

## ЦЕОЛИТЫ ЗАПАДНОЙ ОКРАИНЫ КАРАДАГА, ГОРНЫЙ КРЫМ

Э.М. Спиридонов, Е.В. Путинцева, С.К. Ряховская, Н.Н. Кривицкая, Е.С. Дуброва

Карадагский вулканический массив своей красотой и разнообразием минералов и самоцветных камней издавна привлекает внимание геологов и минералогов, художников и поэтов. В их числе замечательный поэт камня академик Александр Евгеньевич Ферсман, чудесный поэт и художник Максимилиан Александрович Волошин. Метавулканиды Карадага вмещают около 20 минеральных видов цеолитов, что максимально для Крыма. Существенный вклад в изучение цеолитов и сопутствующих минералов Карадага внесли С.П. Попов [1], П.Н. Чирвинский [2], А.Е. Ферсман [3], Н.А. Орлов (1913 г.), О.А. Бринкен (1914 г.), П.А. Двойченко (1914 г.), П.М. Мурзаев (1929 г.), Ф.Ю. Левинсон-Лессинг [4], С.Д. Четвериков (1935 г.), М.Н. Шкабара [5, 6], В.И. Степанов, К.Н. Савич-Заболоцкий (1954 г.), Н.М. Ивкин (1955 г.), И.А. Квальвасер (1957 г.), Н.В. Логвиненко (1964 г.), А.Г. Гриваков (1967 г.), В.А. Супрычов [7-9], А.И. Тищенко (2004 г.), Н.В. Котов (2007 г.), Э.М. Спиридонов [10]. Особое место занимают детальные исследования В.И. Степанова. Точно диагностированные им карадагские образцы экспонированы в Минералогическом музее РАН им. А.Е. Ферсмана и ГГМ РАН им. В.И. Вернадского.

В позднеюрское время вулканиды Карадага позднебайосского возраста вместе с окружающими терригенными толщами Т2-Ј1 и Ј2 были интенсивно дислоцированы, погружены на глубину не менее 3-5 км, захвачены процессами регионального низкоградного метаморфизма в условиях цеолитовой, затем низкотемпературной части пренит-пумпеллиитовой, и вновь цеолитовой фации [10]. Карадагский вулканический массив «поставлен на голову», разбит системами разномасштабных разломов, вдоль которых изменённые вулканиды обильно пропитаны селадонитом и/или цеолитами, и/или халцедоном... Цеолитовая и более молодая агатовая минерализация наложены на тектонизированные метавулканиды, которые пересечены бесчисленными жилами и прожилками цеолитов, кальцита, халцедона... Эти же минералы заполнили газовые пустоты вулканидов. Агрегаты цеолитов и агаты не тектонизированы.

На западе Карадагского вулканического массива, возле Кузьмичёва камня среди спилитов и метатуфов базальтового состава, которые богаты Са, развиты кальциевые цеолиты - гейландит и редкий сколецит. Более поздние образования по составу всё более натровые - широко развитый Na-Са цеолит – мезолит сменяют Na цеолиты - натролит и затем анальцим. Спилиты и метатуфы с прожилками селадонита с гейландитом пересечены прожилками с мезолитом и натролитом. Брекчированные спилиты содержат массу миндалинов, гнёзд, жил и прожилков мезолита, натролита, анальцима, кальцита (и пирита). Сферолиты молочно-белого мезолита заполнили большую часть миндалинов в спилитах и значительную часть объёма жил и цемента брекчий. На длинные призмы мезолита вырос прозрачный натролит. После наблюдений макроскопических и микроскопических создаётся полное впечатление, что натролит вырос на мезолит эпитаксически, как это описано во многих работах. Однако детальные наблюдения показали, что это не так. Натролит своеобразно замещает кристаллы мезолита, в одних кристаллах снаружи, а часто изнутри – вдоль оси кристаллов или «хаотично». Вероятный механизм замещения мезолита натролитом - катионный обмен Са на Na. Агрегаты мезолита и натролита цементирует золотисто-коричневый кальцит с или без анальцима. Анальцим с кальцитом (и пиритом) слагает и

обособленные гнезда, жилы и цемент брекчий. Размер кристаллов анальцима до 32 мм. По результатам микрондовых анализов, химический состав цеолитов запада Карадага: мезолит -  $\text{Na}_{1.96}\text{Ca}_{2.00}[\text{Al}_{5.97}\text{Si}_{9.03}\text{O}_{30}] 8(\text{H}_2\text{O})$ , натролит -  $\text{Na}_{1.92}\text{Ca}_{0.01}[\text{Al}_{1.99}\text{Si}_{3.03}\text{O}_{10}] 2(\text{H}_2\text{O})$ , анальцим -  $\text{Na}_{1.87}\text{Ca}_{0.01}[\text{Al}_{2.01}\text{Si}_{4.02}\text{O}_{12}] 2(\text{H}_2\text{O})$ , К, Sr, Ba, Mg в их составе не обнаружены.

Более поздние образования - преобладающий халцедон в ассоциации с высококремнезёмистым Na цеолитом – морденитом. Жилы халцедона пересекли жилы с мезолитом, натролитом и анальцимом.

Наиболее вероятно, что описанный тренд был обусловлен ростом фугитивности  $\text{CO}_2$  в ходе поздней стадии низкоградного метаморфизма в условиях средне- или низкотемпературной субфации цеолитовой фации. Углекислота во всё большей степени связывала кальций в кальцит, способствуя смене Ca цеолитов – гейландита и сколецита - Ca-Na мезолитом, затем формированию Na цеолитов – натролита и анальцима, далее - способствуя разрушению цеолитов и образованию халцедона, в том числе знаменитых нежных агатов Карадага.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 16-05-00241).

#### Литература

1. Попов С.П. Минералогия Крыма. М.: изд. АН СССР. 1938. 352 с.
2. Чирвинский П.Н. Цеолиты Карадага // Изв. Донского политехн. ин-та. Новочеркасск. 1919. Т. VII. С. 168-208.
3. Ферсман А.Е. Материалы к познанию цеолитов России // Тр. Геол. музея им. Петра Великого Император. АН. СПб.: 1911. Т. VII. Вып. 5. С. 181-204.
4. Левинсон-Лессинг Ф.Ю., Дьяконова-Савельева Е.Н. Вулканическая группа Карадага в Крыму. Л: изд. АН СССР. 1933. 150 с.
5. Шкабара М.Н. О цеолитах Крыма // Докл. АН СССР. 1940. Т. 26. № 7. С. 667-669.
6. Шкабара М.Н. Минералогия крымских и некоторых кавказских месторождений цеолитов. Дисс. докт. геол.-мин. наук. Харьков. 1951. 474 с.
7. Супрычёв В.А. О гидротермальном апофиллите в вулканических породах Карадага (Крым) // Минерал. сб. 1968. № 22. Вып. 3. С. 309-311.
8. Супрычов В.А. Морденит з ефузивних порід Кара-Дагу (Крим) // Доповіді АН УССР. Сер. Б. 1968. № 2. С. 125-128 (на укр.).
9. Супрычов В.А. Хабазит з гідротермалітів Карадагу // Доповіді АН УССР. Сер. Б. 1971. № 6. С. 518-521 (на укр.).
10. Спиридонов Э.М., Ладыгин В.М., Янакиева Д., Фролова Ю.В., Семиколенных Е.С. Агаты в метавулканитах (геологические обстановки, параметры и время превращения вулканитов в мандельштейны с агатами) // Спецвыпуск Вестника РФФИ. МОЛНЕТ. 2014. 66 с.