

Н. Е. ЕФРЕМОВ

О НЕКОТОРЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ СЕРПЕНТИНИТОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

(Представлено академиком А. Е. Ферсманом 29 V 1940)

Исследованиями автора ⁽²⁾ на Северном Кавказе устанавливаются две генетически различные формации гипербазитов (серпентинитов), объединенные, однако, общностью их возраста (средневарисийские движения). Первая представлена серпентинитами, происшедшими в результате метаморфизации пород ультрамафической [по Н. Н. Hess'у ⁽¹⁾] магмы (саксониты, дуниты) и входящими в состав так называемой северной зоны.

Массивы же, слагающие южную зону, расположенную ближе к осевой части хребта, мы рассматриваем как дифференциаты мафической (габброидной) магмы, возникшие в результате метаморфизации, главным образом, лерцолитов, саксонитов, верлитов и отчасти кортландитов.

Такое разделение основывается как на данных общегеологического изучения пород (парагенетический комплекс сопровождающих пород, минералого-петрографическая характеристика и др.), так и на данных детального химического их изучения.

Последним устанавливается, что серпентиниты северной зоны содержат незначительное количество Al_2O_3 (безглиноземная магма) — не выше 1%, тогда как серпентиниты южной зоны характеризуются повышенным содержанием Al_2O_3 , иногда достигающим 7—8%, обычно же 5—4%.

Всестороннее изучение пород показало нам, что такое содержание Al_2O_3 не может быть связано тем количеством хлоритов, которые наблюдаются спорадически в данных породах, а равно не может быть объяснено присутствием хромшпинелидов.

Во всех случаях приходилось констатировать, что анализ баланса показывал, так сказать, фактический излишек Al_2O_3 , тем более что свободных гидратов* Al_2O_3 установить в этих породах пока не удалось.

Очевидно, приходилось допустить, что Al_2O_3 связан в молекуле главного составляющего минерала серпентинитов, т. е. серпентине.

Принятие последнего положения позволяло получить удовлетворительное решение для вставшего перед нами вопроса об «избытке» Al_2O_3 и характере его связей в этих породах.

Вероятность этого допущения исходила также из того, что нами изучались и серпентиниты, где вообще отсутствовали хлориты [отсутствовал

* Присутствие последних, однако, вообще говоря, не исключено, что тем не менее не меняет наших выводов.

и клинохлор, ср. В. Н. Лодочников (3), стр. 604], однако «избыток Al_2O_3 был налицо».

Выдвинутую гипотезу, представлявшую с нашей точки зрения далеко идущий и разносторонний интерес, мы имели возможность проверить. В этих целях для ряда подобных серпентинитов*, охарактеризованных химически, нами были получены термические анализы, выполнявшиеся на приборе Saladin Le Chatelier.

На всех полученных кривых термограмм отчетливо выявляется типичная «гидраргиллитовая» остановка $\sim 300^\circ$, свидетельствующая о наличии группировок воды типа $Al_2O_3 \cdot nH_2O$.

В равной мере все кривые отчетливо фиксируют наличие серпентиновой остановки.

Поскольку в изучавшемся материале свободные гидраты Al_2O_3 отсутствовали, мы получили тем самым доказательство связей Al_2O_3 в молекуле серпентинов, фиксированное в «гидраргиллитовой» остановке.

В целях совершенно однозначного решения поставленного вопроса мы решили выполнить одновременно и химические анализы собственно серпентинов, т.е. мономинеральных веществ. Для этих целей нам пришлось сосредоточить свое внимание при полевых работах на отыскании скоплений крупных индивидуумов серпентина, так как, несмотря на самую тщательную и кропотливую отборку из штуфов породы чешуек и листочков, казавшихся однородными, последние всегда оказывались при просмотре под микроскопом содержащими примеси рудных минералов.

Поэтому наиболее подходящим для нас оказался крупнопластинчатый антигорит, образующий как бы натечные образования, выполняющие трещины в аполерцолитовых серпентинитах Загедан-Ажогинского массива.

Минерал оказался совершенно однородным. По своим оптическим свойствам он отвечает типичным серпентинам. Химический анализ его, выполненный Т. М. Яковлевой, дал следующие результаты: SiO_2 42,65%, Al_2O_3 2,48%, Fe_2O_3 2,64%, FeO 1,29%, MgO 39,67%, $-H_2O$ 1,06%, $+H_2O$ 11,28%, $\Sigma = 100,77\%$, MnO , CaO , CO_2 — нет. Как и следовало ожидать, данный минерал оказался также Al -содержащим**, т.е. близко отвечающим составу общей массы данного типа пород.

Для минерала были получены термограмма и дифференциальная кривая нагревания***.

Рассмотрение последней (см. фигуру) устанавливает опять-таки наличие небольшой, но вполне четкой «гидраргиллитовой» остановки при 305° и крупного эндотермического эффекта**** при 767° , отвечающего серпентиновой группировке, сопровождаемой экзотермическим скачком при 842° .

Следовательно, тем самым мы имеем основание заключить, что коль скоро и свойства мономинерального вещества отвечают свойствам породы, очевидно, что это вещество и входит в основном в состав этой породы.

Тем самым устанавливается, что если при метаморфизации пород ультрамафической магмы обычно возникают нормальные серпентины, близко отвечающие составу $-H_4Mg_3Si_2O_9$, то при метаморфизации пород

* По размеру статьи термограммы (№ 2030, 2032, 2036) их (лаборатория высоких давлений ВИМСа) мы не приводим.

** Наличие «гидраргиллитовой» остановки у некоторых Al -содержащих серпентинов отмечалось еще ранее Н. С. Курнаковым (4).

*** Лаборатория экспериментальной петрографии Института геологических наук Академии Наук СССР.

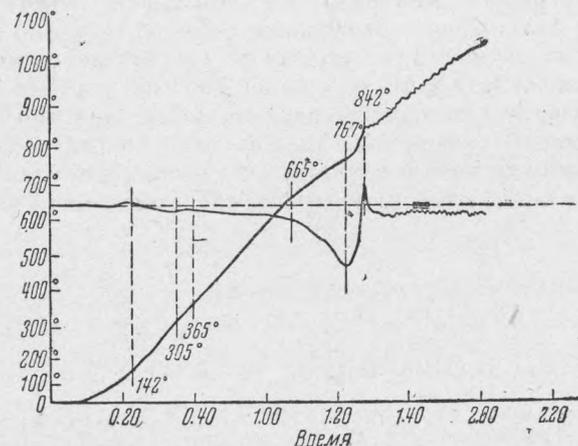
**** Интересен повышенный максимум вместо $650-767^\circ$ данного эффекта, также характерный для всех подобных минералообразований.

типа лерцолитов, верлитов, кортландитов и др. возникают Al-содержащие серпентины*.

Минералообразования подобного рода мы могли бы назвать, следуя удачному термину В. Н. Лодочникова (3), вообще говоря, серпохлоритами.

Однако нам кажется более правильным, следуя названию, сохранить данный термин за теми веществами, которые с несомненностью должны быть рассматриваемы как переходные к хлоритам.

Необходимо подчеркнуть, что молекулы серпентиновых минералов являются исходными не только для возникновения серпохлоритов, но и для веществ, представляющих собой совершенно иную минеральную ветвь.



Давно уже А. Е. Ферсман, впервые систематизировавший магнезиально-алюминиевые гидросиликаты (5, 6), которые мы объединяем термином «магносиалиты» (Mg, Si, Al), для объяснения конституции выделенных им групп сапонита, керолита и палыгорскита принимал, что ядрами для этих интереснейших минеральных тел соответственно являются: гимнит (т. е. серпентиновый минерал), керолит [также рассматриваемый нами как крайний член серпентинового семейства (9)] и сепиолит.

К настоящему времени, производя некоторые исследования в этой области и руководствуясь принципами, положенными указанным ученым в основу данной систематики, мы могли получить не только дополнительные доказательства (7, 8, 9) в пользу этого метода толкования, примененного А. Е. Ферсманом для объяснения сложного природного процесса, но и убедиться в том, что такими ядрами для мира магнезиально-алюминиевых силикатов могут являться и являются и молекулы, переходные по высоте «кремнеземного уровня» между серпентином—гимнитом—керолитом—сепиолитом.

Любопытной особенностью всех этих магнезиально-алюминиевых гидросиликатов является наличие у них «гидраргиллитовой» остановки ~300°, четко очерчивающей характер связей Al_2O_3 и входящей в конституцию данных минералов в составе гидросиалита боковой цепи.

Самое возникновение данного минерала позволяет утверждать реальность структурных построений Паулинга, представляющего конституцию серпентина (10) как определенную композицию из тальковой и бруситовой составляющих, а его алюмоаналога как композицию из пиррофиллита и гидраргиллита. Сопоставление данных структурных формул заставляет предполагать, что в данном случае часть места (в структурном понимании)

* Вполне понятно, что последние будут значительно богаче и по содержанию FeO и Fe_2O_3 по сравнению с первыми.

брусита занял гидраргиллит, что отчетливо и демонстрирует термический анализ.

Нам кажется, что устанавливается возможность двух различных типов замещения в молекулах серпентинов.

При замещениях $MgSi$ через Al_2 возникают минералы типа хлоритов, тогда как при типе замещений $3Mg$ через Al_2 образуются вещества, отличные от хлоритов и являющиеся типичными магноспалитами.

И судя по всему, данный минерал должен быть рассматриваем, как представитель именно последнего типа. В его конституции как бы зафиксирована начальная стадия такого замещения MgO через Al_2O_3 , на что указывает и рентгенограмма* минерала, в общем вполне отвечающая серпентиновой. Однако дальнейшее возрастание роли Al_2O_3 резко меняет природу вещества, как это мы могли установить на других членах ряда.

В заключение отметим, что описанное явление возникновения Al -содержащих серпентинов, как носящее региональный характер**, в литературе не получало своего освещения. Мы, однако, уверены, что оно типично отнюдь не только для кавказского региона и отображает собою проявление законов своеобразной «геохимической наследственности» метаморфических горных пород.

Северо-Кавказское геологическое управление
Ессентуки

Поступило
2 VI 1940

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Е. Ферсман, Геохимия, IV (1940). ² Н. Е. Ефремов, Тр. Сев.-Кав. геол. упр., III (1939). ³ В. Н. Лодочников, Тр. ЦНИГРИ, 38 (1936). ⁴ Н. С. Курнаков, Зап. Рос. минер. об-ва, 1 (1926). ⁵ А. Е. Ферсман, Зап. Акад. Наук, XXXII, 2 (1913). ⁶ А. Е. Ферсман, Тр. Геологического музея, VII, 6 (1913). ⁷ Н. Е. Ефремов, ДАН, XXIV 3 (1939). ⁸ Н. Е. Ефремов, Матер. по геол. и пол. иск. Аз.-Черн. Геолуправления, X (1939). ⁹ Н. Е. Ефремов, ДАН, XXII, 7 (1939). ¹⁰ Основные идеи геохимии, III (1938). ¹¹ H. H. Hess, Amer. Journ. of Sci., XXXV, 209 (1938).

* Выполнена в лаборатории ЦНИГРИ Г. А. Ковалевым.

** Однако огромное распространение минералов подобного типа в коре выветривания было уже предугазано А. Е. Ферсманом (6).