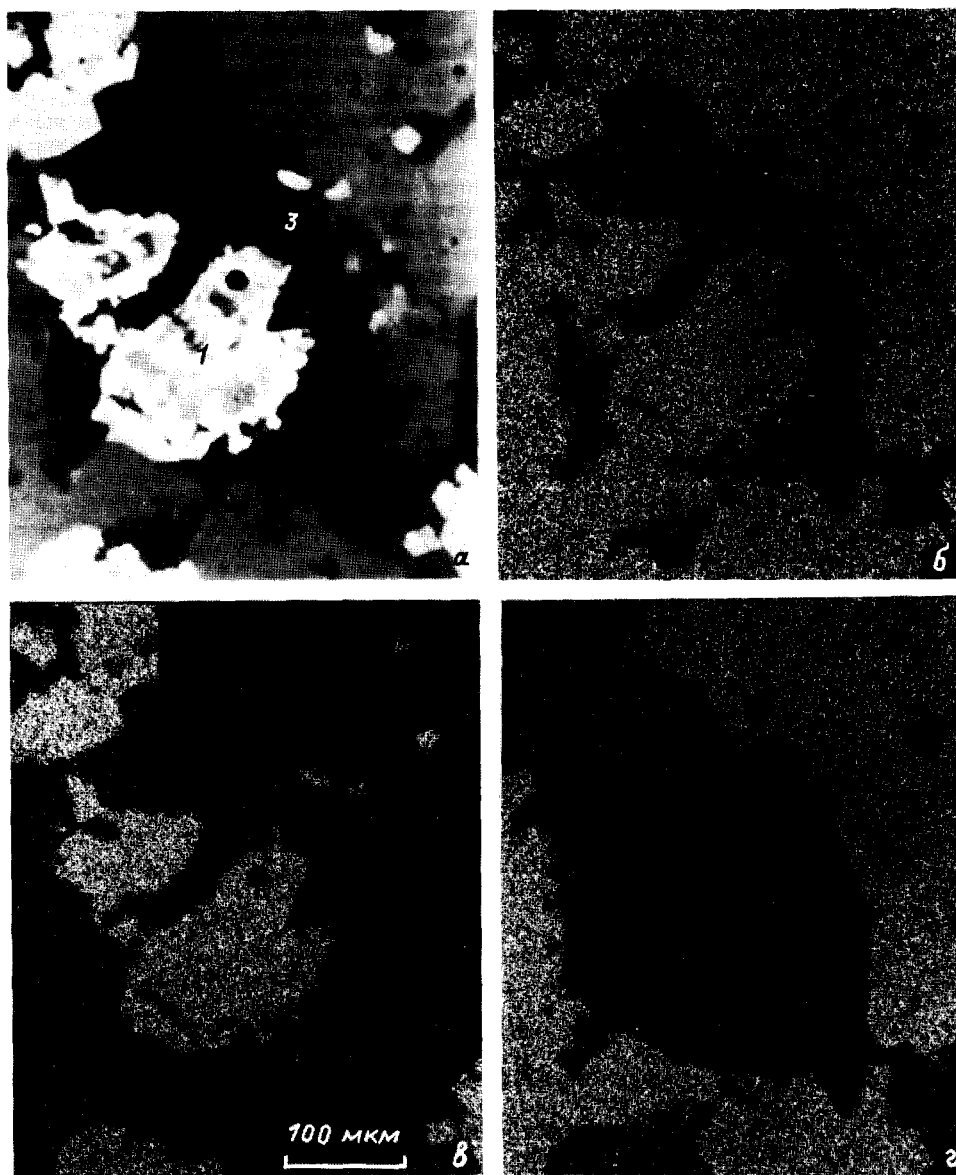
© Л. А. ПАУТОВ, П. В. ХВОРОВ

БАЦИРИТ ИЗ ТАДЖИКИСТАНА

L. A. PAUTOV, P. V. KHVOROV. BAZIRITE FROM TADJIKISTAN

Ильменский заповедник, 456301, Миасс

Bazirite has been found in the quartz-aegirine blocks on the Dara-i-Pioz moraine (Garm region, Tadjikistan) in association with titanite, eudialyte, calcite and $KLi_3Zr_2Si_{12}O_{30}$ phase. Size of its grains is up to 0.1 mm. Electron microprobe analysis gave SiO_2 40.82, Al_2O_3 0.05, ZrO_2 26.03, HfO_2 0.42, FeO 0.03, CaO 0.03, BaO 33.63, K_2O 0.02; total sum 101.03. The strongest lines of the powder pattern are: 5.85 (14), 3.81 (70), 3.39 (15), 2.92 (20), 2.81 (100), 2.218 (14), 2.011 (22). Bazirite makes part in composition of polymineral pseudomorphs developed over eudialyte. Its standart specimens are in the Museum of Ilmen Nature Reserve (Miass, Russia).



Включения бацирита (1) в минерале состава $\text{KLi}_3\text{Zr}_2\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$ (2) и кварце (3).

a — катодоллюминесценция; b — z — изображения в характеристических рентгеновских лучах: b — $\text{Zr}_{L\alpha}$, a — $\text{Ba}_{L\alpha}$, z — $\text{K}_{K\alpha}$.
Микроанализатор JСХА-733.

Bazirite segregations (1) in the $\text{KLi}_3\text{Zr}_2\text{Si}_{12}\text{O}_{30}$ phase (2) and quartz (3).

Бацирит $\text{BaZrSi}_3\text{O}_9$ является редким минералом, обнаруженным в эгирино-рибекитовых гранитах о-ва Роколл (Шотландия) в ассоциации с эльпидитом, эгирином, альбитом, кристобалитом, монацитом, апатитом, эвдиалитом, кварцем, магнетитом, пироксеном, ксенотимом, титанитом и баритом (Hawkes e. a., 1975; Yong e. a., 1978) и в цельзиансодержащих породах на контакте с гранитами в Калифорнии в ассоциации с тарамеллитом, цельзианом, диопсидом и актинолитом (Alfors, Pabst, 1984).

Бацирит установлен нами на морене ледника Дара-и-Пиоз (Гармский район, Северный Таджикистан), расположенной в контурах Дара-и-Пиозского щелочного массива, известного по находкам целого ряда редких и новых минералов. Внешняя часть массива сложена субщелочными гранитами второй фазы туркестанского комплекса, а центральная часть — щелочными породами алайского комплекса. Массив прорывает на севере

Таблица 1

Химический состав базирита (мас. %)
Chemical composition of bazirite (wt. %)

Компонент	Ан. 1	Ан. 2	Ан. 3
SiO ₂	40.82	39.71	39.46
Al ₂ O ₃	0.05		
TiO ₂	—	0.17	
ZrO ₂	26.03	26.38	26.98
HfO ₂	0.42		
FeO	0.03		
CaO	0.03		
BaO	33.63	33.69	33.56
SnO ₂	—	0.06	
K ₂ O	0.02		
Сумма	101.03	100.01	100.00

Примечание. Ан. 1 — Дара-и-Пиоз, данные авторов, аналитик Л. А. Паутов; ан. 2 — о-в Роколл, Шотландия (Young с. а., 1978); ан. 3 — теоретический состав.

известково-сланцевые и песчано-сланцевые толщи силура, а на юге — терригенно-сланцевую толщу с прослоями известняков и эффузивов среднего—верхнего карбона.

Базирит встречен в микроклино-эгирино-кварцевых глыбах с титанитом, эвдиалитом, минералом из группы стисинита и кальцитом. Эти породы обладают грубо- до гигантозернистой структурой и пятнистой текстурой, обусловленной неравномерным распределением эгирина и эвдиалита. Кварц белый полупрозрачный, гигантозернистый до сливного. Эгирин образует в нем и в микроклине беспорядочно расположенные, иногда лучистые сростки кристаллов до 8—12 см длиной. Некоторые кристаллы эгирина деформированы и разбиты поперечными трещинами, залеченными кварцем. Микроклин встречается в виде отдельных, крупных (до 5 см) кристаллов и их сростков в кварце. Титанит распределен неравномерно, чаще приурочен к микроклину, образует крупные (1—2 см), хорошо образованные кристаллы лимонно-желтого цвета. Эвдиалит представлен кристаллами до 3 см в поперечнике, в значительной степени замещенными полиминеральным агрегатом коричневатого-фиолетового цвета. В породе встречаются крупные обособления (до 5 см), имеющие серую пятнистую окраску, в форме которых иногда угадываются очертания кристаллов эвдиалита (?). Эти обособления состоят из агрегата мелких таблитчатых зерен базирита, эгирина, кальцита, кварца, микроклина, кристаллов минерала состава $KLi_3Zr_2Si_{12}O_{30}$ и аморфных скоплений гидроксидов железа и марганца. Базирит в этих агрегатах распределен неравномерно. Есть участки, где базирит преобладает над другими минералами. Зерна базирита в шлифе имеют форму прямоугольников. Минерал бесцветный. Погасание прямое, удлинение отрицательное. Одноосный, оптически положительный. $n_0 = 1.683$ (2). Вростки базирита в кристаллах минерала состава $KLi_3Zr_2Si_{12}O_{30}$ не имеют четкой границы, чаще представлены зернами с овальными очертаниями (см. рисунок). Размер зерен достигает 0.1 мм. Для базирита характерна яркая голубовато-белая люминесценция в коротком УФ. Под электронным пучком наблюдается очень яркая синеватая катодоллюминесценция.

Таблица 2

Результаты расчета дебаеграммы базирита
X-ray powder diffraction data for bazirite

Ан. 1		Ан. 2			Ан. 1		Ан. 2		
d/n	I	d/n	I	hkl	d/n	I	d/n	I	hkl
5.85	14	5.85	35	100	2.024	6	2.025	8	212
5.00	6	5.00	8	002	2.011	22	2.012	30	114
3.81	70	3.80	100	102	1.955	12	1.952	18	300
3.39	15	3.38	35	110	1.904	11	1.902	14	204
3.20	6	3.20	16	111	1.839	9	1.846	2	213
2.92	20	2.93	30	200	1.820	11	1.819	22	302
2.81	100	2.800	100	112	1.703	3	1.690	8	220
2.51	10	2.525	4	202	1.658	11	1.657	14	214
		2.498	12	004	1.625	2	1.623	2	310
		2.376	2	113	1.604	12	1.603	24	222
2.30	3	2.301	5	104	1.548	7	1.542	18 ш	312, 304
2.218	14	2.213	25	210	1.539	12			
2.160	10	2.160	6	211	1.497	7	1.496	12	117

Примечание. Ан. 1 — Дара-и-Пиоз, условия съемки: ДРОН-2, Fe-анод, графитовый монохроматор, скорость счетчика 1 град/мин, аналитик Л. А. Паутов; ан. 2 — о-в Роколл, Шотландия (Young с. а., 1978).

Химический состав минерала изучен на электронном микронзонде Superprobe JСХА-733 в Институте минералогии УрО РАН. Ускоряющее напряжение 20 кВ, ток зонда 22 нА. Расчет концентраций выполнен по стандартной программе ZAF-коррекции. В качестве образцов сравнения на Si, К, Fe использовался осумилит USNM 110607, на Zr, Hf — циркон USNM 117288-3, на Ba — барит. Результаты анализа приведены в табл. 1. Химический состав рассчитывается на следующую формулу (O = 9): $Ba_{0,98}(Zr_{0,95}Hf_{0,01})_{0,96}Si_{3,05}O_{9,00}$.

Для рентгеновского изучения бацитрита была выделена мономинеральная фракция, многократно очищенная центрифугированием в тяжелых жидкостях. Расчет рентгеновской порошкограммы приведен в табл. 2.

Источником циркония для образования бацитрита, по-видимому, явился эвдиалит, которым довольно богаты центральные кварцево-эгириновые зоны щелочного пегматита.

Образцы с бацитритом переданы в музей Ильменского государственного заповедника УрО РАН, г. Миасс.

Авторы благодарят Национальный музей естественной истории Смитсоновского института (г. Вашингтон) и персонально доктора Е. Ярозевича за предоставленные стандарты для микронзондового анализа, а также сотрудников Музея Ильменского заповедника В. Ю. Карпенко и А. А. Агаханова за помощь при проведении полевых работ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 97-05-659-232).

Список литературы

Alfors J. T., Pabst A. Titanian taramellites in western North America // Amer. Miner. 1984. Vol. 69. P. 358—373.

Hawkes J. R., Merriman R. J., Harding R. R., Darbyshire D. P. F. Rockall Island: new geological, petrological, chemical and Rb—Sr age data // Inst. Geol. Sci. Gr. Brit. Rep. 1975. Vol. 75/1. P. 11—51.

Yong B. R., Hawkes J. R., Merriman R. J., Styles M. T. Bazirite, $BaZrSi_3O_9$, a new mineral from Rockall island, Inverness-shire, Scotland // Miner. Mag. 1978. Vol. 42. P. 35—40.

Поступила в редакцию
26 августа 1996 г.

УДК 548.52+549,76

ЗВМО, № 1, 1998 г.
Proc. RMS, N 1, 1998

© Д. члены А. И. БАХТИН, Э. А. КОРОЛЕВ, Г. А. КРИНАРИ, В. П. МОРОЗОВ

МЕХАНИЗМ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АНГИДРИТА, γ - $CaSO_4$ И БАССАНИТА В ГИПС

A. I. BAKHTIN, E. A. KOROLEV, G. A. KRINARY, V. P. MOROZOV.

MECHANISM OF THE ANHYDRITE, γ - $CaSO_4$ AND BASSANITE TRANSFORMATIONS IN GYPSUM

Казанский университет, кафедра минералогии, 420111, Россия, Казань, ул. Ленина, 4/5

The problem touched upon in the paper relates to the field of technological mineralogy, in particular — to its part treating the building materials. Subject of the presented study includes anhydrite, γ - $CaSO_4$ and bassanite (gypsum astrigent materials) and products of their hydration (metastable and stable gypsums). Experimental results have shown that while hydration of these astrigents their transformations into gypsum were realized through two basically different mechanisms. Thus, hydration of bassanite and γ - $CaSO_4$ develops in two stages: at the first one, by income of water molecules between the $CaSO_4$ layers, both two minerals are transformed into metastable gypsum (the «crystal by crystal» substitution); at the second stage this metastable gypsum is dissolved and the stable gypsum is crystallizing over it as on a backing (recrystallization with enlargement of grains). Anhydrite, having another structure than gypsum, transforms in it due to dissolution and simultaneous crystallization process, without any structural inheritance. These conclusions were made on the base of rentgenographic study using not only usual diffractometry methods but some special techniques elaborated for examination of textured objects admissible for the break through exposure. Some needed information was obtained also by potentialometry (electrolysis) of water suspensions of the minerals, and by morphological and morphometric observations.

Ангидрит, γ - $CaSO_4$ и бассанит (Дир и др., 1966) являются основными компонентами гипсовых вяжущих веществ, широко используемых в строительной индустрии. В процессе работы этих вяжущих веществ при соединении их или их смесей с водой происходят гидратация ангидрита, γ - $CaSO_4$, бассанита и преобразование этих минералов в гипс, вследствие чего происходят гидратационное твердение, цементация смеси и образование гипсового камня.

Было подмечено, что, несмотря на то что конечным продуктом гидратации при любых исходных составах вяжущей смеси является один и тот же минерал — гипс, физико-механические свойства гипсовых