

МИНЕРАЛОГИЯ

М. Н. ШКАБАРА и Е. А. ШТУРМ

**ДАТОЛИТ ИЗ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ ГРУППЫ КАРАДАГА В КРЫМУ**

*(Представлено академиком А. Е. Ферсманом 10 V 1939)*

При неоднократных посещениях Карадага датолит нами был найден, кроме Андезитовой сопки, на хребте Карагач в коренном залегании андезитов в виде прекрасно образованных водяно-прозрачных кристаллов, в некоторых случаях достигающих 0.5—1 см поперечного сечения. Как в первом, так и во втором месторождениях датолит выделяется в жеодах и трещинах, но при этом месторождения отличаются характером выделения, парагенезисом и обликом кристаллов.

Найденные нами кристаллы по своему габитусу значительно отличались от уже описанных для Карадага, а также отличались и по цвету, прозрачности и условиям выполнения пустот, что заставило нас произвести гониометрические и химические их исследования.

**Андезитовая сопка.** Обозначаемая некоторыми авторами как «Развалка», «Каменоломня», «Сыры-кая на Тепсене», находится на северном крыле Карадагской изверженной группы близ деревни Коктебель. Датолит обыкновенно встречается здесь в жеодах и выполненных трещинах, являясь главной их составной частью, в ассоциации с кальцитом, кварцем, делесситом и анальцимом. Для этого месторождения устанавливается следующая последовательность этих минералов: по С. П. Попову<sup>(2)</sup>: 1) делессит, кварц, часто зеленоватый, иногда аметист и датолит; 2) делессит, кварц, анальцим, датолит; 3) сплошная корка кальцита, корка лучистого датолита (ботриолита), а также нами установлено: 4) хорошо образованные кристаллы кальцита 1-й генерации (до 2—3 см), датолит в виде сплошной массы или сростков кристаллов, корка или кристаллы кальцита 2-й генерации.

Датолит Андезитовой сопки чаще всего фиолетового цвета. Хорошо образованные кристаллы встречаются редко. В табл. 1 приведен химический анализ фиолетовых кристаллов датолита.

**Хребет Карагач.** Датолит этого месторождения приурочен к трещинам андезитовых пород, он выполняет эти трещины водяно-прозрачными кристаллами от 0.2 до 1 см в поперечнике. Изучение образцов указывает на следующий порядок выделения минералов, встречающихся совместно с датолитом: кальцит, пирит, томсонит и датолит. Химический анализ водяно-прозрачных кристаллов датолита приведен в табл. 1.

На хребте Карагач кроме андезитов датолит в виде мутных боченкообразных кристаллов встречается в туфах совместно с кальцитом. Анализ этих кристаллов приведен также в табл. 1.

Таблица 1

	Анализ фиолетовых кристаллов датолита из Андезитовой сопки			Анализ водянопрозрачных кристаллов датолита из андезитов хр. Карагач			Анализ мутных боченкообразных кристаллов датолита из туфов хр. Карагач		
	Содержание в %	Молекул. соотнош.	Молекул. колич.	Содержание в %	Молекул. соотнош.	Молекул. колич.	Содержание в %	Молекул. соотнош.	Молекул. колич.
SiO <sub>2</sub> . . . . .	36.83	614	1.98	37.08	631	2.04	37.55	627	2.03
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.45	—	—	0.29	—	—	0.33	—	—
CaO . . . . .	35.52	634	} 2.06	35.41	633	} 2.06	35.39	632	} 2.06
MgO . . . . .	0.19	5		0.17	4		0.26	6	
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O . . . . .	Следы	—	—	Следы	—	—	Следы	—	—
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	21.66	311	1	21.51	309	1	21.50	309	1
H <sub>2</sub> O . . . . .	6.12	340	1.09	6.00	333	1.08	5.86	325	1.05
Сумма . . . . .	100.77			100.56			100.89		

Формула:  $2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{CaO} \cdot \text{B}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

Приведенный выше парагенезис и последовательность выделения датолита и ассоциирующих с ним минералов показывает, что датолит кристаллизуется всюду после кальцита и цеолитов.

Как видно из сравнения трех наших анализов датолитов, состав их очень близок между собой и очень близок к теоретической формуле:  $\text{HCaBSiO}_5$ .

Для кристаллографического описания были взяты кристаллы из небольших трещин андезитов хребта Карагач, расположенные как на кальците, так и непосредственно на пластинках томсонита. Все кристаллы были разделены на четыре группы соответственно комбинациям. По одному представителю из этих групп, дающему хорошие рефлексы, было измерено на гониометре Гольдшмидта и вычерчено. В тексте приняты обозначения Гольдшмидта.

В отличие от датолитов из Андезитовой сопки кристаллы Карагачского месторождения всегда имеют хорошо образованную призматическую зону и прирастают одним концом оси *Z* к породе.

Кристаллы датолита—моноклинной системы, большей частью имеют хорошо развитую головку.  $d=2.93$ .

При измерении было обнаружено 37 форм. Эти формы сведены в табл. 2. В таблице приведены также индексы и буквенные обозначения по Гольдшмидту и Дана.

Наибольшее развитие имеют следующие формы: (100), (110), (120), (210), (111) (101), (011), (001), ( $\bar{1}$ 01), ( $\bar{5}$ 22), ( $\bar{5}$ 22) (342). Простые формы  $\lambda$  (111),  $\psi$  (104),  $\omega$  (211), *U*: (342),  $\bar{f}$  ( $\bar{5}$ 22),  $\alpha$  ( $\bar{1}$ 21) являются новыми для Крыма; формы же *p* (141), *g* (139), *k* ( $\bar{1}$ 41), *l* ( $\bar{4}$ 73), *m* ( $\bar{7}$ 43), *d* (13.5.5), *z* ( $\bar{7}$ 13) могут считаться вообще новыми.

Грань (011) во многих случаях исстрихована; причиной является повторяемость комбинации ее с (122), как это было отмечено С. П. Поповым. В табл. 3 приведены результаты измерений для новых граней. Что касается ранее известных граней, то для них результаты измерений очень близки к уже опубликованным в литературе, и поэтому их мы не приводим.

Таблица 2

Гольдшмидт		Дана		Гольдшмидт		Дана		Гольдшмидт		Дана	
<i>a</i>	001	<i>a</i>	100	<i>p</i>	141	Обозначения наши		<i>κ</i>	$\bar{141}$	Обозначения наши	
<i>b</i>	010	<i>b</i>	010	<i>m</i>	126?	То же		<i>ν</i>	$\bar{122}$	<i>ν</i>	$\bar{111}$
<i>c</i>	100	<i>c</i>	001	<i>z</i>	139	» »		—	$\bar{121}$	—	$\bar{122}$
<i>m</i>	120	<i>m<sub>x</sub></i>	011	<i>M</i>	011	<i>m</i>	110	<i>ε</i>	$\bar{111}$	<i>ε</i>	$\bar{112}$
<i>t</i>	320	<i>t</i>	013	<i>O</i>	021	<i>O</i>	120	<i>Σ</i>	$\bar{103}$	<i>Σ</i>	$\bar{302}$
<i>g</i>	110	<i>g</i>	012	<i>γ</i>	221	<i>γ</i>	124	<i>μ</i>	$\bar{211}$	<i>μ</i>	$\bar{114}$
<i>σ</i>	210	<i>σ</i>	014	<i>W</i>	211	<i>W</i>	114	<i>α</i>	$\bar{221}$	<i>α</i>	$\bar{124}$
<i>λ</i>	111	<i>Φ</i>	112	<i>U</i>	342	<i>U</i>	123	<i>i</i>	$\bar{342}$	<i>i</i>	$\bar{123}$
<i>x</i>	101	<i>x</i>	102	<i>H</i>	3.7.21?	Обозначения наши					
<i>n</i>	122	<i>n</i>	111	<i>L</i>	322	<i>L</i>	113	<i>ω</i>	$\bar{311}$	<i>ω</i>	$\bar{116}$
<i>ψ</i>	104	<i>ψ</i>	201	<i>ι</i>	522	<i>ι</i>	115	<i>χ</i>	$\bar{522}$	<i>χ</i>	$\bar{115}$
<i>Q</i>	121	<i>Q</i>	122	<i>ξ</i>	101	<i>ξ</i>	102	<i>λ</i>	$\bar{473}$	Обозначения наши	
								<i>z</i>	$\bar{713}$	То же	
								<i>m</i>	$\bar{743}$	» »	
								<i>δ</i>	$\bar{13.5.5}$	» »	

Таблица 3

Формы	Число кристаллов	Число граней	Измеренные		Вычисленные	
			<i>P</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
<i>κ</i> $\bar{141}$	1	1	69°17'	21°30'	69°55'	338°30'
<i>z</i> 139	1	1	14°50'	33°15'	14°45'	151°53'
<i>p</i> 141	1	2	69°55'	262°23'	69°50'	21°01'
<i>λ</i> $\bar{473}$	1	1	63°30'	101°15'	63°25'	219°53'
<i>m</i> $\bar{743}$	1	1	69°25'	127°10'	69°25'	245°48'
<i>δ</i> $\bar{13.5.5}$	1	1	68°53'	294°00'	68°50'	194°06'
<i>α</i> $\bar{713}$	2	2	69°07'	265°55'	69°00'	176°00'

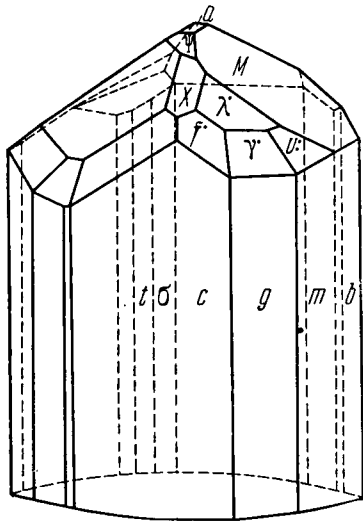
Как видно из прилагаемых фиг. 1, 2, 3, 4, грань (001) варьирует в размерах. Тесное совместное нахождение датолита с томсонитом вызывает развитие граней (522), ( $\bar{522}$ ), (342) и количественное увеличение граней головки (фиг. 1, 2) Пинакоидальная грань (001) уменьшается. В кристаллах, выкристаллизовавшихся на кальците или породе, пинакоид (001) и грань (101) увеличиваются (фиг. 3, 4), а также уменьшается грань (011) и приобретает развитие задняя часть головки с появлением граней (211), (111) (фиг. 1, 2, 3, 4).

Из новых граней (141) и ( $\bar{713}$ ) встречены на двух кристаллах. Все новые грани за исключением ( $\bar{713}$ ) представлены маленькими хорошо образованными треугольными плоскостями и дают хорошие рефлексы (фиг. 3).

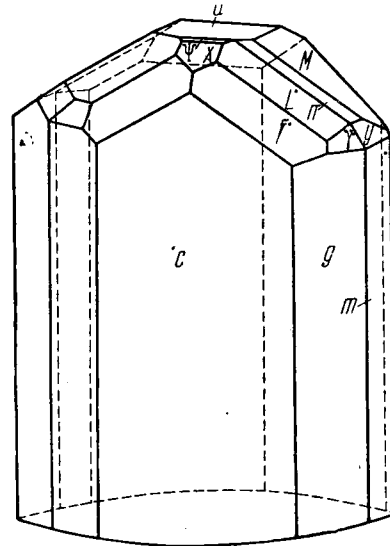
Комбинации форм, наблюдавшиеся на карадагских датолитах, разнообразны и сведены С. П. Поповым<sup>(3)</sup>, поэтому мы приводим только комбинации форм для датолитов из хребта Карагач (табл. 4).

№	Комбинации
1	$a, b, c, m, t, g, c, \lambda^*, x, n^*, \psi, O, M, v^*, \xi, z, i:, k, \gamma^*, \{, H:, n, m.$
2	$a, c, m, g, c, \lambda, x, n^*, \psi, \gamma^*, W, U:, L., \{, \xi, i:, v, —, .$
3	$a, c, m, g, x, M, Q, P, S, v, \epsilon^*, \Sigma, \mu, a^*, U: x^*, l, m.$
4	$a, c, m, g, x, \epsilon, \xi, \Sigma, \mu, x^*, z, \omega^*, \delta, i:.$

Кроме констатированных нами форм для Карадага указывается вышеупомянутыми авторами еще:  $h$  (340),  $\Omega$  (410),  $s$  (103),  $i$  (031)  $\Phi$  (1.2.12),  $y$  (241),  $\beta$  (142),  $\chi$  (235),  $\lambda$  (321),  $B$  (142),  $\Pi_0$  (116),  $P$  (2.2.15),  $A_0$  (1.1.12). Таким образом для Карадага можно констатировать два типа кристаллов. Главное различие кристаллов—в присутствии хорошо образованной приз-



Фиг. 1.



Фиг. 2.

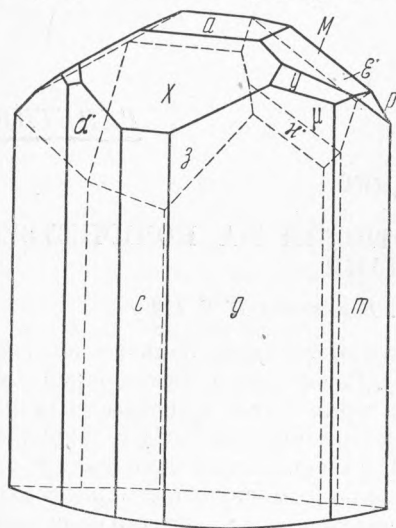
матической зоны в датолитах хребта Карагач. Датолиты из хр. Карагач как по формам и комбинациям, так и по ассоциациям минералов близки к датолитам цеолитовых месторождений Верхнего озера, описанным Озаном<sup>(7)</sup>.

Кристаллы Андезитовой сопки боченкообразного облика и напоминают по формам и комбинациям тирольские датолиты, описанные Рихельманом<sup>(6)</sup>, и датолиты из Бергенхил (Bergen Hill) в США.

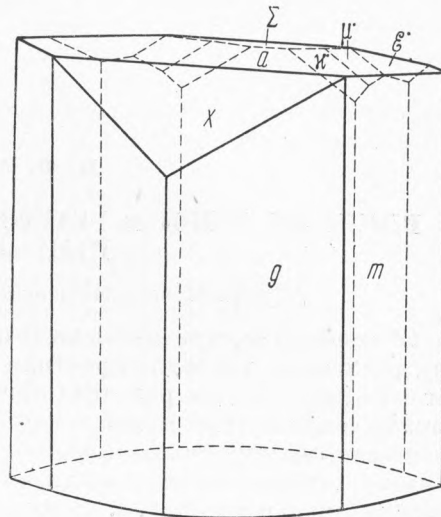
Как видно из приведенных выше данных, датолит кристаллизуется после кальцита и цеолитов. Это еще раз подтверждает взгляд, высказанный одним из авторов этой статьи в предыдущей работе<sup>(4)</sup>, что на Карадаге в трещинах и жеодах минералы выделяются в две фазы. Авторы склонны думать, что датолит образовался во 2-ю фазу, т. е. при внедрении кератофигов, прорезывающих как андезиты, так и туфы. Такое предположение подтверждается еще и тем, что анализим, встречающийся в районе нахождения датолита, изменен, и как показали анализы, обогащен Са и К, т. е. подвергся воздействию эманаций из кератофигов.

Как нам известно, за последние годы исследователи приходят к заключению, что цеолитизация в основных эффузивных породах связана с периодом остывания и рассматривается, как фаза поствулканического процесса в еще не остывших породах. Следовательно нахождение датолита в ассоциации цеолитов и тот факт, что датолит кристаллизуется в некоторых случаях после томсонита, указывают на гидротермальное выделение датолита.

Бор в термальных растворах находился в виде анионов  $(B_4O_7)^{2-}$  или же  $(BSi_2O_6)^{1-}$ . Наличие  $(B_4O_7)^{2-}$  в термальных растворах подтверждается нахо-



Фиг. 3.



Фиг. 4.

ждением бору в некоторых горячих источниках в довольно большом количестве. Наличие анионов  $(BSi_2O_6)^{1-}$  в гидротермальных водах базируется на существовании минерала сирлезита  $NaBSi_2O_6 \cdot H_2O$ , выпадающего в термальных источниках легко растворимого в горячей воде без разрушения  $(B_4O_7)^{2-}$ .

В заключение авторы приносят благодарность Е. Е. Костылевой, В. В. Щербине и Н. А. Смольянинову за их помощь в работе.

Научно-исследовательский институт геологии.  
Харьков.

Поступило  
9 V 1939.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> П. Мурзаев, Труды Крымского научно-исследовательского института, II, вып. 2 (1929). <sup>2</sup> С. П. Попов, Ежегодн. геол. и минерал. России, XIII, вып. 5—6 (1911). <sup>3</sup> С. П. Попов, Минералогия Крыма (1938). <sup>4</sup> М. Шкабара, Учені записки Харківськ. Унів., № 6—7 (1936). <sup>5</sup> G ö r g e y u. G o l d s c h m i d t, Ueber Datolith, ZS. f. Krist., XLVIII (1911). <sup>6</sup> R i e c h e l m a n n, ZS. f. Kryst., 12, 486: H i n t z e, Handb. d. Min., 11, 173 (1897). <sup>7</sup> O s a n n, ZS. f. Kryst., 24 (1895).