

М. Д. ДОРФМАН

О СОВРЕМЕННЫХ ПРОЦЕССАХ ВЫВЕТРИВАНИЯ ПОРОД ХИБИНСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА

(Представлено академиком А. Л. Яншиным 22 VI 1971)

Еще в начале пятидесятих годов господствовало представление, что в Хибинском щелочном массиве, расположенном в центральной части Кольского полуострова, площадная кора выветривания, как и на всем полуострове, полностью эродирована последним четвертичным оледенением.

В 1953 г. автором, при изучении пород Юкспорского тоннеля, а позднее и на площади всего щелочного массива, было установлено широкое развитие доледниковой линейной коры выветривания ⁽¹⁾. В процессе изучения Хибинского и Ловозерского щелочных массивов был обнаружен ряд гипергенных минералов современного происхождения. В одних случаях — это минералы зоны окисления сульфидов (лимонит, церуссит, гипс и др.), в других — результат химического выветривания простых или сложных силикатов (опал, гидрослюда, цирфесит и др.). В связи с этим, естественно, возникает вопрос о том, не имеет ли место образование площадной коры выветривания в современных условиях. Для обоснования этого предположения приведем ряд фактов.

1. При просмотре кернов скважин на плато Расвумчорр было установлено, что те участки рихсчорритов, в которых присутствует ломоносовит, менее чем через год дезинтегрируются и при высыхании с поверхности покрываются тонкой белой мучнистой пленкой фосфата натрия $\text{NaHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Известно, что фосфорная кислота из ломоносовита (P_2O_5 до 14%) легко вымывается водой и минерал без нарушения структуры переходит в мурманит. В обнажениях продукты выветривания ломоносовита, естественно, не сохраняются.

2. Долгое время принято было считать, что виллиомит (NaF) является характерным минералом Ловозерского щелочного массива, в то время как в Хибинах он редок. Виллиомит был известен лишь в натролит-пектолитовых жилках в одной из подземных горных выработок Кукисвумчоррского рудника, а позднее в пегматите штольни «Материальная» горы Юкспор ⁽¹⁾. Присутствие мелких рассеянных зерен обнаруживалось в свежих свалах пород сразу же после дождя: поверхность покрывалась белой коркой троны ($\text{NaCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

В 1967 г. при просмотре кернов разведочных скважин Коавинского апатитового месторождения было установлено, что отдельные участки пород, в интервале до 100 м, после длительного пребывания на воздухе покрываются коркой троны, которая при высыхании переходит в одноводную соду — термонатрит. В изломе кернов часто обнаруживается мелкозернистый виллиомит. Керна при этом на отдельных участках вспучивается или легко рассыпается от удара. Присутствие выпцетов соды на поверхности образцов указывает на нахождение в породе виллиомита (рис. 1).

3. Процесс химического выветривания протекает не только в летние месяцы, но и в самое холодное время года. Примером может служить образование крупных кристаллов десятиводной соды ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), размером до 5 см, в одной из глубоких горных выработок апатитового рудника ⁽²⁾. В пустотах выщелачивания пектолит-виллиомитовой жилы в результате взаимодействия растворов фтористого натрия с нефелином и угле-

кислотой воздуха кристаллизуется сода. Известно, что добыча соды из содовых озер производится методом вымораживания.

4. В Ловозерском щелочном массиве, в одной из штолен, пройденной в виллиомитовых фойяитах, образуются сталактиты, состоящие из чередующихся концентрически-скорлуповатых слоев опала и троны. По наблюдениям (3), за один год на месте отбитых сталактитов вырастают новые, длиной до 10—12 см. Участки пород, на которых образуются сталактиты, приурочены к влажным стенкам с постоянно действующей вентиляцией.

Экспериментальное воспроизведение этого процесса (4) позволило установить, что взаимодействие нефелина с водными растворами фтористого

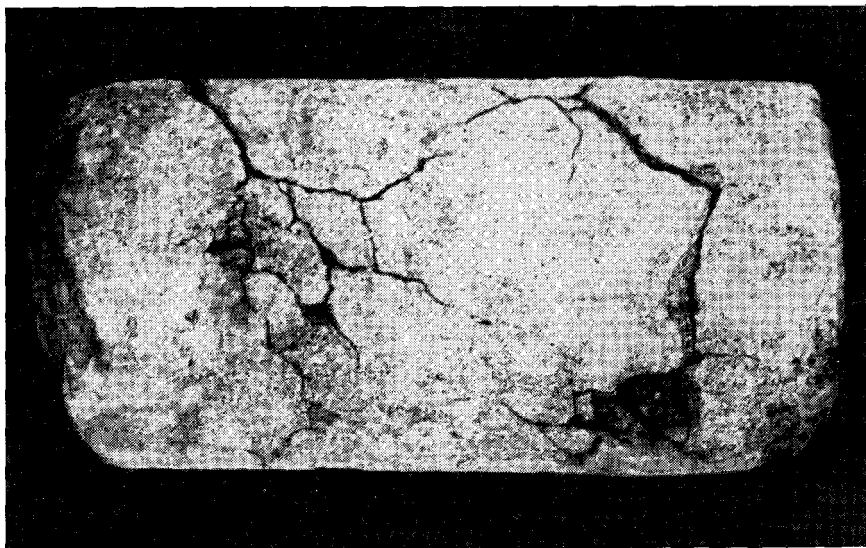


Рис. 1. Вид керна нефелиновых сиенитов, содержащего виллиомит, после вспучивания. Нат. вел.

натрия и углекислого газа приводит к образованию криолита, бикарбоната натрия и кремнезема. Реакция протекает при pH 7. Нагревание раствора замедляет взаимодействие нефелина с фтористым натрием вследствие уменьшения концентрации в растворе углекислоты и повышения pH. Таким образом, чем ниже температура растворов, тем энергичней идет процесс минералообразования.

В условиях дневной поверхности на тем же штабелях фойялитов за один год образуется корка опала толщиной до 1 мм.

5. Эвдиалит является одним из самых неустойчивых в поверхностных условиях минералов. Он подвергается настолько быстрому разрушению, что, пролежав в отвалах горных выработок 30—35 лет, теряет яркую окраску, тускнеет, а по системе микротрещин начинает замещаться землистым агрегатом. Конечным продуктом выветривания эвдиалита является цирфесит — бурый, землистого сложения минерал, существенно состоящий из Zr, Fe и Si.

На плато Расвумчорр отдельные участки пойкилитовых нефелиновых сиенитов, рисчорритов, площадью до 0,4—0,6 км², содержат повышенное количество измененного эвдиалита. Минерал образует в породе густую вкрапленность или самостоятельные жилы почти мономинерального состава мощностью до 10 см. На указанных площадях наблюдаются иногда небольшие (до 15 см в поперечнике) гнезда крупнопластинчатого лучистого измененного лампрофиллита. При вскрытии карьером этих пород оказалось, что эвдиалит в интервале 3—7 см полностью заместился цирфеситом. В пределах той же зоны измененным оказался и лампрофиллит,

перешедший в анатаз. Выдержанная по мощности цирфеситовая площадная кора выветривания с глубиной резко переходит в породу, содержащую свежий эвдиалит. Четко различается граница перехода эвдиалита в цирфесит и на крутопадающих эвдиалитовых жилах. Аналогично ведет себя и лампрофиллит: в зоне цирфесита он замещается анатазом, на глубине остается свежим. Процесс этот можно проследить даже в пределах одной пластины минерала.

Можно было бы привести еще ряд примеров неустойчивости минералов Хибинского щелочного массива в гипергенных условиях, как, например, окисление шизолита с образованием окислов марганца, выветривание ринколита с переходом его в сложный коллоидный агрегат так называемого вудъяврита, — но и те, что описаны были выше, достаточно четко характеризуют специфику современного процесса выветривания минералов щелочных горных пород на Кольском полуострове.

При изучении процессов выветривания в Хибинском щелочном массиве было установлено, что определяющей ролью является режим кислотности — щелочности метеорных вод, который создается легко гидролизующимся нефелином, вызывающим быстрое нарастание щелочности растворов (¹). Было также установлено, что полевои шпат на разных стадиях выветривания остается свежим. Эта специфика процесса четко проявляется в рисчорритах, где главной составной частью породы является полевои шпат.

В послеледниковое время заметному выветриванию подвергаются самые неустойчивые минералы, такие как эвдиалит, лампрофиллит, ринколит и ловчоррит и некоторые другие. Поэтому структура породы сохраняется; полевои шпат, пироксены, сфен и некоторые другие минералы остаются свежими. Чем выше концентрация в породе эвдиалита, тем более насыщенной цирфеситом будет и кора выветривания.

Плато Расвумчорр — это наиболее высокогорная часть Хибинского массива. Здесь породы в суровых климатических условиях Заполярья подвергаются морозному выветриванию с образованием небольшого по мощности покрова элювия, сохраняющего в глыбах первичную ориентировку. Породы элювиального слоя имеют повышенную трещиноватость существенно горизонтального направления; по ним эвдиалит также часто замещается цирфеситом.

Если исходить из того, что с момента последнего оледенения на Кольском полуострове прошло 7000—7500 лет (⁵), то надо полагать, что время для выветривания такого неустойчивого к выветриванию минерала, как эвдиалит, было достаточным. Как отмечено было выше, эвдиалит, пролежавший в отвалах горных выработок Кукисвумчоррского апатитового рудника 30—35 лет, начал претерпевать не только физические, но и химические изменения: из минерала начался вынос небольшого количества натрия, увеличилась концентрация циркония, т. е. начались те самые процессы, которые со временем привели к образованию цирфесита.

Особенностью современного процесса химического выветривания является, таким образом, не только образование специфической цирфеситовой (циркониевой) коры выветривания мощностью в 3—7 см, вызванное большой концентрацией эвдиалита на отдельных участках пород массива, но и химизм процесса, что приводит к образованию ряда легко растворимых минералов, устойчивых лишь в специфических условиях щелочных горных пород. Процесс идет круглый год, причем для некоторых минералов, таких как десятиводная сода, или для сталактитов, состоящих из чередующихся слоев опала и троны, понижение температуры водных растворов является благоприятным фактором минералообразования.

Несомненно, процессы химического выветривания, начавшиеся еще в послеледниковое время, продолжают развиваться и сейчас. Однако факторы времени, современный рельеф массива и, по-видимому, иные климатические условия меняют масштабы минералообразования. Ряд минералов

(эвдиалит, лампрофиллит, нефелин и др.), наиболее легко изменяющихся, как в доледниковый период, так и в современных условиях дают одни и те же продукты, свойственные ранним стадиям развития линейной коры выветривания. Минералы, характерные для более глубоких стадий развития линейной коры выветривания, в современных условиях не обнаружены.

К минералам современного процесса химического выветривания относятся: цирсит, вудзюврит, анкилит, гидрослюда, криолит, гипс, скородит, фосфат натрия, гидрогетит, церусит, анатаз, опал, сода, трона, термонатрит и некоторые другие.

Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана
Академии наук СССР
Москва

Поступило
25 V 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. Д. Дорфман, Минералогия пегматитов и зон выветривания в пйолит-уртитах горы Юкспор Хибинского массива, М.—Л., 1962. ² М. Д. Дорфман, Г. О. Пилоян, Ф. М. Опохин, Новые данные о минералах СССР, в. 19, 1969. ³ И. В. Буссен, С. И. Смирнова, Матер. по минералогии Кольского п-ва, в. 1, 1959. ⁴ М. Д. Дорфман, Я. Г. Горощенко и др., Геохимия, № 7 (1965). ⁵ Р. М. Лебедева, В сборн. Рельеф и геол. строение осадочного покрова Кольского п-ва, М.—Л., 1964.