

Е. М. ЕСЬКОВА, М. Е. КАЗАКОВА, С. И. ЛЕБЕДЕВА,
В. П. БЫКОВ, К. В. ЮРКИНА

О ПЕРВОЙ НАХОДКЕ ПАНДАИТА В СССР

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 27 VII 1970)

Пандаит $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Ca})_{2-x}(\text{Nb}, \text{Ti}, \text{Ta})_2\text{O}_{7-x} \cdot x\text{H}_2\text{O}$ является крайне редкой бариевой разновидностью пироклора. Содержание BaO в нем достигает 15,3%, в то время как в обычном натро-кальциевом пироклоре оно не превышает нескольких десятых долей процента. Минерал открыт сравнительно недавно. Вначале была обнаружена ⁽¹⁾ стронциевая разновидность пандайта, содержащая помимо 12,5% BaO повышенные количества стронция (6,4% SrO), а затем найден собственно пандайт ^(2, 3).

Пандаит — типоморфный минерал редкометалльных карбонатитов. В настоящее время обнаружен в месторождениях Африки (Панда Хилл и Мбея, Танганьика; Луеш, Конго; Мрима Хилл, Кения) и Южной Америки (Араша, Бразилия); в карбонатитах СССР не известен.

В Советском Союзе пандайт был найден в 1966 г. одним из авторов (Е. М. Еськовой) в иной, чем карбонатиты, геологической обстановке — в щелочных апоэффузивных метасоматитах западного склона Урала. Щелочной базальтоидный магматизм в районе развития метасоматитов проявлен в виде субщелочных эруптивных брекчий, образующих небольшую жерловину древнего вулкана, и дает пегматOIDных арфведсонитовых сиенитов. Щелочные метасоматиты развиваются в основном по брекциям, реже по осадочным породам протерозойских толщ. Они представлены несвойственными этим образованиям меланократовыми (эгириновыми, биотитовыми, рибекитовыми, гематитовыми) разновидностями микроклиновых и альбитовых пород ранней щелочной стадии с подчиненным развитием мономинеральных микроклинов и альбитов. Широкое развитие имеют также метасоматические процессы стадии кислотного выщелачивания (флюоритизация, карбонатизация, окварцевание) и поздней щелочной стадии (канкринитизация, поздняя содалитизация, поздняя микроклинизация, и гематитизация и цеолитизация). Находки пандайта приурочены только к одной — эгирин-полевошпатовой разновидности метасоматитов, локализованной в периферических зонах метасоматического тела, где он, совместно с пироклором, является типоморфным акцессорным минералом.

Уральский пандайт оказался весьма трудным минералом для исследования из-за тонкозернистости, большого количества тончайших включений посторонних минералов и вторичного (по пироклору) генезиса, благодаря чему так и не удалось выделить достаточного количества мономинеральной фракции для химического анализа. Поэтому для выяснения природы и особенностей распределения бария минерал, кроме того, исследовался на микроанализаторе JXA-3A во Всесоюзном институте минерального сырья (С. И. Лебедева, В. П. Быков, К. В. Юркина). Минерал встречается в виде тонкозернистого клеевидного агрегата неправильной, часто струевидной и прожилковой формы размером до 1,5—2 см в поперечнике, цементирующего тонкоигльчатый эгирин. Макроскопически выделяются темноокрашенные и более светлые разности: для темного минерала характерна зеленовато-бурая окраска, светлоокрашенный пандайт имеет желтовато-оливковый цвет. Удельный вес 3,74 (для темноокрашенного минерала) и 3,86

(для светлого). Твердость, определенная на микротвердометре ПМТ-равна 270—470 кг/мм². Спайность у обоих разновидностей отсутствует; в прозрачных шлифах отмечается плохо выраженная отдельность. В проходящем свете они имеют бледно-желтую окраску. Изотропен. В отраженном свете серый; отражательная способность ниже, чем у пироксора. Наблюдается неоднородный характер даже мельчайших зерен панданта (разме

Таблица 1

Химический состав барийсодержащего пироксора, панданта и стронциевого панданта (вес. %)

Компонент	Пандаит					Стронциевый пандаит. Мбея, Танганьика
	Урал СССР,			Араша, Бразилия	Мрима Хилл, Кения	
	1	2	3			
Na ₂ O	} 6,50	—	2,80	0,05	0,23	0,28
K ₂ O		—	0,99	—	0,23	0,25
CaO	9,60	9,56	10,11	0,53	1,37	1,35
SrO	He обн.	—	0,31	0,10	—	6,40
BaO	» »	4,57	7,89	14,10	15,31	12,50
PbO	—	—	—	0,87	0,23	0,01
MnO	—	—	—	0,011	—	0,01
MgO	—	—	1,80	0,007	0,57	0,07
ThO ₂	} 6,45	—	0,50	1,60	0,92	0,60
TR ₂ O ₃		—	—	1,60	2,17	2,00
U ₃ O ₈	10,17	—	He обн.	0,075	—	—
FeO	—	—	—	0,10	—	0,45
Fe ₂ O ₃	2,37	1,50	1,29	1,15	—	—
Al ₂ O ₃	—	2,60	—	0,48	—	0,12
SiO ₂	—	2,09	3,60	0,57	—	0,89
TiO ₂	3,80	4,50	2,89	4,60	4,63	3,90
ZrO ₂	3,50	—	He обн.	0,40	—	0,28
SnO ₂	—	—	—	0,08	—	0,32
Nb ₂ O ₅	47,50	47,25	40,66	64,00	65,60	67,00
Ta ₂ O ₅	4,80	4,40	6,74	0,065	0,57	0,22
H ₂ O ⁺	—	5,00	5,95	8,20	8,17	4,00
H ₂ O ⁻	—	2,60	2,25	0,10	—	—
F	—	—	—	0,02	—	Сл.
П. п. п.	6,00	1,95	—	—	—	—
—	—	—	—	0,02	—	—
O=F ₂	—	—	—	—	—	—
Сумма	100,69			99,89	100,0	101,16
Аналитик, источник	М. Е. Казакова			(²)	R. Pickup (³)	A. H. Veen (⁴)
Уд. вес.	—	3,74	3,86	4,0	3,85—3,95	4,0
a ₀ , Å	—	10,39	10,48	10,56	10,59	10,56

Примечание. 1 — обычный натро-кальциевый пироксор; 2 — темноокрашенная разновидность бариевого пироксора; 3 — светлоокрашенная разновидность бариевого пироксора; 4 — в том числе небольшие количества Li₂O, BeO, CuO, Al₂O₃, Sb₂O₃, V₂O₅, Bi₂O₃; 5 — пересчитан на 100% за вычетом включений горсейкита, барита, кварца, гематита и Al₂O₃; 6 — в том числе много SiO₂, P₂O₅, CO₂ и SO₃.

зерен — примерно десятые доли миллиметра) с «волнообразной» и струйчатой структурами замещения близких по оптическим свойствам фаз. Дебаеграмма близка к дебаеграммам минералов группы пироксора a₀ = 10,48 Å.

Химический анализ, проведенный для светло- и темноокрашенных разновидностей этого пироксора (М. Е. Казакова), показал (табл. 1) повышенные количества в нем бария — от 4,57% BaO (в коричневой разновидности) до 7,89% (в светло-желтой).

В связи с этим было предпринято изучение обеих разновидностей при помощи микроанализатора JXA-3A. Сканирование образцов указало на отсутствие каких-либо механических микровключений барийсодержащих

ших минералов (рис. 1). Для более четкого установления характера распределения бария в пределах исследуемых зерен была получена серия сканирующих профилей на следующие пары элементов: Ba—Ca, Nb—Ta, Fe—Ti, Si—Mg с количественной оценкой их содержаний в различных участках зерен. В результате было выявлено неравномерное «микрорас-



Рис. 1. Участок аншлифа пандайта в характеристическом рентгеновском излучении бария при сканировании зондом; видно неравномерное распределение бария (белые точки). 300X

пределение» бария и кальция при сравнительно равномерном распределении прочих главных компонентов. Это относится и к темноокрашенной разновидности, и к светлоокрашенной (см. табл. 2 и рис. 2).

Таким образом, при помощи микрозонда впервые устанавливаются высокобариевые ($\text{BaO } 20,3\text{—}36,2\%$) микроразности пандайта.

Были проведены опыты по растворению химически анализируемой навески светлоокрашенной разновидности минерала в слабой соляной кислоте. Минерал легко растворялся в кислоте с шипением. В раствор ушло $9,50\%$ CaO . При этом барий в раствор не переходил.

В отличие от известных в литературе анализов пандайта из карбонатов, в нашем уральском образце наблюдаются повышенные содержания окисей натрия, тантала и большая степень гидратации минерала. $\text{Ta}_2\text{O}_5 / \text{Nb}_2\text{O}_5$ -отношение в уральском «пандаите» колеблется от 1:6 до

Таблица 2

Химический анализ Ba-содержащих пироксеновых фаз, установленных при помощи микроанализатора JXA-3A в образцах из щелочных метасоматитов западного склона Урала (вес. %)

Компонент	Темноокрашенный Ba-пироксенолор						Светлоокрашенный Ba-пироксенолор			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
BaO	He обн.	0,4	4,7	14,2	16,8	18,9	36,2	8,2	15,3	20,3
CaO	9,7	9,8	6,3	—	4,5	8,5	2,7	2,8	2,1	2,7
TiO ₂	7,7	—	—	—	—	8,2	9,9	10,4	6,9	9,9
Nb ₂ O ₅	42,9	—	—	—	—	46,6	36,7	61,1	50,3	46,7
Ta ₂ O ₅	2,6	—	—	—	—	4,8	4,8	2,4	2,0	4,8
Fe ₂ O ₃	2,8	—	—	—	—	3,5	0,8	9,9	1,3	0,8
SiO ₂	—	—	—	—	—	—	2,5	2,0	3,0	2,5
MgO	—	—	—	—	—	—	—	2,0	0,5	He обн.
U ₃ O ₈	4,3	—	—	—	—	3,6	—	—	—	—
ZrO ₂	He обн.	—	—	—	—	He обн.	—	—	—	—
ThO ₂	» »	—	—	—	—	» »	—	—	—	—

1:2,5, в то время как для пандаита из карбонатов варьирует от 1:98 до 1:300.

По условиям и способу образования уральский пандаит близок к пандаиту из карбонатитовых комплексов. В щелочных метасоматитах Урала он находится в генетической связи с процессом послемагматической карбо-

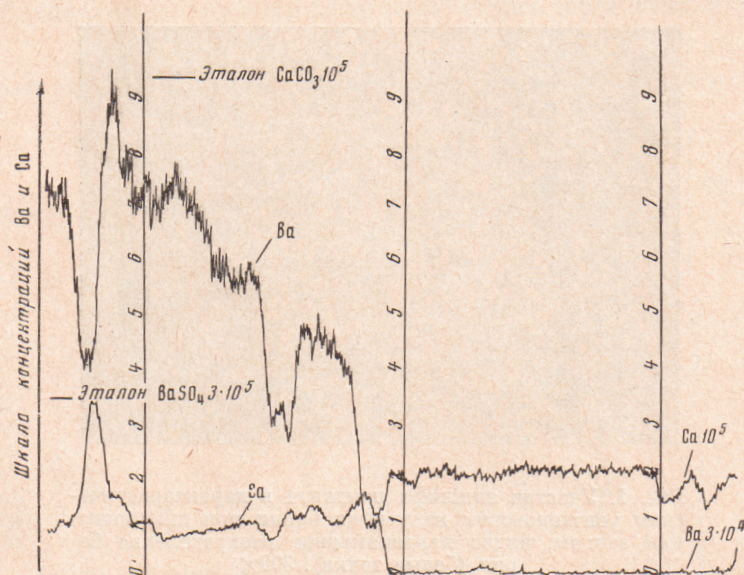


Рис. 2. Профиль распределения (автоматическая запись на JXA-3A) бария и кальция при сканировании образца пандаита в одном из выбранных направлений

натизации альбитизированных эгиринитов и эгирин-микроклиновых метасоматитов, где ассоциирует с кальцитом, биотитом, барилитом, водными карбонатами TR, Sr и Ba (бербанкитом, анкилитом) и сульфидами (пиритом, сфалеритом, галенитом и др.). В аншлифах в отраженном свете видно, что и здесь этот минерал развивается по пироклору, свойственному альбитизированным метасоматитам, с образованием промежуточных, богатых барием, разновидностей пироклора вплоть до высокобариевых разновидностей пандаита ($\text{BaO } 20,3\text{—}36,2\%$), установленных нами при помощи микронзонда.

Институт минералогии, геохимии
и кристаллохимии редких элементов

Всесоюзный научно-исследовательский
институт минерального сырья
Москва

Поступило
21 VII 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ E. Jäger, E. Niggli, A. H. van der Veen, Min. Mag., 32, № 244 (1959).
- ² A. H. van der Veen, Verhandl. Kon. Nederl. geol. Mijnbouw. gen. geol. ser., 22 (1963).
- ³ P. M. Harris, Min. Mag., 35, № 270 (1965).