

Л. К. ЯХОНТОВА

ЛОМОНТИТ ИЗ ДАШКЕСАНА¹

В минералогической литературе по району Дашкесанского металло-генического поля [3] отмечается, что все встречаемые в районе цеолиты относятся к сколециту или гейландиту. Поэтому представляло интерес исследовать новый цеолит, обнаруженный в гранатово-эпидотовом скарне.

Цеолиты в Дашкесане завершают гидротермальную фазу метасоматического процесса и ассоциируются с борнитом, магнетитом, эпидотом, хлоритом, кальцитом и кварцем. Обычно они выделяются с зернистым кальцитом, замещая частично последний и перекрываясь более поздним, гипергенно-переотложенным, столбчатым кальцитом.

Описываемый минерал имеет слабо-розовую окраску и выделяется в виде шестовато-лучистых пластинчатых сростков размером до 3 см в диаметре. В ассоциации с ним почти всегда наблюдаются другие вторичные минералы: хлорит, пренит, эпидот.

Минерал имеет совершенную спайность по трем направлениям и стеклянный блеск.

В пламени паяльной трубки он слегка пузырится и спекается в фарфоровидный шарик. В закрытой трубке минерал очень легко выделяет воду, а пламя горелки почти не окрашивает в желтый цвет, что указывает на практически полное отсутствие натрия в его составе.

Удельный вес, определенный с помощью тяжелых жидкостей, в среднем оказался равным 2,268.

Под микроскопом обнаружено отсутствие окраски и плеохроизма, наличие ясной дисперсии осей $r > v$ и отрицательный оптический знак.

В результате определения показателей преломления в иммерсионных средах и углов погасания было выяснено, что у образцов, хранившихся в условиях сухого помещения и теряющих при 110° около 2,7% воды, $N_g = 1,514 \pm 0,001$; $N_p = 1,507 \pm 0,001$; $a : c : N_g = 37^\circ$. У образцов же, хранившихся во влажных средах и содержащих около 5% гигроскопической воды, N_g близок к 1,520, $c : N_g = 18-20^\circ$.

В литературе есть указания [4, 9, 12], что у ломонтиита показатели преломления непостоянны и что с увеличением N_g падает величина угла угасания.

В дополнение к указанным определениям были проведены некоторые исследования изменения оптических констант минерала. При высушива-

¹ Работа представлена Студенческим научным обществом.

нии его кристаллов оказалось, что после хранения «влажного» цеолита в сухом помещении уже через трое суток его показатели преломления становились нормальными ($N_g \approx 1,515$), а угол угасания увеличивался до 30° .

После высушивания образцов при 110° величина N_g стала меньше 1,515, углы угасания достигли 40° , появилась волнистость угасания и

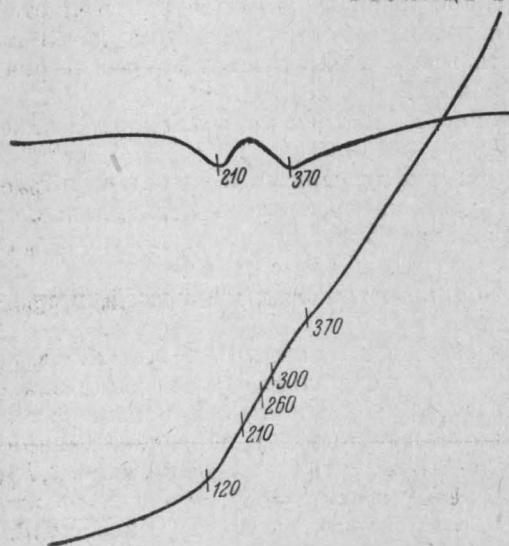
Таблица 1

| Состояние образца | Увел. веса в % | Показатели преломления | $c : N_g$ |
|---------------------------------|-------------------|----------------------------|---------------|
| Абсолютно сухой | 0,0 | $N_g=1,514$ $N_p=1,505$ | 40° |
| Влажный через сутки | 5,81 | $N_g=1,525$ $N_p=1,512$ | $18-20^\circ$ |
| Влажный через 2 суток | 0,96 | $N_g=1,527$ $N_p=1,515$ | $10-15^\circ$ |
| Влажный через 3 суток | 0,0 | $N_g=1,527$ $N_p=1,515$ | $10-15^\circ$ |

спиралеобразная волокнистость строения, объясняемая, вероятно, удалением воды из структурных каналов цеолита.

Кроме описанных исследований, был проделан еще дополнительный опыт: абсолютно сухой минерал в кристаллическом состоянии был помещен во влажную среду, и через

Таблица 2



сутки определялся процент увеличения его веса и измерялись показатели преломления. Результаты сведены в таблице 1.

Опыт показал, что 1) тенденция уменьшения углов угасания и увеличения показателей преломления с ростом влажности среды очевидна; 2) общее количество воды в минерале разное в зависимости от условий влажности среды; 3) увеличение показателей преломления с ростом влажности среды свидетельствует о возрастании плотности минерала при сохранении общего плана его кристаллической структуры.

Общее содержание воды в разных образцах минерала, выдержанных при одинаковых условиях влажности среды, оказалось равным: 1) 14,02%, 2) 14,04%, 3) 14,38%, 4) 13,89% — в среднем 14,08%. Известно, что в цеолитах вода по своей кристалло-химической функции является кристаллизационной, а с физико-химической стороны — цеолитной, т. е. выделяющейся из минерала без разрушения его кристаллической структуры. При этом выделение воды идет постепенно, плавно и без остановок. Однако

еще Г. Чермак [16] указывал, что у гейландита, например, выделение воды идет ступенями и что наиболее характерные точки остановок отмечаются при температурах, равных 200° и 300°.

Автором было проделано термическое исследование изучаемого минерала. Полученная термическая дифференциальная кривая (табл. 2) показала два четких эндотермических эффекта—один при температуре около 210° и другой—при температуре около 370°. Можно предположить, что или вода выделяется в два приема, и, следовательно, она не вся цеолитная, или второй эндотермический пик (370°) соответствует моменту разрушения решетки, а вода является цеолитной и вся выделяется около 210°.

С целью выяснения характера выделения воды и получения дополнительного материала для толкования дифференциальной кривой было проведено медленное обезвоживание минерала в температурном интервале от 0 до 700°. Результаты сведены в таблицу 3.

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ЛОМОНТИТА

Таблица 3

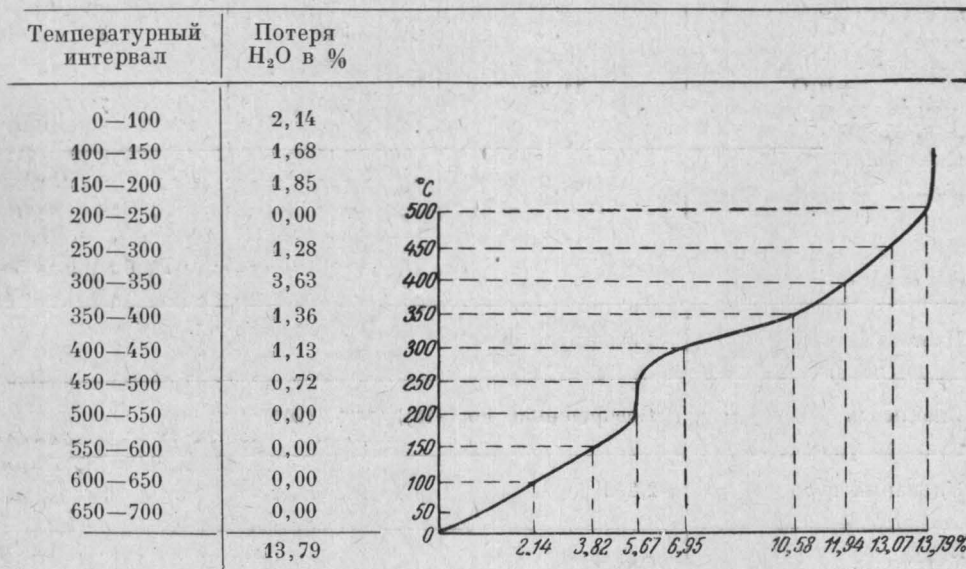


Рис. 1

Обезвоживание проводилось методом выдерживания навески образца при определенной температуре до постоянного веса в трубчатой электрической печи и последующего взвешивания. Температура контролировалась контактным гальванометром с помощью термомпары.

Опыт был повторен два раза, причем первый раз он проводился на двух параллельных образцах. Расхождения были незначительными. Кривая, приведенная в таблице 3, получена как средняя по данным трех опытов.

Анализ кривой обезвоживания показывает, что вода из данного цеолита выделяется не в один, а в два приема: первая порция в количестве 5,67% выделяется при нагревании до 200° и вторая—8,12%—при температурах 250—500°. В интервале 200—250° наблюдается перерыв процесса.

Следовательно, характер воды в минерале различен. Первая часть воды (40%) выделяется без перерыва, как обычная цеолитная вода. Вторая часть воды (60%), вероятно, прочнее связана с алюмокремнекислородным каркасом и выделяется позднее. С другой стороны, характер кривой позволяет думать, что и эта вторая часть воды является водой типа «растворенной». Возможно, что при ее потере происходит перестройка или разрушение решетки минерала.

Спектральный анализ минерала указал на содержание в нем больших количеств Si, Al, Ca и очень небольших количеств Mg, Fe и щелочей.

Таблица 4

| Состав | Анализ | Мел. кол-во | Молек. отнош. |
|------------------------------------|---------|-------------|---------------|
| SiO ₂ | 50,59 | 883 | 8 |
| Al ₂ O ₃ | 22,46 | 220 | 2 |
| Fe ₂ O ₃ | 0,22 | — | |
| MgO | 0,18 | — | |
| CaO | 12,38 | 221 | 2 |
| K ₂ O+Na ₂ O | 0,50 | — | |
| +H ₂ O | 11,25 | } 780 | 7 |
| -H ₂ O | 2,79 | | |
| | 100,37% | | |

Таблица 5

| | |
|----------------------------------|---|
| Цвет | Розовый |
| Спайность | Совершенная по (110), (010), (201) |
| Удельный вес | 2,268 |
| Твердость | Около 3 |
| Содержание воды | 14,08%* |
| Потеря H ₂ O при 110° | Около 2,6% |
| Формула | (Ca, Na ₂ , K ₂) ₂ Al ₄ Si ₃ O ₂₄ ·7H ₂ O |
| Другие свойства | При растирании между пальцами рассыпается в порошок |

* 14,08%—средняя цифра, полученная из пяти определений. Каждый раз образец брался после месячного хранения при температуре 15—18° С и прокаливался при температуре 800° С до постоянного веса.

Химический анализ дал результаты, приведенные в таблице 4. Исходя из данных химического анализа, формула минерала может быть написана как $(Ca, Na_2, K_2)_2 Al_4 Si_8 O_{24} \cdot 7H_2O$.

Ниже, в таблице 5, приведены основные константы для дашкесанского цеолита, полученные при его изучении.

На основании проведенных исследований возникает вопрос об отношении данного цеолита в ту или иную группу.

Известно, что после работ А. Е. Ферсмана [7] и Н. И. Сургунова [5] в группе ломонтита выделяли три минерала—ломонтит, первичный леонгардит и вторичный леонгардит (α - и β -леонгардит по Сургунову Н. И.). Как Ферсман, так и Сургунов утверждали, что ломонтит и первичный леонгардит образуются в разных условиях в земной коре; первичный леонгардит устойчив при более высоких температурах, чем ломонтит, вторичный же леонгардит образуется при выветривании ломонтита.

Таблица 6

| Минералы | Ломонтит | α -леонгардит | β -леонгардит |
|---|---|---|----------------------------------|
| Свойства | | | |
| Цвет | Белый и розовый | | |
| Спайность | (110), (010)—совершенная (201)—менее совершенная | (110)—совершенная (010)—отсутствует (201)—совершенная | Как у ломонтита |
| Удельный вес по Ферсману | 2,28—2,31 | 2,31—2,35 | ? |
| Удельный вес по Сургунову | 2,25—2,41 | 2,25—2,41 | 2,25—2,41 |
| Содержание воды по Ферсману (теоретическое) | 15,31% При 110°C теряется 3,17% | 13,65% При 110°C теряет 1,95% | Как у α -леонгардита |
| Формула по Ферсману | $Ca_2Al_4Si_8O_{24} \cdot 8H_2O$ | $(Ca, Na_2, K_2)_2 Al_4Si_8O_{24} \cdot 7H_2O$ | $Ca_2Al_4Si_8O_{24} \cdot 7H_2O$ |
| Прочие свойства | Способен рассыпаться | Не рассыпается | Рассыпается легко |

Приведенная таблица Ферсмана—Сургунова (табл. 6), включающая свойства этих трех минералов, является почти единственным руководством по их диагностике, так как в учебниках по минералогии и справочниках [1, 13, 4] не дается четких признаков различия ломонтита и леонгардитов.

При исследовании цеолита из Дашкесана пришлось ближе рассмотреть соотношения между этими тремя минералами, используя литера-

турные источники, музейные образцы и приведенные выше исследования нашего минерала.

Оказалось, что в определении минералов группы ломонтита отсутствуют ясность и определенность и что данные таблицы Ферсмана—Сургунова сплошь и рядом не соответствуют фактическому материалу. Минерал называют ломонтином, α -леонгардитом, леонгардитом, капорционитом, β -леонгардитом, исходя не из совокупности всех свойств, а по какому-нибудь одному признаку. Так, литературный материал [2, 14, 9] свидетельствует о том, что иногда показатель преломления, иногда спайность, а часто и просто морфология кристаллов считаются достаточными для присвоения минералу того или иного названия. А между тем трудность разделения этих трех минералов друг от друга требует особой тщательности в установлении констант их свойств.

Особенно разноречивы данные о количестве воды в минералах этой группы. Так, Дельтер [13] дает ряд анализов ломонтита. Содержание воды во всех анализах разное—от 10,51 % до 21,26 %, т. е. от 5 до 9 молекул H_2O в формуле минерала. Эти цифры трудно сравнивать с цифрами Ферсмана (табл. 6), так как в таблице Ферсмана—Сургунова не сказано, при какой влажности и температуре получены указанные в ней данные.

Что касается оптических констант, то они не являются критерием для различия ломонтита от леонгардитов, так как проверка их на многочисленных музейных образцах, зарегистрированных под разными названиями, показала большую близость оптических свойств этих минералов.

Особенные затруднения возникают в разделении ломонтита и β -леонгардита (вторичного леонгардита). Из таблицы 6 видно, что единственными признаками отличия являются способность рассыпаться и разница в содержании воды на одну молекулу. Между прочим ломонит почти никогда не содержит восьми молекул H_2O и легче или труднее рассыпается в зависимости от свежести. В общем, признаки β -леонгардита весьма туманны и условны.

Тем не менее, разница между ломонтином и первичным леонгардитом несомненно существует. В качестве примера первичного леонгардита следует считать леонгардит из Симферопольского района, приуроченный к вулканогенным фациям и описанный А. Е. Ферсманом [7].

Этот минерал (первичный леонгардит), согласно исследованиям Ферсмана, имеет большую плотность, более высокую твердость, чем ломонит, спайность совершенную по (110) и (201) и менее совершенную по (010). В своем составе он обязательно содержит щелочи, является более высокотемпературным и более устойчивым на земной поверхности (не рассыпается). В свою очередь, ломонит почти не содержит в своем составе щелочей и легко рассыпается.

Повидимому, разница между первичным леонгардитом и ломонтином касается прежде всего их структуры, к сожалению, нам еще не известной. По аналогии со структурами таких волокнистых цеолитов, как натролит, томсонит [10], ломонит и леонгардит имеют алюмо-кремнекислородный каркас, состоящий из жестких тетраэдрических цепочек, образующих в структуре каналы вдоль оси «с» с содержанием в них Са, щелочей, воды и других поглощенных атомов и молекул.

На примере томсонита и натролита [10] видно, что в зависимости от наличия в структурных каналах щелочей или Са, или того и другого вместе, кристаллическая решетка несколько варьирует. Эти изменения будут сказываться на силах связей между молекулами воды и катионами, а также на количестве цеолитной воды. Увеличение количества щелочей уменьшает содержание воды в минерале и приводит, повидимому, к неко-

тому увеличению прочности связей между цепочками в структуре цеолита.

Поэтому можно предполагать, что щелочи, содержащиеся в леонгардите, делают кристаллическую решетку его менее подвижной в направлении осей «а» и «с», а всю структуру более компактной и более прочной. Этим, вероятно, объясняется большая плотность и большая устойчивость леонгардита по сравнению с ломонтитом.

Безусловно, все высказанные предположения требуют экспериментальной проверки.

Содержание воды в ломонтите легко изменяется. Он может легко рассыпаться и даже давать порошок. Повидимому, невозможно провести границу между ломонтитом и вторичным леонгардитом, фиксировать определенные рамки свойств для β -леонгардита и указать, где кончается ломонтит и где начинается β -леонгардит.

Ломонтит является типичным представителем мутабильных соединений в земной коре, о которых А. Е. Ферсман [8] писал: «Целый ряд природных продуктов не укладывается в рамки формул с простыми и кратными отношениями, а представляет промежуточные члены более сложного процесса, ведущего от одного минерального вида к другому». В мутабильных соединениях свойства меняются постепенно, и они не могут быть предсказаны для каждой ступени заранее. Они характеризуются превращениями без разрушения общего плана кристаллической структуры.

Именно таким соединением является ломонтит. Нам еще не известен, к сожалению, крайний член его превращений, но, повидимому, это будет «цеолитоид» — изотропный продукт превращения цеолитов [11], а не β -леонгардит.

Свойства β -леонгардита, указанные в таблице Ферсмана — Сургунова, относятся к одному из промежуточных неустойчивых членов ряда изменений ломонтита. Отличия его от ломонтита выглядят неубедительными. Остается или называть все рассыпающиеся минералы без щелочей или с незначительным содержанием их и переменным содержанием воды ломонтитом или каждой новой разновидности давать свое название по местности, подобно тому, как это делается для гидрослюд Урала. Представляется наиболее удобным оставить в группе ломонтита только два минерала — ломонтит и леонгардит, отбросив слова «первичный» и «вторичный» или буквы α и β .

Ниже, в таблице 7, приведены свойства ломонтита и леонгардита на основании известных литературных данных и на основании исследования дашкесанского минерала, который мы называем ломонтитом.

В этой таблице формула ломонтита написана иначе по сравнению с приводившейся в таблице 6, а именно: вместо $8\text{H}_2\text{O}$, как это пишут обычно, стоит $n\text{H}_2\text{O}$, где n изменяется в пределах от 5 до 9, что подтверждается известными химическими анализами. Изменение написания формулы имело своей целью подчеркнуть непостоянство содержания воды в ломонтите и мутабильный характер этого минерала.

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать следующие выводы:

1. Ломонтит обнаруживает непостоянство содержания воды, с чем, повидимому, связано изменение его оптических констант.
2. Вода в ломонтите двух типов, хотя в обоих случаях она как будто относится к типу «растворенной» воды.
3. Ломонтит по своим морфологическим и оптическим свойствам очень близок к леонгардиту.

| Признаки | Минералы | Ломонтит | Леонгардит |
|-----------------|----------|---|---|
| Цвет | | Белый, розовый | Розовый, красноватый |
| Спайность | | (110) (010) } совершенная (201) } | (110) и $\bar{2}01$ —совершенная (010)—менее совершенная |
| Твердость | | 2,5—3 | 3—4 |
| Удельный вес | | 2,25—2,31 | 2,31—2,35 |
| Содержание воды | | Непостоянное—от 10,51 до 21,26% | 13,65% (теоретич.) |
| Формула | | $\text{Ca}_2\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ $n=5\div 9$ | $(\text{Ca}, \text{K}_2, \text{Na}_2)_2\text{Al}_4\text{Si}_8\text{O}_{24} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ |
| Прочие свойства | | Щелочи почти отсутствуют. Не окрашивает пламя в желтый цвет. Способен рассыпаться. | Содержит щелочи. Окрашивает пламя в желтый цвет. Не рассыпается. |

4. Рассмотрение отношений между минералами в группе ломонтита позволило сделать вывод о нецелесообразности и невозможности выделения β -леонгардита. Однако требуются дополнительные физико-химические исследования значительно большего числа образцов.

5. Требуются структурные исследования ломонтита и леонгардита для подтверждения возможного различия их структур.

Поступила в редакцию
20.3. 1950 г.

Кафедра
минералогии

ЛИТЕРАТУРА

1. Дана Э. Описательная минералогия. 1937.
2. Калинин П. В. Флогопитовые месторождения Слюдянского района. Тр. ВИМС, вып. 150, стр. 217, 218, 1939.
3. Крутов Г. А. Минералогия и генезис кобальтового оруденения в Дашкесанском контактово-метасоматическом месторождении. Тр. Моск. Геол.-Разв. ин-та, т. 10, 1937.
4. Ларсен Е. и Берман Г. Определение прозрачных минералов под микроскопом, 1937.
5. Сургунов Н. И. Вторичный леонгардит и десмин. Сб. в честь 25-летия В. И. Вернадского, 1914.
6. Твалчрелидзе А. К минералогии Батумского края. Изд. АН СССР, II полутом 6 тома, 1912.
7. Ферсман А. Е. Материалы к исследованию цеолитов России. Тр. Геол. музея, изд. АН СССР, т. II, вып. 6, 1908.
8. Ферсман А. Е. Соединения переменного состава в земной коре. Сб. в честь 25-летия В. И. Вернадского, 1914.

9. Фроловская В. Н. Материалы к минералогии knobитового месторождения африканда. Записки Всес. мин. общ. № 4, 1939.
 10. Шибольд Э. Структура силикатов. Сб. Основн. идеи геохимии, вып. III, стр. 248—260, 1937.
 11. Шкабара М. Н. К вопросу о превращениях в цеолитах. ДАН, т. 60, № 1, 1948.
 12. Шкабара М. Н. А минерологии эффузивных пород в районе с. Ажар. ДАН, т. 63, № 6, стр. 729, 1948.
 13. Doelter C. Handbuch der mineralchemie. Bd. II, s. 37—53, 1921.
 14. Henderson E. P. Additional notes on laumontite and thomsonite from Colorado. Amer. Miner. v. 18, № 9 1833.
 15. Hintze C. Handbuch der Mineralogie. Bd. II, S. 1670—1698, 1932.
 16. Tschermak S. Der chemische Bestand und das Verhalten der Zeolithes. Sitz. Ber. der Wien Ak. Bd. 126, № 1, 1917.
-