

МИНЕРАЛОГИЯ

И. ЗЕМЯТЧЕНСКИЙ, член-корреспондент Академии Наук СССР

**К ВОПРОСУ О ЗАВИСИМОСТИ ХАРАКТЕРА ВЫВЕТРИВАНИЯ
МИНЕРАЛОВ ОТ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

Выветривание мусковита. На Кольском полуострове и в Карелии слюда, как биотит, так и мусковит, пользуется широким распространением, входя в состав местных гранитов, гнейсов и слюдяных сланцев. Кроме того мусковит образует местами крупные выделения в пегматитовых жилах, имеющие немаловажное промышленное значение.

Результаты выветривания наглядно обнаруживаются на слюдах, содержащих железо, особенно на биотите. Изменение в этом случае выражается в появлении бурой окраски. Темносерый цвет свежей слюды становится желтовато-бурым.

Предметом исследования выветривания мусковита служили образцы из района Чупы (Карелия), а также собранные мною на развалинах древней церкви в окрестностях г. Вятки, в которой вместо стекла служила слюда. Вероятно, этот материал происходит также из Карелии, в которой добыча слюды производилась с весьма давнего времени.

Образцы из окрестностей г. Вятки, помимо того, что они находятся в другом, отдаленном от Карелии районе, представляли интерес и в том еще отношении, что по ним можно судить о скорости выветривания мусковита.

Минералогический характер и промышленное значение мусковита Карелии описаны И. И. Гинзбургом (2).

Из анализов слюды разных месторождений, приведенных И. И. Гинзбургом, видно, что в мусковитах Карелии имеются следующие колебания главных составных частей:

SiO ₂	45.64—47.05
Al ₂ O ₃	30.50—34.64
Fe ₂ O ₃	1.81— 5.64
K ₂ O	10.18—10.36
Na ₂ O	0.85— 1.01
Потери при прокаливании	2.57— 4.51
Гигроскопичность	0.01— 0.24

Выветривание мусковита Чупы. Имевшийся в моем распоряжении материал мусковита Чупы представлял собой крупные пластинки, в средней своей части совершенно прозрачные, в тонких слоях бесцветные,

в толстых же—дымчатой окраски. Пластинки гибки и упруги. На периферии мусковит принимает охряно-желтую окраску, делается мутноватым и хрупким; при этом наблюдается постепенный переход к неизменным частям слюдяной пластинки.

Под микроскопом можно видеть, как свежий мусковит постепенно изменяется при своем выветривании. Прозрачные и бесцветные пластинки сменяются мутнеют, причем, начиная с периферии, распространяются внутрь,

постепенно ослабева в своей интенсивности. Распространение мутности—неправильное, в виде языков, иногда глубоко вдающихся в тело пластинки слюды. По мере увеличения мутности изменяется и окраска в сторону пожелтения вследствие образования свободного гидрата окиси железа, которая, как показывают анализы, всегда имеется в мусковите Карелии.

В поляризованном свете сохраняется двуосность, как и в невыветрелой части слюдяной пластинки с той только разницей, что гиперболы здесь представляются расплывчатыми, туманными.

Можно видеть, что выветривание начинается с расщепления по плоскостям спайности, где и накаплиются землистые продукты выветривания. Кроме того наблюдается раздробление слюдяной пластинки на более мелкие части.

Наиболее мелкие чешуйки мусковита при рассмотрении под микроскопом кажутся точечными, мелкозернистыми, вследствие чего становятся мутноватыми. Кое-где виден распад подобных чешуек на отдельные прозрачные весьма мелкие зернышки. Очевидно, рядом с химическим изменением происходит все большее и большее диспергирование пластинок мусковита, которое, весьма вероятно, ведет в конечном счете к образованию золя; последний в виде псевдораствора может удаляться, оставляя более крупные частички мусковита. Таким образом составные части мусковита выносятся вон, а на месте остается только гидрат окиси железа.

При исследовании химической стороны выветривания слюды применялся следующий метод. Сначала отбирались такие образцы, в которых начавшееся выветривание выражалось в изменении прозрачности, в более интенсивной окраске от гидрата окиси железа и в расщепленности. Такие образцы при помощи ножа расщеплялись на возможно тонкие листочки, которые затем разминались между пальцами руки. При этом наиболее выветрелые части легко крошились и отделялись от менее выветрелой части слюдяного листочка. Просеиванием через сито в 0.25 мм мелкие части отделялись от более крупных и истирались в тонкий порошок. Эта часть, таким образом, представляет наиболее выветрелую часть мусковита.

Листочки, не раскрошившиеся при разминании пальцами, подвергались легкому растиранию в агатовой ступке. При этом от листочков отделялись частицы, которые более слабо удерживались сравнительно с менее измененной частью листочков слюды. Отделившиеся частички, как и в первом случае, просеивались через сито в 0.25 мм и истирались в тонкий порошок. Таким путем получался материал, в котором выражаются разные стадии выветривания слюды. Наконец, оставшиеся труднорастираемые листочки представляли собой слюду, не подвергшуюся или слабо подвергшуюся выветриванию.

Химический состав и характер мусковита в разных стадиях выветривания. Для общей характеристики прежде всего был определен валовой химический состав невыветрелого и выветрелого мусковита. Химический состав неизменного мусковита и выветрелой его части представлен в таблице.

Для выяснения характера продуктов выветривания мусковита был использован метод обработки материала различными реактивами, именно 5%-м раствором соды и 10%-м раствором HCl. Для анализа была выбрана землистая, наиболее выветрелая часть мусковита, просеянная через сито в 0.06 мм и тонко истертая в агатовой ступке.

При обработке тонко истертой части 5%-м раствором соды при нагревании на водяной бане в течение 1 часа в растворе оказалось:

SiO ₂	0.257%
Al ₂ O ₃	0.479%

Химический состав мусковита Чупы⁽¹⁾

Хим. состав	Мусковит, не измененный выветриванием			Мусковит, подвергшийся выветриванию		
	%	Частичное отношение		%	Частичное отношение	
SiO ₂	43.50	0.724	2.13	44.48	0.741	2.23
Al ₂ O ₃	34.67	0.340	1	33.81	0.332	1
Fe ₂ O ₃	4.91	—	—	4.83	—	—
CaO	0.16	—	—	0.50	—	—
MgO	0.64	—	—	0.93	—	—
K ₂ O (Na ₂ O)	9.83	—	—	8.75	—	—
H ₂ O конституционная . .	6.14	0.341	—	6.36	0.353	—
<hr/>						
H ₂ O гигроскопическая . .	99.85	—	—	99.66	—	—
	2.22	—	—	2.10	—	—

После обработки содой материал был обработан 10%-м раствором HCl при нагревании на кипящей водяной бане в течение 10 часов; после фильтрования и промывания остаток был обработан 5%-м раствором соды для извлечения SiO₂, получившейся при разложении выветрившегося мусковита. Химический состав разложившейся части оказался следующим:

		Частичные отношения	
SiO ₂	17.08	0.282	4.5
Al ₂ O ₃	6.56	0.064	1
Fe ₂ O ₃	9.11		
CaO	0.62		
MgO	0.96		
K ₂ O (Na ₂ O)	4.46		
H ₂ O конституционная	6.32		
H ₂ O гигроскопическая	2.82		
	47.95		
Неразложившийся остаток . .	53.00		
Сумма	100.95		

Обработка невыветрелого мусковита Чупы 10%-й HCl. После обработки невыветрелого мусковита соляной кислотой и последующего выщелачивания содой освободившейся SiO₂ получился остаток в количестве 36.60%. В разложившейся части найдено:

		Частичные отношения	
SiO ₂	24.88		
Al ₂ O ₃ (Fe ₂ O ₃)	22.79		
CaO	0.18		
MgO	0.14	0.414	1.84
R ₂ O (по остатку)	8.38	0.255	1
H ₂ O конституционная	5.89		
H ₂ O гигроскопическая	1.11		
Неразложившийся остаток . .	36.60		

⁽¹⁾ Анализ произведен В. Т. Иллиминской, которой выражаю искреннюю признательность.

Кроме приведенных выше был произведен неполный анализ наиболее разложившейся части мусковита, имеющей землистый вид. Эта часть была получена просеиванием разрушенных листочков мусковита через сито с отверстиями 0.06 мм. В ней оказалось:

CaO, MgO и R₂O не были определены. Судя по сумме окислов, найденных при анализе, на долю указанных окислов остается 4.80%. Если принять во внимание количества CaO и MgO, найденных при других анализах (1—1.5%), то на долю щелочей приходится немного более 3%.

Мусковит из развалин церкви в окрестностях г. Вятки. Пластинки мусковита по внешнему виду не отличимы от мусковита Чупы. Они также бесцветны и прозрачны, также гибки в средних частях, на периферии же окрашены гидратом окиси железа в буровато-желтый цвет и хрупки. Ввиду такого сходства с мусковитом Чупы мусковит Вятки подвергался менее детальному химическому исследованию. Определены были химический состав той части мусковита, которая разложилась при обработке 10%-й HCl, а также конституционная и гигроскопическая вода.

Обработка выветрелой части мусковита Вятки 10%-й HCl при нагревании на водяной бане в течение 10 часов. Состав разложившейся части мусковита (отнесены к воздушносухой навеске) следующий:

SiO ₂	45.47
Al ₂ O ₃	5.16
Fe ₂ O ₃	7.00
CaO	0.51
MgO	0.51
R ₂ O	6.29
H ₂ O конституционная .	7.13
H ₂ O гигроскопическая	0.98
	<hr/>
Остаток от обработки содой и HCl	56.86
Сумма	99.94

Частичные отношения
0.257 4.64
0.051 1

SiO ₂	62.84
TiO ₂	0.66
Al ₂ O ₃	13.76
Fe ₂ O ₃	5.46
H ₂ O, потери при прокаливании	12.48
Сумма	95.20
H ₂ O гигроскопическая	2.72

Сопоставляя валовой состав мусковита, подвергшегося выветриванию, с невыветрелым, мы видим сравнительно небольшое различие

между ними, но выраженное совершенно определенно. Во-первых, валовое содержание SiO₂ в выветрелом мусковите больше, чем в невыветрелом (44.48 и 43.50% соответственно). Напротив, количество Al₂O₃ в невыветрелом больше, нежели в выветрелом (34.67 и 33.81% соответственно). То же относится и к щелочам (в выветрелом 8.75, в невыветрелом 9.83%). Что же касается других окислов, то мы, напротив, видим увеличение количества H₂O, CaO и MgO в выветрелом мусковите. Увеличение содержания H₂O и MgO является здесь вполне нормальным, так как подобное явление наблюдается во многих случаях выветривания силикатов. Увеличение же количества CaO в мусковите, подвергшемся выветриванию, является ненормальным, так как Ca (и Na) в силикатах наиболее легко подвергается выщелачиванию. Возможно, что Ca здесь имеет адсорбционный характер.

Таким образом валовой химический анализ показывает, что выветривание мусковита в условиях умеренно холодного и влажного климата ведет к выщелачиванию в преобладающем количестве Al₂O₃ и щелочей и накоплению в остаточном продукте SiO₂, MgO и H₂O.

Поступило
28 IX 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. А. Земятченский, Тр. Почвенного ин-та им. Докучаева, VIII, вып. 1 (1933).
- ² И. И. Гинзбург, Слюда и ее свойства в России, Матер. для изучения производительных сил России, Российск. АН, № 34 (1920); И. И. Гинзбург, Нерудные ископаемые, III (1927); А. К. Болдырев и др., Сборн. статей по минералогии, кристаллогр., геологии, экономике слюд и обзор месторождений мусковита в СССР (1937).