

Н. Т. ШИТОВКИН, А. С. МИХАЙЛОВ, В. А. СУПРЫЧЕВ
**ЮРСКИЕ МОРДЕНИТОВЫЕ ПОРОДЫ ВУЛКАНИЧЕСКОЙ
ГРУППЫ КАРАДАГА (КРЫМ)**

(Представлено академиком А. В. Сидоренко 8 VII 1974)

В результате массового применения рентгеноструктурного анализа при геологических исследованиях в последние 15—20 лет обнаружено, что цеолиты являются широко распространенными аутигенными алюмосиликатами в осадочных и вулканогенно-осадочных породах. Цеолиты, в частности, развиваются по вулканическому стеклу пепловых туфов кислого состава. При этом образуются микрокристаллические породы, сложенные клиноцилолитом, морденитом, филлипситом, эрионитом, шабазитом. Почти мономинеральные цеолитовые породы такого типа были открыты в США, Японии, СССР и других странах (3-7). Характерно, что все известные до сих пор находки цеолитизированных туфов промышленного типа были связаны только с молодыми комплексами, имеющими возраст не древнее верхнего мела. Нами обнаружены морденитовые породы такого же типа в Карадаге (Крым), образовавшиеся по кислым вулканическим породам юрского возраста. Эти породы были неоднократно и детально описаны в литературе (1) под названием трассы.

Трассы слагают значительную часть Святой горы, входящей в горную систему Карадага, расположенную в Восточном Крыму между Феодосией и Судакком. Массив

Святой горы представляет собой тектонический блок, ограниченный со всех сторон разрывными нарушениями (рис. 1). Толща вулканических пород Святой горы общей мощностью около 950 м (1) представлена кератофирами, спилитами и их туфами и туфобрекчиями, а также трассами, слагающими центральную и северные части горы (рис. 1). Трассы имеют пластовое залегание; они слоисты; падение их крутое, до опрокинутого; мощность их оценивается в 300—350 м. Возраст трассов на основании находок фауны в прослоях туффитов определяется как верхнебайосский (1).

Макроскопически трассы представляют собой плотную крепкую породу с полураковистым изломом голубовато-зеленого до светло-серого цвета, однородного или брекчиевого сложения. В скальных обнажениях иногда наблюдается развитие по трещинкам зеленоватого глинистого минерала, оказавшегося, по данным рентгеноструктурного анализа, монтмориллиони-

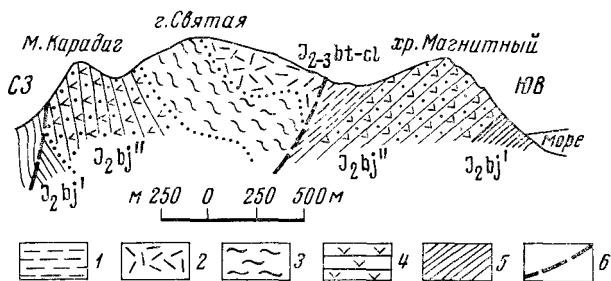


Рис. 1. Схематический разрез через Святую гору и Магнитный хребет по (1). 1 — глины и алевроиты бата и келловей; 2 — кислые эффузивные породы; 3 — трассы (кварц-морденитовые породы); 4 — туфы и туфобрекчии, спилиты и др., верхний байос; 5 — сланцевые глины и флишеидные образования среднего (?) байоса; 6 — разрывы

том. Изредка на отдельных обломках породы наблюдаются оторочки из кристалликов анальцима толщиной до нескольких миллиметров (²). Некоторые образцы трассов обогащены кремнеземом и имеют яшмовидный облик.

Образцы трассов, отобранные из заброшенного карьера, под микроскопом определяются как витрокластические туфы с пещовой структурой. Состоят из различного размера обломков измененного вулканического стек-

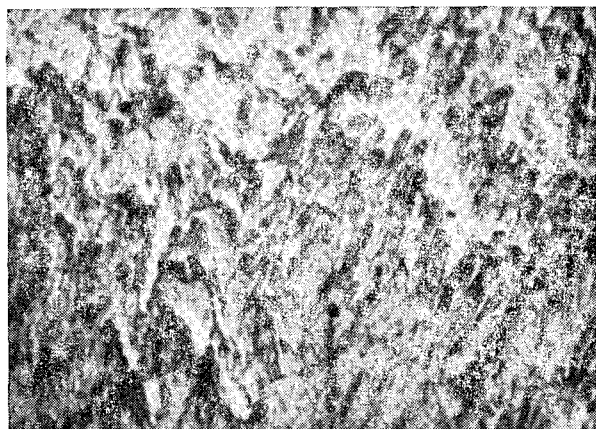


Рис. 2. Агрегаты игольчатых кристаллов морденита, разбивающиеся по основной массе трасса (Обр. № 5194). Угольная реплика. 10 000×

ла, которые легко угадываются по разной ориентации флюиальности в разных участках шифа. Реликты границ зерен нечеткие, и иногда создается впечатление, что осколки стекла тесно примыкают друг к другу (сварены). Вкраплениями представлены довольно свежими плагиоклазами, отвечающими лабрадору или андезиту (размер 0,5—1,0 мм). Редко встречаются также зерна кварца.

Большая часть породы замещена микроагрегатами слегка зеленоватого или бесцветного минерала (морденита) с показателем преломления 1,47—

Таблица 1

Химический состав морденитовых пород — трассов (вес.%)

Компонент	№ 901	№ 902	№ 904	№ 908	№ 5194	№ 5195
SiO ₂	73,71	76,13	68,72	75,22	74,77	70,22
TiO ₂	0,08	0,06	0,08	0,06	0,07	0,10
Al ₂ O ₃	11,56	10,44	13,37	10,56	11,28	12,92
Fe ₂ O ₃	0,32	Не обн.	0,75	0,56	0,10	0,43
FeO	0,86	1,48	0,64	1,38	0,86	1,07
MnO	Сл.	Сл.	0,01	Сл.	0,01	Сл.
MgO	0,34	0,05	0,78	0,09	0,29	0,39
CaO	1,85	0,45	1,85	1,63	1,55	2,06
Na ₂ O	2,87	0,25	3,33	2,67	2,77	2,99
K ₂ O	1,55	0,42	1,57	1,71	1,89	1,30
SO ₃	0,46	0,12	0,94	0,21	0,23	0,50
CO ₂ +H ₂ O (>105°)	5,65	0,65	6,86	5,32	5,51	6,96
Сумма	99,25	99,05	98,90	99,41	99,34	98,94
Влага при ≤105°	4,19	0,18	4,98	3,86	3,79	4,90

Примечание. Обр. № 901 — массивный, голубоватый трасс; № 902 — яшмовидный; № 904 — массивный, светло-серый; № 908 — яшмовидный; № 5194 — массивный, зеленоватосерый; № 5195 — массивный, с окраской отдельных участков светло-серой и голубовато-зеленой.

1,48 и очень слабым двупреломлением; среди них различаются игольчатые кристаллики длиной до 0,05 мм, образующие радиально-лучистые агрегаты и щеточки. В отдельных участках шлифа замещающий материал очень похож на халцедон.

Изучение трассов под электронным микроскопом (М. К. Мухитдинова) показало, что участками порода слагается одинаково ориентированными игольчатыми кристаллами, форма которых характерна для морденита (рис. 2). Местами такие кристаллы заполняют резко ограниченный в породе участок, вероятно бывшую пустотку, причем по длинной оси ориентируются перпендикулярно или почти перпендикулярно к стенкам пустотки. Размеры кристалликов в таких пустотках, как правило, значительно больше, чем в основной массе породы.

Рентгенографическое исследование трассов проводилось на дифрактометре УРС-50ИМ с Си-излучением и Ni-фильтром (В. В. Власов). Из наиболее интенсивных рефлексов (в порядке уменьшения, А) 3,34; 3,47; 3,2; 9,1; 6,59; 3,99 один принадлежит кварцу (3,39 Å), а остальные — мордениту. Сравнение дифрактограмм карадагских трассов (обр. №№ 904 и 5192) с дифрактограммами морденитовой породы из Закавказья (обр. № 657) и синтетического морденита NaM — П-45 показывает их полную идентичность по наиболее сильным отражениям, характерным для морденита (рис. 3). Аналогичные рентгеноструктурные характеристики имеют и морденитовые породы из зарубежных стран (8). Таким образом, по данным рентгеноструктурного анализа уверенно устанавливается, что основную массу изученных образцов трассов представляет смесь морденита и кварца.

Кривые термического анализа, полученные на дериватографе МОМ (Ю. А. Фомичев), обнаруживают широкий эндотермический эффект в интервале 50—300°, сопровождающийся потерей веса до 7—8%. Он обязан дегидратации морденита. Дальнейшее нагревание приводит лишь к небольшой потере веса (до 2—3%), растягивающейся до температур 700—800°. Термические кривые разных образцов трассов, синтетического морденита и морденитовой породы Закавказья различаются между собой в основном лишь величиной потери веса.

Емкость адсорбции по парам воды (вес. %) в статических условиях колеблется у изученных 11 образцов в следующих пределах: при относительной влажности (о.в.) 2% от 4,71 до 8,20, при о.в. 40% от 4,95 до 8,72, при о.в. 100% от 8,47 до 14,07. Наиболее высокое значение адсорбционной емкости изученных образцов сопоставимы с таковой лучших проб цеолитовых пород Айдагского, Бадхызского и других месторождений цеолитов. Большая часть яшмовидных, обогащенных SiO₂ образцов трассов показывают низкую адсорбционную емкость — ниже 1—2%.

Химические анализы (табл. 1) показывают высокое содержание кремнезема, особенно в яшмовидных трассах, а также изменчивый катионный

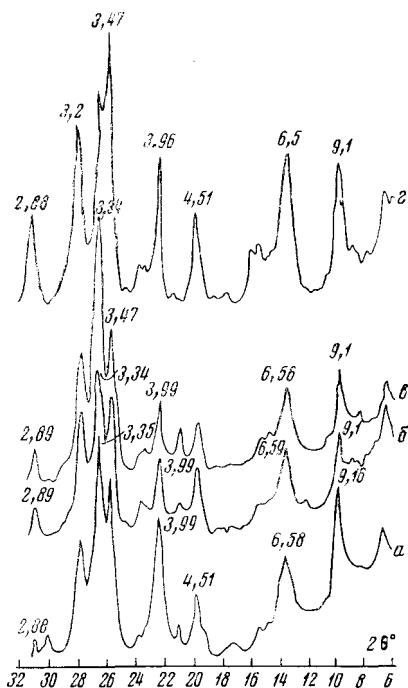


Рис. 3. Дифрактограммы морденитовых пород: а — обр. № 657, Закавказье; б, в — обр. №№ 904 и 5192 — трассы Святой горы; з — синтетический морденит NaM — П-45

состав. Большинство изученных образцов является преимущественно кальциево-натриевыми, часть содержит значительную долю калия.

Приведенные результаты петрографического изучения и физико-химических исследований свидетельствуют о том, что многократно описанные в литературе трассы Карадага являются морденитовыми породами, состоящими в основном из морденита и кварца с небольшой примесью глинистых и некоторых других минералов. Содержание морденита, определенное по соотношению интенсивности характерных для морденита рефлексов на дифрактограммах в совокупности со значениями потери веса при нагревании и адсорбционной емкости по парам воды, колеблется для большей части изученных образцов в пределах 30–60%, изредка поднимаясь до 70–75%. Разновидности обогащенных SiO₂ яшмовидных трассов характеризуются более низкими содержаниями морденита или полным его отсутствием.

Наиболее богатые морденитом разности пород Карадага могут найти практическое применение как адсорбенты, молекулярные сита и катализаторы. Кроме того, открытие морденитовых пород юрского возраста расширяет возрастной интервал перспективных на промышленные типы цеолитов вулканогенно-осадочных отложений, поскольку до сих пор существовало представление, что цеолиты промышленного типа связаны с породами не древнее верхнемеловых (³, ⁵⁻⁷).

Всесоюзный научно-исследовательский
институт геологии нерудных полезных ископаемых
Казань

Поступило
4 VII 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. И. Лебединский, Н. Н. Макаров, Вулканизм Горного Крыма, Киев, 1962.
² Н. Н. Макаров, В. А. Сунрычев, ДАН, т. 151, № 1 (1963). ³ А. С. Михайлов, А. И. Кричари, Сов. геол., № 4 (1970). ⁴ А. С. Михайлов, А. И. Кричари, С. Е. Маслов, ДАН, т. 199, № 3, (1971). ⁵ R. L. Hay, Geol. Soc. Am. Spec. Paper, № 85 (1966).
⁶ Iijima Azuma, Utada Minoru, Japan. J. Geol. and Geogr., v. 42, № 1–4 (1972).
⁷ R. A. Sheppard, Mol. Sieve zeolites, v. 1, Washington, 1971, p. 279. ⁸ R. A. Sheppard, A. J. Gude, Geol. Surv. Prof. Paper, № 634 (1969).