

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
МЕЖДУВЕДОМСТВЕННЫЙ ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ

# ПРИРОДНЫЕ ЦЕОЛИТЫ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
Москва 1980

став формации - трахиандезито-базальтовый и трахибазальтовый - способствует образованию цеолитов с пониженным содержанием  $\text{SiO}_2$  - анальцима, натролита, мезолита, сколецита, томсонита, стильбита; андезито-дацитовый и андезитовый - гейландита, томсонита, стильбита; а кислый андезито-базальто-липаритовый - высококремнистых цеолитов - клиноптилолита и морденита.

#### Литература

- Абдуллаев Р.Н. Казахский комплекс цеолитсодержащих вулканических пород. - Изв. АН АзССР. Сер. геол.-геогр. наук, 1959, № 6.
- Абдуллаев Р.Н. Мезозойский вулканизм северо-восточного склона Малого Кавказа. Баку, 1963.
- Авакян Г.С. Цеолитовые породы Ноемберянского района Армянской ССР и перспективы их освоений. - Изв. АН АрмССР. Сер. наук о Земле, 1973, № 5.
- Азизбеков Ш.А., Исмаил-заде А.Д., Мамедов М.Н. Анальцимовые туфы трахиандезитов Тальша. - Изв. АН АзССР. Сер. наук о Земле, 1970, № 6.
- Азизбеков Ш.А., Мамедов М.Н. Цеолиты субшелочной базальтоидной формации Тальша. - Изв. АН АзССР. Сер. наук о Земле, 1974, № 3.
- Ализаде А.А. О трассах бассейна р. Инджасу. - Изв. АН АзССР, 1962, № 6.
- Амиров С.Т., Елчиев Я.М., Мамедов Х.С. Рентгеновское исследование цеолитов Нахичеванской АССР. - Литол. и полезные ископ., 1976а, № 3.
- Амиров С.Т., Елчиев Я.М., Мамедов Х.С. Рентгеновское исследование цеолитсодержащих пород Азербайджана. - Азерб. хим. журн., 1976б, № 6.
- Амиров С.Т., Мамедов Х.С. Некоторые вопросы кристаллохимии цеолитов. - Геохимия, 1968, № 11.
- Аскеров Ф.Г. Верхнемеловые и палеогеновые вулканические формации Казахского прагиба: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Баку, 1966.
- Ахундов Ф.А. Верхнемеловой вулканизм Мартунинского синклиория и связанное с ним минералообразование: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Баку, 1969.
- Батиашвили Т.В. Термографическое исследование цеолитов среднеэоценовых вулкано-генных толщ Грузии. Тбилиси: Мецниереба, 1972.
- Гвахария Г.В. Цеолиты Грузии. Тбилиси: Изд-во АН ГССР, 1951.
- Коссовская А.Г. Генетические типы цеолитов стратифицированных формаций. - Литол. и полезные ископ., 1975, № 2.
- Мнацаканян А.Х. Цеолитизация верхнемеловых вулканических пород в северной части Армянской ССР. - Изв. АН АрмССР. Сер. наук о Земле, 1965, т. 18, № 5.
- Петров В.П. Вулканическое стекло и цеолитообразование. - В кн.: Водные вулканические стекла и поствулканические минералы. М.: Наука, 1967.
- Сендеров Э.Э., Хитаров Н.И. Цеолиты, их синтез и условия образования в природе. М.: Наука, 1970.

УДК 549.67:553.534(477.75-11)

**В.В. БАЙРАКОВ**

### **ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ МОРДЕНИТОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ТРАССАХ СВЯТОЙ ГОРЫ (КАРАДАГ, КРЫМ)**

Впервые на наличие трассов в вулканической группе Карадага указал в 1897 г. А.Е. Лагорио. Позднее П.Н. Чирвинский [1916] определил трассы Святой горы как лаву с микролитами плагиоклаза и отметил в них повышенное содержание щелочей по сравнению с итальянскими пушолонами. Согласно Ф.Ю. Левинсону-Лессингу [Левинсон-Лессинг, Дьяконова-Савельева, 1933], трассы являются наиболее молодыми породами среди кайнотипной серии Карадага, так как содержат обломки андезитов и липаритов. По его мнению, трассы представляют собой своеобразные эффузивные образования, промежуточные

между лавами и туфами, описанные в литературе под названием "пиперно". В большинстве случаев внешний облик трассов свидетельствует об их брекчиевидном характере, а микроструктура довольно часто обнаруживает литондную основную массу с проявлением флюидального строения в отдельных участках, представляющих собой измененные обломки стекла.

На полезные свойства трассов впервые было обращено внимание русских предпринимателей цементной промышленности, которые пытались найти породы типа неаполитанских пуццолан. Объясняя полезные свойства трассов, одни исследователи связывали их с тем, что аморфная масса трасса сложена опалом. По мнению других, высокие потери при прокаливании трассов обусловлены цеолитным характером воды, но доказательства наличия в них цеолитов отсутствовали. Первые данные о морденитовом составе трассов получил В.В.Наседкин [1963]. Позднее, опираясь на большой фактический материал с использованием количественного рентгеновского анализа, морденитовая минерализация трассов была частично охарактеризована [Шитовкин и др., 1975].

С запада небольшая часть Святой горы и почти весь Малый Карадаг сложены вулканическими брекчиями и туфами основного состава, спилитами, кератофирами и оксикератофирами (рис. 1, вкл.). Среди них встречаются отдельные линзовидные тела алевроито-псаммитовых, литондных, иногда брекчиевидных трассов с обломками ксенолитов перечисленных выше пород. Содержание в них морденита варьирует от 20 до 55%, но в зонах интенсивного окварцевания оно понижается до 10%. Выходы трассов прослеживаются к югу от источника Гяур-Чесме и к северу на склонах Малого Карадага. Во вмещающих трассы породах - спилитах и кератофирах - установлены редкие миндалеобразные включения вулканического стекла, в большинстве случаев начело превращенного в сферолитовые агрегаты игольчатого морденита, и реже в кварц-клиноптилолит-морденитовый агрегат.

Юго-восточная часть склона Святой горы сложена палеолипаритами, среди которых обнаружен блок трассов. Здесь трассы с обломками палеолипарита содержат до 40-50% морденита. Центральная и западная части Святой горы сложены трассами. Мощность этих пород на дневной поверхности варьирует от 800 м на севере массива (где он срезается тектоническим нарушением) до 25 м на юге. Центральное, в общем однородное (алеврито-псаммитовые, литондные разновидности трассов) тело по периферии на контакте с вмещающими породами окружено брекчиевидными трассами, содержащими в составе, помимо преобразованного вулканического стекла и кристаллов плагиоклаза, обломки ксенолитов вмещающих пород - липаритов и андезитов.

Формирование брекчиевидных трассов, по-видимому, происходило в результате экструдирования в пластичном, близком к твердому, состоянии кислой лавы, контактирующие части которой вследствие трения с вмещающими породами сами дробились на куски и захватывали обломки ксенолитов. Это подтверждается при микроскопических исследованиях. Флюидальность, наблюдающаяся в некоторых измененных обломках стекла, не совпадает с флюидальностью основной цементирующей массы стекла. Граница между обломками стекла и основной его массой лишена признаков термального или иного воздействия. Только в редких случаях наблюдается обильное образование гидроокислов железа на границе ксенолитов и цементирующей основной массы. Среди брекчиевидных трассов в карьере ранее встречались гнезда черного свежего стекла с порфиоровыми кристаллами андезина. Показатель преломления стекла равен 1,493, что указывает на его липаритовый состав. По содержанию воды (7,03%) оно может быть отнесено к пехштейну.

Интенсивные дизъюнктивные подвижки, происходившие в процессе формирования трассов, обусловили появление значительных по мощности тел брекчиевидных трассов. В восточной части массива они наблюдаются почти на всем протяжении вдоль контакта с палеолипаритами, но максимальная их мощность отмечается в прикарьерной части массива. Содержание в трассах морденита варьирует в пределах 15-25%, но в случае интенсивного наложенного окварцевания понижается до 10%. Довольно низкое содержание морденита в брек-

чиевидных трассах обусловлено в основном незначительным количеством в них обломков вулканического стекла и повышенным содержанием ксенолитов липарита. Значительно бо́льшая по мощности зона брекчиевидных трассов наблюдается в западной части Святой горы с породами палеотипной серии. Здесь наряду с обломками спилитов, кератофиров и андезитовых порфиритов присутствуют ксенолиты глинистых сланцев. В контактовых частях содержание ксенолитов пород палеотипной серии довольно высокое (до 40%), размер их достигает 5–6 см.

По мере удаления от контакта уменьшается содержание ксенолитов; в общем они становятся меньше по размерам и сопоставимы с обломками вулканического стекла. В связи с этим содержание в них морденита возрастает до 35–50%. Кроме того, среди брекчиевидных трассов с содержанием морденита до 50% или на границе брекчиевидных и алевроито-псаммитовых литоидных трассов встречаются лентообразные, линзовидные тела брекчиевидных трассов мощностью до 15 м и протяженностью до 75 м с небольшим количеством морденита (5–25%). Последние, как правило, образуют на дневной поверхности хорошо отпрепарированные стенкообразные выходы, для которых характерна повышенная по сравнению с вмещающими породами прочность, обусловленная интенсивно наложенными процессами окварцевания. Особенно отчетливо фиксируется окварцевание брекчиевидных трассов на западном склоне Святой горы и на водоразделе между Святой горой и Малым Карадагом. В результате окварцевания окраска трассов из зеленой и голубовато-зеленой переходит в светло-желтую и серую, а текстура из брекчиевидной – в массивную, сливную. Окварцевание происходит по ослабленным зонам, совпадающим с направлением простирания пород.

Для алевроито-псаммитовых литоидных трассов, располагающихся среди брекчиевидных разновидностей, характерно наиболее высокое содержание морденита (50–70%). Однако иногда среди них встречаются линзовидные тела трассов, характеризующиеся пониженным содержанием морденита (30–45%), что, как показывает микроскопическое изучение, обусловлено интенсивным проявлением процессов монтмориллонитизации и окварцевания. Необходимо отметить, что литоидные разновидности трассов, вероятно, из-за небольшой размерности слагающего материала и слабой проницаемости, в меньшей степени подвержены процессу окварцевания. Основное тело литоидных трассов образует линзовидную залежь протяженностью до 750 м и максимальной мощностью до 150 м. Она дугообразно протягивается почти от вершины Святой горы до карьеров.

Для трассовых карьеров, по стенкам которых Е.П. Черепановой были отобраны точечно-бороздовые пробы, содержание морденита значительно колеблется даже в пределах выделенных разновидностей (рис. 2, вкл.). Для брекчиевидных трассов с обломками ксенолитов количество морденита варьирует от 20 до 45%; для брекчиевидных пемзовых трассов содержание морденита колеблется от 25 до 65%, а для алевроито-псаммитовых, литоидных – от 40 до 70%. В общем наиболее высокое количество морденита отмечается в литоидных разновидностях и примерно на 15–20% оно ниже в брекчиевидных пемзовых трассах. По верхнему карьере истинная мощность наиболее богатых морденитом трассов составляет 150 м. В карьерах хорошо видно, что трассы разбиты на отдельные блоки тектоническими нарушениями, максимальная мощность которых достигает 20 см. Трещины выполнены хлоритом и монтмориллонитом. Значительный по интенсивности процесс монтмориллонитизации наблюдается в канавах. Здесь пласты крепкого литоидного трасса иногда чередуются с трассами, почти полностью замещенными глинистыми минералами.

Микроскопически трассы обладают смешанной порфиоровидной и пирокластической структурой, в то время как основная масса – чаще флюидальной, реже вариолитовой (рис. 3)<sup>1</sup>. Порфиоровидность структуры трассов обусловлена одиночными вкрапленниками плагиоклаза или их гломеропорфиоровыми скоплениями.

<sup>1</sup> Рис. 3 и 4 помещены в конце книги.

Широкластический характер структуре трассов придают обломки ксенолитов липаритов, кератофиров и других пород, а также обломки измененного вулканического стекла, контуры которого довольно часто видны среди цементирующей основной массы. Варнолитовая структура характерна для крупных обломков бывшего вулканического стекла, флюидальная обусловлена чередованием прожилковидных, линзовидных обособлений морденита, разделенных микропрожилками и состоящих из чешуек слюдистого минерала, среди которого встречаются микрокристаллические агрегативные скопления зерен кварца. Основными пороодообразующими минералами трассов являются морденит, кварц, слюдистый минерал, а иногда монтмориллонит. К второстепенным следует отнести плагиоклаз, а в некоторых образцах - клиноптилолит, кальцит и анальцит. В акцессорных количествах присутствуют магнетит, маргит, апатит и циркон.

Обособления морденита окрашены в проходящем свете в светло-розовый и светло-бурый цвет, что обусловлено микроскопическими включениями гидроксидов железа и очень четко наблюдается в более крупных скоплениях морденита. Розовая и буроватая окраска морденита является хорошим диагностическим признаком его присутствия в трассах. В массе сферолитовых кристаллов удлинение у морденита положительное. Длина иголок составляет иногда 0,1 мм, а их толщина примерно в 10-20 раз меньше длины.  $N = 1,476-1,481$ , двупреломление 0,005. Морденит образуется исключительно по вулканическому стеклу, замешая как обломки стекла, так и стекло цементирующей основной массы. Размерность иголок морденита в первом случае больше, чем во втором. Обломки стекла в большинстве замешены субпараллельно чередующимися скоплениями иголок морденита и точайшими прослойками слюдисто-кварцевого, реже монтмориллонит-кварцевого состава.

Глинисто-слюдистые минералы располагаются по периферии выделений морденита, как бы обволакивают их, что свидетельствует о более позднем образовании этих минералов. Такие агрегативные скопления морденита рассматриваются нами как его первая генерация. Кроме того, в литондях и особенно в брекчиевидных трассах совместно с кварцем иногда встречаются разрозненные участки перекристаллизованного морденита. Перекристаллизованные участки кварц-морденитового состава (рис. 4) содержат более светлоокрашенные и большие по величине иголки морденита. Высвободившееся железо при перекристаллизации морденита концентрируется в нем или выносится за пределы этих участков. В перекристаллизованных кварц-морденитовых обособлениях кварц встречается либо в виде субмикроскопических зерен, образующих как бы "центр кристаллизации", вокруг которого происходит формирование сферолитов морденита, либо присутствует в виде зерен величиной до 0,1 мм, содержащих в пограничной области с морденитом его многочисленные иголки. Иногда агрегативные скопления кварца и морденита разбиты изогнутыми трещинами, на пересечении которых отмечается формирование сферолитов хлорита и монтмориллонита. В трех образцах трасса обнаружены микропрожилки перекристаллизованного морденита, ориентировка которых перпендикулярна наблюдаемому в шлифах направлению флюидальности основной массы. Морденит перекристаллизованных участков, прожилков и ассоциирующий с ними крупнозернистый кварц отнесен нами ко второй генерации.

На дифференциально-термической кривой нагревания образцов трассов, содержащих 65% морденита, отмечается широкий эндотермический эффект (от 80-90 до 330-360°C), обусловленный выделением цеолитной воды (8-9 вес.%). В процессе дальнейшего нагревания вода постепенно выделяется, а при 830-870°C отмечается небольшой экзотермический эффект, обусловленный разрушением морденита и кристаллизацией безводных фаз\* - полевых шпатов.

В некоторых образцах трассов, содержащих многочисленные перекристаллизованные участки кварц-морденитового состава, в основной массе породы отмечено появление редких чешуек мусковита размером до 0,05 × 0,1 мм;  $N_g = 1,590$ ;  $N_p = 1,551$ .

За исключением перекристаллизованных участков, кварц в трассах образует ксеноморфные лапчатые выделения размером в сотые доли миллиметра. При

интенсивном окварцевании трассов кварцем замещаются все ранее образовавшиеся минералы, но наибольшей устойчивостью при этом процессе обладает плагиоклаз. Массовое окварцевание сопровождается заметным понижением содержания рудных минералов. Среди мелкозернистого кварца встречаются сферолиты халцедона ( $N_e = 1,532$ ;  $N_o = 1,540$ ).

Плагиоклаз в трассах присутствует чаще всего в виде идиоморфных вкрапленников, реже его фенокристаллы раздроблены на остроугольные обломки, располагающиеся вблизи друг от друга. Вкрапленники, как правило, свежие, и очень редко ядра пелитизированы. Иногда отмечается частичное оплавление вкрапленников. Замеры на федоровском столике свидетельствуют о колебании состава плагиоклаза ( $N = 43-59$ ). В некоторых кристаллах наблюдается зональное строение. Ядро обычно соответствует среднему лабрадору, а периферия - среднему андезину. Сдвойникованы они по манебакскому и альбитовому законам. В некоторых образцах брекчиевидных трассов количество обломков и кристаллов плагиоклаза достигает 10%. В литоидных разновидностях содержание порфировых вкрапленников обычно не превышает 5%. В редких случаях выделения плагиоклаза содержат включения вулканического стекла, которое почти нацело замещено иголками морденита.

В составе трассов присутствуют мельчайшие бесцветные чешуйки, обычно образующие совместно с кварцем агрегативные скопления по периферии морденитовых выделений, которые по данным рентгеновского фазового анализа являются слюдястым минералом. Показатели преломления этого минерала измерить не удалось из-за малых размеров его выделений. Зеленоватый минерал, иногда образующий чешуйки размером до 0,1 мм, по рентгеновским данным относится к монтмориллониту. Показатели преломления этого минерала ( $N_g = 1,590$ ;  $N_p = 1,553$ ) и наблюдающийся плеохроизм (по  $N_g$  - оливково-зеленый и зеленый, по  $N_p$  - желтый) позволяют отнести его к группе нонтронита-монтмориллонита. Клиноптилолит обнаружен в виде таблитчатых кристаллов (размером до 0,1 × 0,2 мм) только в трех образцах среди перекристаллизованных участков совместно с кварцем и морденитом. Спайность совершенная и ориентирована согласно удлинению ( $N_p = 1,479$ ;  $N_g = 1,483$ ). Взаимоотношения клиноптилолита и морденита свидетельствуют о том, что последний образуется позже клиноптилолита и частично по нему.

Анальцим встречен в виде ксеноморфных скоплений среди кварц-слюдясто-морденитовой массы. В проходящем свете он бесцветен и имеет четко выраженную шагреневую поверхность,  $N = 1,487$ . Взаимоотношение его с морденитом позволяет вполне однозначно утверждать, что он образуется по нему и кварц-слюдястому агрегату, по-видимому, вследствие локального повышения концентрации Na. В некоторых образцах трассов из карьера установлены зерна кальцита (до 10%), частично замещенные кварцем. О более позднем образовании кварца свидетельствует одинаковая оптическая ориентировка выделений кальцита, разделенных зернами кварца. Встречаются единичные чешуйки хлорита размером до 0,1 мм. Минерал оптически положителен, удлинение отрицательное ( $N_g = 1,601$ ;  $N_p = 1,595$ ; плеохроизм по  $N_p$  - зеленый, по  $N_g$  - светло-зеленый). По оптическим свойствам его следует отнести к пеннин-клинохлору. В основной массе трасса и в пемзовых обломках стекла встречаются пылеватые частички и зерна магнетита, гематита, маргита, редко - длиннопризматические кристаллы апатита и боченковидные выделения циркона.

Химические анализы морденитовых трассов, приведенные в таблице, косвенно свидетельствуют о кислом субстрате, по которому они образовались.

Спектральным анализом (аналитик В.Г.Тепляков) был определен состав микрокомпонентов в разновидностях трассов: литоидные - 27 проб, брекчиевидные - 25 проб и окварцованные - 11 проб. Шкала оценки концентрации элементов в этом анализе была равна  $\sqrt[10]{10}$ . В трассах не обнаружены Hf, Tl, Th, Cd, Sr, Ce, W, As, Sb и Hg. Содержание других элементов почти постоянно во всех разновидностях трассов и равно (в %): Cu -  $1-3 \cdot 10^{-3}$ , Sn -  $1-3 \cdot 10^{-4}$ , Zn -  $1-3 \cdot 10^{-3}$ , Be -  $1-2 \cdot 10^{-4}$ , Nb -  $1-2 \cdot 10^{-4}$ , La -  $1 \cdot 10^{-3}$ , Y -  $1 \cdot 10^{-3}$ , Zr -  $5-8 \cdot 10^{-3}$ , Ga -  $4-5 \cdot 10^{-4}$ , Li -  $1-3 \cdot 10^{-3}$ . В большин-

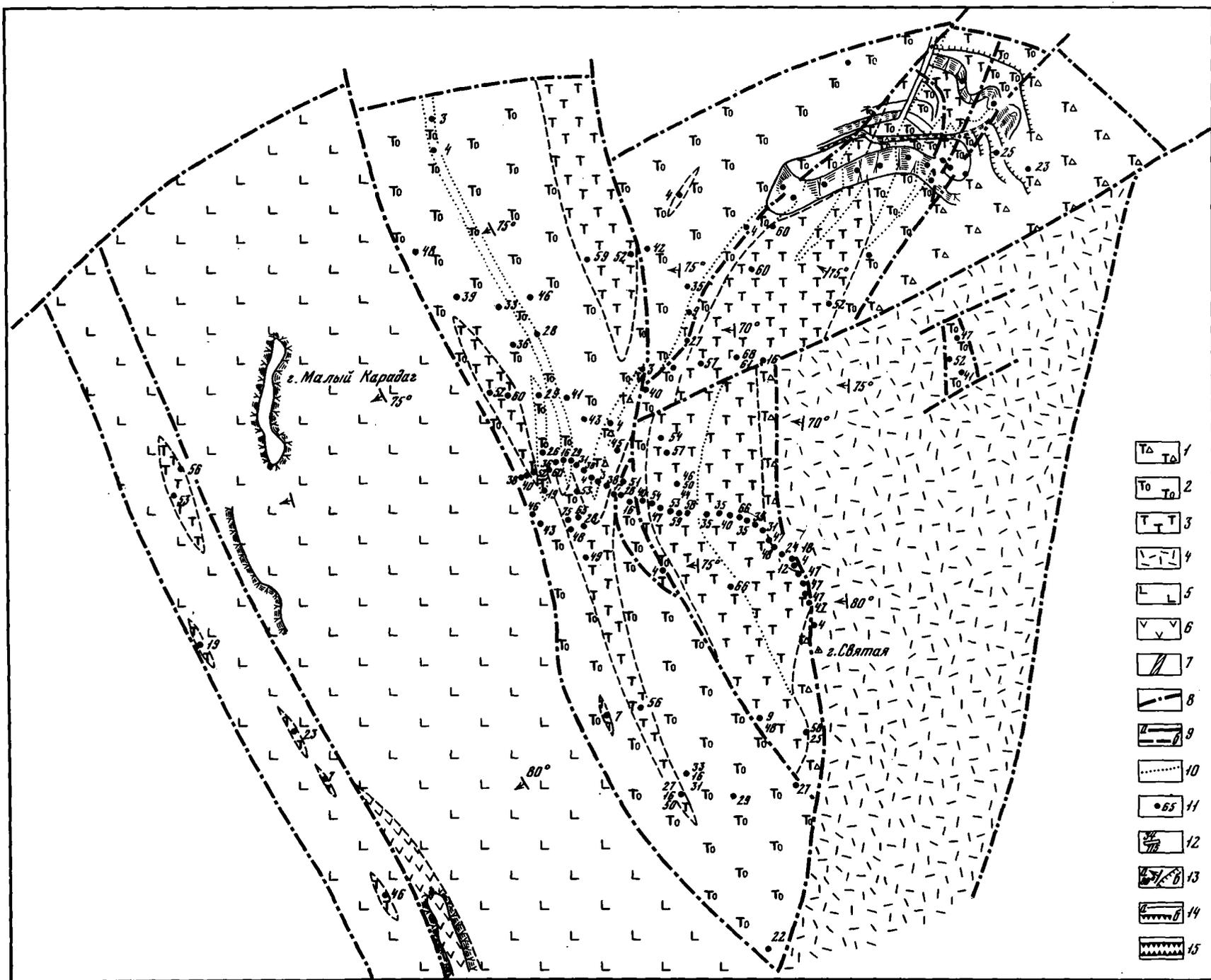


Рис. 1. Геолого-технологическая карта трассового массива Святой горы. Составила Е.П. Черепанова

Условные обозначения к рис. 1 и 2

Трассы: 1 - брекчиевидные, с обильными обломками ксенолитов, 2 - брекчиевидные, пемзовые, с редкими обломками ксенолитов, 3 - алевроит-псаммитовые, литондные; 4 - палеолипариты; 5 - туфы и туфобрекчии спилитов и кератофиров; 6 - кератофиров; 7 - зона монтмориллонитизации; 8 - тектонические нарушения; 9 - литологические границы: прослежен-

ные (а), предполагаемые (б); 10 - границы зон трассовых пород с близкими содержаниями морденита (5-20, 20-30, 30-40, 40-50 и 60-70%); 11 - места отбора проб и содержание морденита (в %); 12 - содержание морденита (в %, числитель), номер пробы (знаменатель); 13 - элементы залегания пород (а) и границы карьеров добычи трассов (б); 14 - границы стенок и уступов карьеров (а) и уступов с большими углами падения склонов (б); 15 - желоб для спуска руды

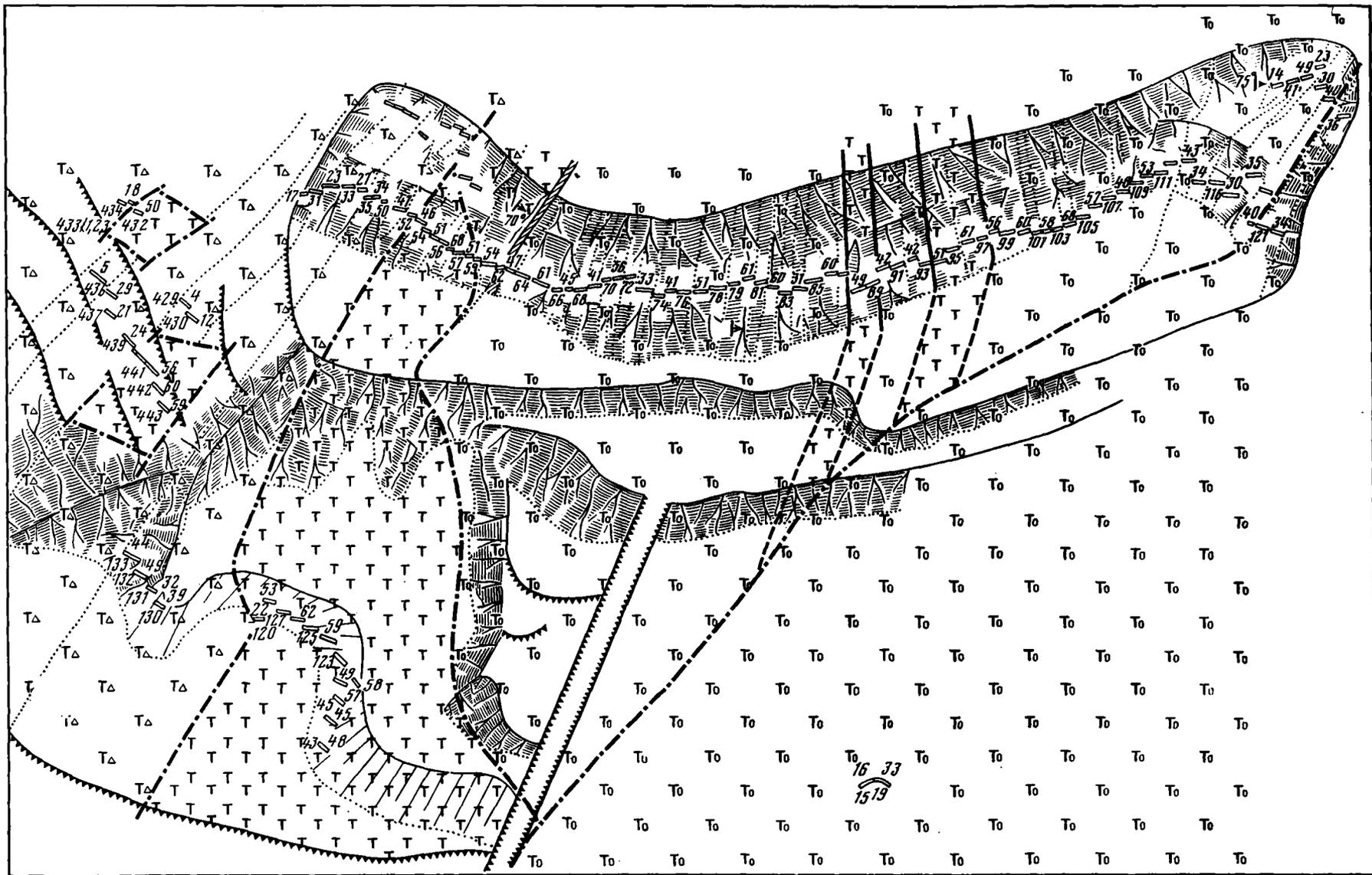


Рис. 2. Геолого-технологическая карта трассовых карьеров Святой горы. Составила Е.П. Черепанова  
Условные обозначения см. на рис. 1.

Компоненты	190	203	206	207	241	244	Средний анализ
SiO <sub>2</sub>	66,90	66,13	67,20	67,78	66,12	67,00	66,85
TiO <sub>2</sub>	0,12	0,15	0,07	Следы	Не обн.	0,07	0,07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,58	12,24	11,28	12,58	13,26	12,58	12,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,23	1,08	0,57	0,35	0,15	0,08	0,41
FeO	0,87	0,33	0,52	0,36	0,90	0,96	0,65
CaO	3,56	2,81	3,00	2,81	2,44	2,06	2,78
MgO	0,37	0,51	0,45	0,40	0,50	0,37	0,43
MnO	0,08	0,06	0,05	0,03	0,05	0,04	0,05
Na <sub>2</sub> O	2,29	2,24	2,29	2,14	3,62	3,98	2,76
K <sub>2</sub> O	0,78	1,44	0,85	1,35	0,97	0,82	1,03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,07	0,04	0,03	0,04	0,07	0,04
SO <sub>3</sub>	0,03	0,03	0,12	0,06	Не обн.	Следы	0,04
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	5,50	5,63	6,38	5,40	5,23	5,17	5,55
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	6,85	6,40	6,53	6,36	6,65	6,95	6,62
CO <sub>2</sub>	0,21	0,99	0,65	0,17	0,09	Не обн.	0,35
Сумма	100,40	100,11	100,00	99,82	100,02	100,15	100,05

Примечание. Все образцы - литоидные трассы; содержание в них морденита, определенное по величине  $\Delta T$  погружения, соответственно равно 61, 54, 59, 58, 57 и 59%. Аналитик М.А.Кривошлык, лаборатория ИМП МГ УССР.

стве проб присутствуют Ag и Sc ( $3 \cdot 10^{-4}$ ). Для Ge характерно содержание  $2-5 \cdot 10^{-4}\%$ , но в трех пробах окварцованного трасса оно составляет  $8-10 \cdot 10^{-4}\%$ . Концентрация Ba в трассах довольно постоянна ( $4-6 \cdot 10^{-2}\%$ ).

В группу элементов, для которых наряду с преимущественным фоновым содержанием характерны и частые аномальные значения, входят Pb, Ni, Mo, Cr, V. Количество Pb в большинстве проб составляет  $5-6 \cdot 10^{-4}\%$ , но в 20% проб литоидных трассов его содержится  $1 \cdot 10^{-3}\%$ , в 50% проб брекчиевидных трассов -  $1-2 \cdot 10^{-3}\%$  и в 50% проб окварцованных трассов -  $1-1,5 \cdot 10^{-3}\%$ . Количество Ni обычно составляет  $2-6 \cdot 10^{-4}\%$ , но в трех литоидных и в трех пробах окварцованных трассов его содержится  $1,5-2 \cdot 10^{-4}\%$ . Количество Mo в большинстве проб  $5-8 \cdot 10^{-5}\%$ , а его аномальные концентрации установлены в пяти пробах брекчиевидных ( $1,5-2,5 \cdot 10^{-4}\%$ ) и в четырех пробах окварцованных ( $2,5 \cdot 10^{-4}\%$ ) трассов. В большинстве проб Cr присутствует в количестве  $2-6 \cdot 10^{-4}\%$ , но в трех литоидных разновидностях установлено ( $1,5; 2,6; 3$ )  $\cdot 10^{-3}\%$ , в десяти брекчиевидных -  $1-4 \cdot 10^{-3}\%$ . В окварцованных трассах аномальное содержание Cr отмечено для шести проб -  $1-5 \cdot 10^{-3}\%$ . Концентрация V в большинстве проб всех разновидностей трассов составляет  $3-8 \cdot 10^{-4}\%$ , но в двух литоидных она равна  $1,2-3,2 \cdot 10^{-3}\%$ , а в 14 брекчиевидных пробах -  $1,5-7 \cdot 10^{-3}\%$ . Для окварцованных трассов отмечена только одна проба с аномальным содержанием V -  $1,2 \cdot 10^{-3}\%$ .

Как следует из приведенных данных, большинство микроэлементов, установленных в трассах, имеют кларковые содержания [Виноградов, 1962] и по значениям абсолютной величины аномальных содержаний Pb, Ni, Mo, Cr и V (меньше 0,05%) можно утверждать, что эти элементы не образуют собственно минеральных форм, а рассеяны в породе.

Проведенное изучение трассов Святой горы позволяет сделать следующие выводы.

1. Трассы в целом характеризуются неравномерным содержанием в них морденита, что обусловлено изменчивостью состава обломочного материала,

слагающего эти породы, и интенсивностью проявления более поздних, чем цеолитизация, процессов – монтмориллонитизации и окварцевания. Это обстоятельство, а также местонахождение Святой горы на территории заповедника не позволяют рассматривать трассы в качестве возможного объекта разработки.

2: Аномальные содержания Pb, Ni, Mo, Cr и V, приуроченные в основном к брекчиевидным и интенсивно окварцованным трассам, позволяют рассматривать в качестве одного из возможных условий образования морденитовой минерализации влияние постмагматических растворов на вулканическое стекло.

#### Литература

- Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах горных пород. – Геохимия, 1962, № 7.
- Левинсон-Лессинг Ф.Ю., Дьяконова-Савельева Е.Н. Вулканическая группа Карадага в Крыму. – Изв. АН СССР, 1933, № 3.
- Наседкин В.В. Водосодержащие вулканические стекла кислого состава, их генезис и изменения. М.: Изд-во АН СССР, 1963.
- Чирвинский П.Н. Изверженные горные породы, вулканические брекчи и туфы Карадага в Крыму. – Изв. Донского политехн. ин-та, 1916, т. 5, отд. 11.
- Шитовкин Н.Т., Михайлов А.С., Супрычев В.А. Юрские морденитовые породы вулканической группы Карадага (Крым). – Докл. АН СССР, 1975, т. 222, № 1.

УДК 549.67:552.161

Р.М. ЮРКОВА, Б.И. ВОРОНИН

### ЦЕОЛИТЫ В КОНТАКТОВО-РЕАКЦИОННЫХ ОБРАЗОВАНИЯХ, СВЯЗАННЫХ С ГИПЕРБАЗИТАМИ (СЕВЕРНЫЙ САХАЛИН)

Описания проявлений цеолитов, связанных с гипербазитами офиолитовых комплексов, в геологической литературе встречаются редко. Однако изучение в этом случае состава и минеральных ассоциаций цеолитсодержащих пород позволяет получить данные для суждения о поздних этапах преобразования океанической коры.

В статье рассматриваются проявления цеолитов, связанные с родингитами мезозойского офиолитового комплекса п-ова Шмидта на Северном Сахалине. Родингиты сформированы в результате метасоматического замещения пород основного и ультраосновного состава (габбро, диабазы, пироксениты, лампрофиры типа спессартита–одинита и др.), которые залегают в виде даек, массивов и тектонических блоков на контакте с рассланцованными и милонитизированными серпентинитами, прошедшими двухстадийную серпентинизацию: статическую и динамическую [Юркова, 1977].

Цеолиты слагают внешние слои зонально построенных родингитовых тел и прожилки, пересекающие эти тела; они представлены анализимом и натролитом (рис. 1). Известны также сочетания натролита с пектолитом. Наиболее мощные слои и жилы цеолитов наблюдались в зоне контакта серпентинитов с блоком габброидов (габбро и габбро-диабазы), расположенном в центральной части крупного (площадь 42 км<sup>2</sup>) Южно-Шмидтовского массива альпинотипных гипербазитов (рис. 2). Габброиды контактируют с серпентинитами по тектоническим нарушениям. В приконтактной зоне серпентиниты рассланцованы, милонитизированы, а габброиды имеют линзовидно-полосчатое строение, метасоматически изменены и в разной мере раздроблены. Мощность контактово-реакционных слоев изменяется от 3–5 до 20–30 м, возрастая в случае пересечения зоны контакта поперечными разломами. Первичные метасоматические