

УДК 549.752:552.443(234.851)

ЭВКЛАЗ ПРИПОЛЯРНОГО УРАЛА (ХР. МАЛДЫНЫРД): НОВЫЕ ДАННЫЕ

© 2004 г. И. В. Козырева, И. В. Швецова, Я. Э. Юдович

Представлено академиком Н.П. Юшкиным 08.04.2004 г.

Поступило 23.04.2004 г.

Эвклаз – гидросиликат бериллия с типовой формулой $\text{BeAl}[\text{SiO}_4](\text{OH})$. Он относится к числу очень редких минералов и считается драгоценным камнем. Минерал впервые найден в 1785 г. в Бразилии в ассоциации с топазом и горным хрусталем в тальковом и хлоритовом сланцах. На Урале эвклаз обнаружен в 1858 г. среди кристаллов кианита в золотоносных россыпях на р. Каменка.

Первая находка эвклаза в коренном залегании отмечена в 1982 г.: он заполнял пустоты выщелачивания в берилл-плагиоклазовой жиле на Мальшевском месторождении изумрудов (Средний Урал).

На Приполярном Урале эвклаз впервые обнаружен Н.В. Повонской в апориолитовых сланцах и метапесчаниках алькесвожской толщи $\text{Є}_3\text{-O}_1\text{al}$.

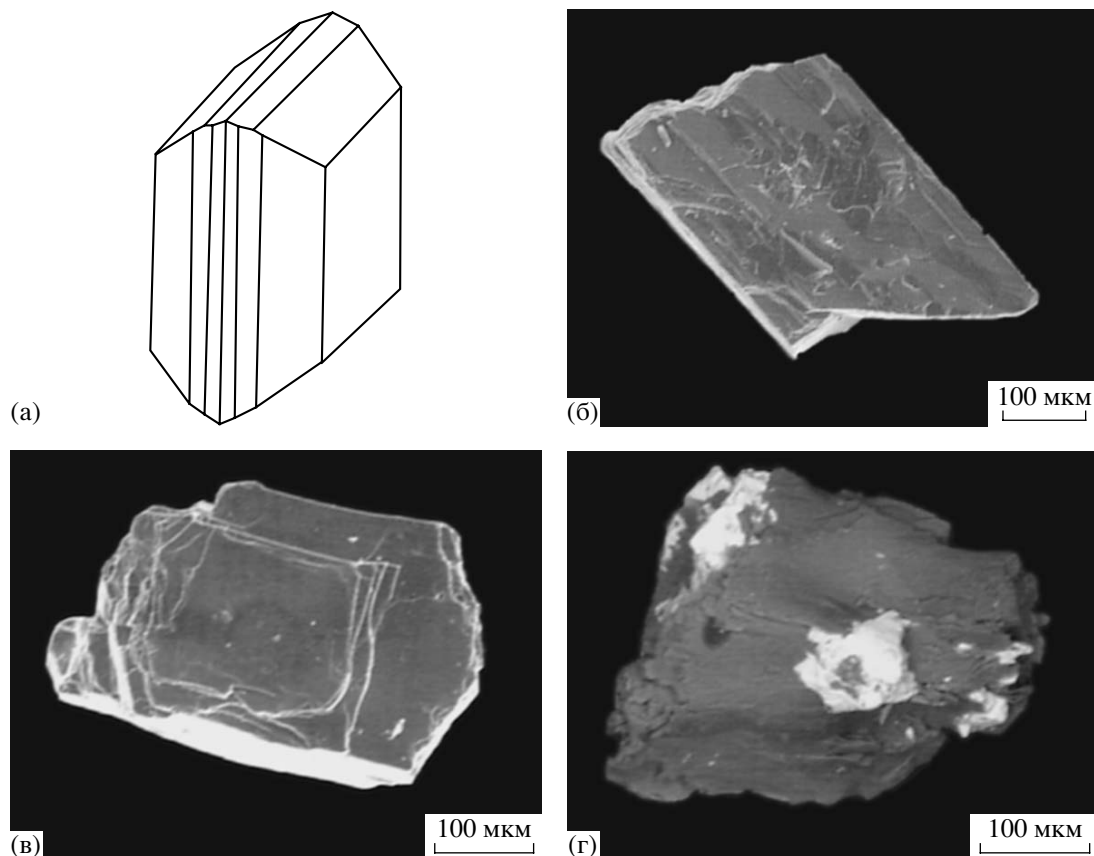


Рис. 1. Формы выделения эвклаза: а – идеализированный кристалл эвклаза, уплощенный по (010); б – призматический кристалл эвклаза, уплощенный по пинакоиду; в – уплощенный кристалл эвклаза, видна совершенная спайность по (010) и несовершенная по (100) и (001); г – включение черновита (белое) в эвклазе.

Таблица 1. Рентгенограммы эвклаза

Эталон ASTM 14-65		Вмещающие породы и номера образцов											
		Слюдисто-пиррофиллитовые сланцы				Диаспорит		Песчаники $\text{Є}_3\text{-O}_1\text{al}$				Песчаник O_1tp	
		9228		0214		9961		2100/36		0217		222	
<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>
100	7.15	10	7.1	10	7.3	10	7.1	10	7.05	10	7.1	10	7.1
4	4.457	2	4.45	1	4.51	2	4.30	5	4.48	2	4.47	3	4.33
35	3.836	8	3.80	4	3.74	1	3.78	9	3.92	6	3.89	8	3.82
14	3.576	6	3.51			1	3.60	4	3.58	3	3.58	1	3.56
4	3.342	8	3.30			10	3.35						
50	3.219	8	3.19	10	3.22			10	3.20	10	3.27	10	3.25
4	2.943	1	3.03			2	3.08	2	3.05				
35	2.773	10	2.75	6	2.82	1	2.78	10	2.76	8	2.82	10	2.77
				2	2.63			2	2.65	3	2.64		
25	2.543	8	2.52			2	2.51	4	2.53			6	2.53
35	2.444	10	2.42			4	2.48	4	2.43	2	2.47	6	2.43
2	2.384	1	2.32	2	2.38			4	2.34	2	2.38		
14	2.252	6	2.23	2	2.28	1	2.24	7	2.25	4	2.28	6	2.25
2	2.182							2	2.16	2	2.16		
10	2.074	6	2.05	1	2.03	1	2.08	4	2.06	2	1.998	3	2.07
6	1.952	8	1.969			1	1.965	7	1.982	4	1.990	3	2.973
2	1.924							2	1.931				
18	1.865	8	1.862					10	1.867			5	1.873
6	1.790	6	1.763	3	1.760			5	1.776	2	1.798	3	1.784
10	1.664	8	1.650					4	1.658	3	1.704	3	1.669
Также 42 дополнительные линии до 1.000								3	1.613			1	1.613
								2	1.582				
		3	1.533			1	1.572	1	1.556				
		6	1.485	2	1.476	1	1.506	7	1.499	6	1.507	3	1.503
		6	1.430					7	1.434	6	1.456	3	1.439
		1	1.394					3	1.401	2	1.416		
		6	1.362					10	1.370	7	1.379	5	1.368
						3	1.349	5	1.344				
		1	1.335			2	1.342	5	1.333				
		1	1.302					10	1.305			3	1.308

Примечание. *n* – межплоскостное расстояние в Å. Образцы 9228, 9961, 0214, 0217 – из нашей коллекции, обр. 2100/36 – из коллекции Л.И. Ефановой, обр. 222 – из коллекции Н.Ю. Никуловой. Аналитики: Янулова Л.А., Попова Т.Н.

Эти породы развиты на хр. Малдынырд и приурочены к зоне межформационного контакта рифей-вендского фундамента и палеозойского осадочного чехла. Ранее нами установлена геохимическая спе-

циализация субинтрузивных венд-кембрийских риолитов Малдинского комплекса и продуктов их гидротермального изменения и последующего размыва: апориолитовых сланцев, песчаников, гравелитов

Таблица 2. Химический состав включений в эвклазе, мас. %

Компонент	Образцы вмещающих пород и номера минеральных фаз											
	9228 – серицит-пирофиллитовый сланец					9961 – диаспорит						3107/02 – серицит-кварцевый сланец
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO ₂		8.51	10.39	2.18	37.11	13.18	9.86	0.75	9.22	13.65	1.46	1.74
TiO ₂		29.04	19.71					93.91				34.21
Al ₂ O ₃		4.87	3.59	2.48	20.79	6.68	6.81	12.99	6.10	12.57	31.30	1.55
Fe ₂ O ₃		5.46	4.05		0.61	1.55		2.81	34.84	5.76	0.58	
P ₂ O ₅	8.39			18.76		6.23	5.86		4.94	11.07	24.19	
As ₂ O ₅	33.83		1.74	14.82								
Nb ₂ O ₅		6.99	6.28					1.02				9.13
ZrO ₂			8.00		40.14							
ThO ₂		3.93	7.71	1.30	1.16	61.81	38.93		34.93	49.57		8.10
UO ₂			2.97									1.68
Y ₂ O ₃	42.03			44.16								12.05
La ₂ O ₃										2.07	15.51	
Ce ₂ O ₃		2.28	3.38				0.86			2.49	12.55	
Nd ₂ O ₃	0.72	1.30		0.87						0.87	2.36	2.38
Sm ₂ O ₃	1.57			1.34								2.54
Gd ₂ O ₃	3.13			2.16								3.28
Dy ₂ O ₃	3.92			3.09								3.38
Er ₂ O ₃	2.05			2.30								
Yb ₂ O ₃	1.92			1.87								

Примечание. Минеральные фазы: 1 – черновит, 2, 3 – эшинит (?), 4 – член изоморфного ряда ксенотим–черновит, 5 – циркон, 6, 7 – торит (?), 8 – рутил (?), 9, 10 – неидентифицированные существенно ториевые минералы, 11 – флоренсит, 12 – иттриоэшинит, обр. из коллекции Л.И. Ефановой.

и сланцев алькесвожской толщи. Все эти породы отличаются геохимическими аномалиями по элементам грейзенового парагенезиса: As–Be–W–Sn–Ge–Bi–REE. Были выявлены минералы-концентраторы мышьяка, иттрия и лантаноидов, в том числе редкие и очень редкие [2, с. 227, 231, 242, 275]; находка эвклаза прояснила и причину геохимических аномалий бериллия [2, с. 246].

После первой находки оказалось, что эвклаз пользуется в этом районе довольно широким распространением. Он обнаружен нами в тяжелых фракциях протолочных проб из пирофиллит-хлоритоидных сланцев, диаспор-пирофиллитовых и марганцовистых редкоземельных стяжений, из пегматоидных образований в каре оз. Грубепендита, сложенных гигантокристаллическим хлоритоидом, из гравелитов и алевропесчаников алькесвожской толщи и из гравелитов залегающей выше тельпосской свиты O₁tr, а также в поздних кварцевых жилах [2, с. 247; 6, с. 61].

Формы эвклаза в протолочках – кристаллы (рис. 1, а) и зерна. Кристаллы имеют призматический габитус, удлинены по оси *c* и часто уплоще-

ны по второму пинакоиду вплоть до табличек (рис. 1, б). На гранях призмы иногда наблюдается вертикальная штриховка. Для кристаллов характерна совершенная спайность по (010) и несовершенная по (100), (001) и (101) (рис. 1, в). Рентгенограммы эвклаза соответствуют эталону ASTM (табл. 1). Обычно минерал бесцветный и прозрачный, реже полупрозрачный. Однако встречаются и окрашенные эвклазы желтого, красно-коричневого и серо-зеленого цвета, окраска часто неравномерно распределена (например, один конец кристалла бесцветный, другой – красно-коричневый). Отметим, что красно-коричневый эвклаз мы долго принимали за диаспор (минерал, очень распространенный в этих породах).

При более детальных минералогических исследованиях (электронный сканирующий микроскоп JSM-6400 с энергетическим спектрометром Link, оператор В.Н. Филиппов) оказалось, что окраска эвклаза связана с многочисленными включениями минералов микро- и наноразмерности. Химический состав этих включений представлен в табл. 2. Анализ таблицы показывает, что наряду с

распространенными минералами (циркон, торит, рутил, флоренсит) наблюдаются и довольно редкие (черновит и члены изоморфного ряда ксенотим – черновит), а также впервые встреченные в данных породах эшинит, иттро-эшинит и фазы, пока не идентифицированные нами (например, состав 9 в табл. 2). Необходимо отметить присутствие практически во всех микровключениях кремнезема и глинозема: за исключением составов 3 и 11 (в табл. 2), наличие примесей этих оксидов обусловлено влиянием матрицы эвклаза и малыми размерами самих включений. В основном химические составы этих минералов мало соответствуют стандартным [7], что позволяет предполагать возможность присутствия среди микровключений новых (или очень редких?) минеральных фаз.

Известно, что бериллий накапливается в позднематематических и постмагматических продуктах, поэтому образование бериллосиликатов связано с поздними этапами кристаллизации кислой магмы в абиссальных условиях – с сохранением летучих компонентов [4]. Эвклаз является типичным минералом гранитных пегматитов, некоторых высокотемпературных кварцевых жил, грейзенов и жил альпийского типа. Е.В. Зайкова с соавторами описали эвклаз в девонских грейзенизированных риолитах Тувы [5]. Эвклаз они наблюдали в виде мелкозернистых скоплений и отдельных кристаллов, в участках окварцевания и кварцевых прожилках. Известны находки эвклаза в пегматитах Швеции, Эквадора, Индии, Германии, Танзании, Норвегии, в грейзенах различного состава [8, с. 427].

Наши многочисленные находки эвклаза в апо-риолитовых сланцах, по всему разрезу алькесвожской толщи и в гравелитах тельпосской свиты ясно указывают на его источник – малдинские риолиты, подвергшиеся в раннем кембрии (?) процессу грейзенизации. Ранее мы указывали, что при-

сутствие эвклаза в проблематичных по генезису апо-риолитовых диапоритах является аргументом в пользу метасоматической природы этих конвергентных гидролизатов [3]. Наличие в эвклазах различных микровключений сложного состава, как вполне сформированных, так и не полностью окристаллизованных, свидетельствует о том, что процессы минералообразования при изменении малдинских риолитов протекали с высокой скоростью, вероятно, из растворов с высокой концентрацией компонентов. Это также может трактоваться как дополнительный аргумент в пользу термальной (а не гипергенной) природы диапоритов и родственных им гематит-пиррофиллитовых сланцев [2, с. 275].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдонин В.Н., Поленов Ю.А. Очерки об уральских минералах. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. 412 с.
2. Геохимия древних толщ Севера Урала / Под ред. Н.П. Юшкина. Сыктывкар: Геопринт, 2002. 333 с.
3. Козырева И.В., Юдович Я.Э., Швецова И.В. и др. Глиноземистые и железистые породы Приполярного Урала / Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 102 с.
4. Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, 1983. С. 455–456.
5. Зайкова Е.В., Кудрявцева А.И., Хворов П.В. // Урал. минерал. сб., 1998. № 8. С. 114–117.
6. Козырева И.В., Швецова И.В. В сб.: Литогенез и геохимия осадочных формаций Тимано-Уральского региона. Сыктывкар, 2002. № 4. С. 54–63.
7. Куликов Б.Ф., Зуев В.В., Вайншиенкер И.А. Минералогический справочник технолога-обогапителя. Л.: Недра, 1978. 206 с.
8. Минералы: Справочник. М.: Наука, Т. 3. В. 1. 1972. С. 424–429.