

Д. П. СЕРДЮЧЕНКО

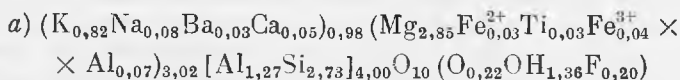
О НЕКОТОРЫХ СЛЮДАХ НЕОБЫЧНОГО СОСТАВА

Слюды давно известны большим разнообразием своего состава, обусловленным (количественно и качественно) различными изоморфными замещениями в исходных кристаллических решетках флогопита и мусковита.

В природных и искусственных слюдах, относящихся к разным полиморфным модификациям, изовалентные и гетеровалентные замещения сопряженно или изолированно охватывают тетраэдрические, октаэдрические и соединительные структурные слои. При этом помимо обычных компонентов (калия, натрия) существенную роль в составе К-слоев могут играть Rb, Cs, Ca и Ba. Кроме этого, выяснилось, что Ca и Na входят не только в соединительные слои, но и в октаэдрические слои флогопитовых и мусковитовых решеток, замещая в них соответственно Mg (Li) или Al (с компенсацией нарушенного равновесия сопряженными замещениями в других частях структуры).

Подобно формированию всех минералов переменного состава, химизм среды минералообразования и термодинамические условия оказывают решающее влияние и на состав образующихся (природных и искусственных) слюд, обуславливая появление необычных по своим компонентам рассматриваемых ниже минералов. Это — флогопиты и биотиты с высоким содержанием Na, Ca, Ba и Zn, а также мусковиты, сильно обогащенные Ba, Ca, V (таблица).

Светлый розовато-коричневый мелкочешуйчатый флогопит (обр. 95/58) в серпентинизированных и содержащих диоксидовые прослои архейских кальцифирах Алдана, проникнутых прерывисто-жилковатыми и гнездовидными выделениями калиевых полевых шпатов (иногда с кварцем), образует согласные прожилки и гнездышки длиной до 5 см, а также каемки вокруг выделений диоксида. При микроскопическом исследовании он обнаруживает очень малый $2V$ (—) и $Ng = 1,586 \pm 0,002$, а местами — точечную бурожелезистую пигментацию, что, очевидно, следует объяснить близостью железорудной зоны и влиянием приповерхностного выветривания. Как показал анализ, минерал не содержит, кроме железа, других хромофорных элементов (Li, Mn). Анализ, выполненный И. С. Разиной, пересчитан нами после предварительного исключения примесей: части Fe_2O_3 (редкие точечные выделения окислов железа) и $CaCO_3$ (по количеству CO_2). Расчет дал следующую формулу¹ (см. таб., а):



¹ Здесь и в последующих случаях расчет выполнен по 11 кислородам на сухое (без летучих) вещество (Сердюченко, 1951, 1954, 1960; Gatineau, 1964; Seifert, 1966).

Таблица

Химические анализы слюд необычного состава

| Компоненты | Алдан | | | | | Са-биогит, Везувий | Ва-Са- флогопит, Байерштупль | Zn-Mn- флогопит (хендрик- сит), Франклин | Казахстан | | Эллахерит, Франклин | Са-мусковит Алдан |
|--------------------------------|----------|-------------|-----------------------|-----------------------|----------|-----------------------|------------------------------------|--|----------------------------------|--------|------------------------|----------------------|
| | флогопит | Na-флогопит | Na-аломо- флогопит | Na-ферро- флогопит | флогопит | | | | Ва-V-мусковиты (V-эллахериты) | | | |
| | | | | | | | | | и | к | | |
| а | б | в | г | д | е | ж | з | и | к | л | м | |
| SiO ₂ | 38,04 | 40,05 | 40,27 | 35,20 | 39,20 | 36,77 | 29,84 | 31,58 | 43,91 | 42,98 | 41,37 | 42,12 |
| TiO ₂ | 0,56 | 0,10 | 0,21 | 1,32 | 0,38 | 0,11 | — | 0,32 | 0,21 | — | — | Нет |
| Al ₂ O ₃ | 15,81 | 18,50 | 22,85 | 14,33 | 14,75 | 18,46 | 18,43 | 13,72 | 27,92 | 19,37 | 32,64 | 37,67 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,39 | 0,91 | 2,08 | 2,63 | 2,61 | 1,92 | 2,41 | 2,25 | 0,45 | 0,34 | Нет | 0,05 |
| Cr ₂ O ₃ | — | 0,03 | — | — | Нет | — | — | — | 0,61 | — | — | — |
| V ₂ O ₅ | — | — | — | — | — | — | — | — | 6,18 | 17,92 | — | — |
| FeO | 0,53 | 1,74 | 5,62 | 15,56 | 3,88 | — | 0,53 | 0,34 | — | — | — | 0,04 |
| MnO | сл. | 0,02 | 0,03 | 0,08 | 0,37 | 0,34 | — | 12,28 | 0,05 | — | 0,62 | 0,02 |
| MgO | — | — | — | — | — | — | — | 22,97 | — | — | 1,84 | — |
| MgO | 26,72 | 23,06 | 13,87 | 15,39 | 22,55 | 10,93 | 25,02 | 3,69 | 2,10 | 2,08 | 1,55 | 0,31 |
| BaO | 0,86 | Не опр. | 0,04 | 0,05 | — | Нет | 5,11 | 0,65 | 7,15 | 5,27 | 9,89 | — |
| CaO | 1,88 | 0,67 | 0,14 | 0,08 | 2,30 | 14,33 | 8,17 | — | Нет | 0,48 | 0,36 | 5,72 |
| Li ₂ O | Нет | — | — | — | — | 0,58 | — | — | — | — | — | — |
| P ₂ O ₅ | — | Нет | 0,25 | 0,12 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Na ₂ O | 0,59 | 3,74 | 2,76 | 3,18 | 2,08 | 3,67 | 0,29 | 0,24 | 0,47 | 0,13 | 1,51 | 0,30 |
| K ₂ O | 8,98 | 9,68 | 9,89 | 9,79 | 9,16 | 8,05 | 5,04 | 7,91 | 6,13 | 5,91 | 6,33 | 8,49 |
| S | — | Не опр. | 0,18 | 0,31 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| SO ₃ | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,12 | 0,64 | — | 0,45 |
| CO ₂ | 1,01 | Нет | Нет | — | 0,12 | — | — | — | — | — | — | 0,12 |
| F | 0,80 | — | — | — | 3,04 | 4,00 | — | 0,45 | — | — | — | — |
| Cl | Не опр. | 0,18 | — | 0,07 | — | — | — | — | — | — | — | 0,18 |
| H ₂ O ⁺ | 2,84 | 1,00 | 1,64 | 1,56 | 0,96 | 2,52 | 4,50 | 3,65 | 4,64 | 5,31 | 4,05 | 4,90 |
| Сумма | 100,01* | 99,68 | 99,83 | 99,67 | 101,40** | 101,68 | 99,34 | 100,05 | 99,94 | 100,43 | 100,16 | 100,56*** |
| O=F ₂ | 0,33 | — | — | — | 1,28 | 1,68 | — | 0,19 | — | — | — | 0,04 |

* В том числе 0,02% SrO, 0,03% Rb₂O.

** NiO не обнаружен.

*** В том числе 0,19% В₂O₃.

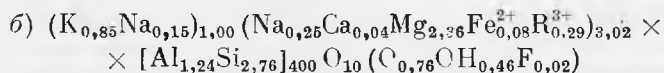
Очевидно, что в структуре этого флогопита электростатическое уравновешивание происходит в катионах путем сопряженных замещений в соединительных (+8), октаэдрических (+17) и тетраэдрических (-27) слоях; одновременно здесь имеют место замещения $BaAl_{IV} \rightarrow KSi$ и $Al_{VI}Al_{IV} \rightarrow MgSi$. Последнее имеет обратное направление сравнительно с мусковитами, где часто (см. ниже) наблюдается $MgSi \rightarrow Al_{VI}Al_{IV}$.

Образование розовых флогопитовых слюд происходит в Алданском архее в условиях метаморфизма загрязненных кремвисто-глинистыми примесями магнезиально-известковых осадочных пород и при их дедолмитизации; эти примеси в материнских породах были распределены не только неравномерно, но и послойно.

В описанной слюде имеется немного бария и кальция, входящих в соединительные слои; содержание бария во флогопитах Алданского архея довольно устойчиво, оно колеблется обычно в пределах нескольких десятых процента (вес.), достигая, но не превышая 1%. Очевидно, источником бария были здесь сами карбонатные породы, которые содержат барий (и стронций) обычно в небольшом количестве.

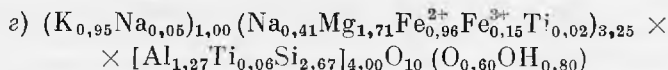
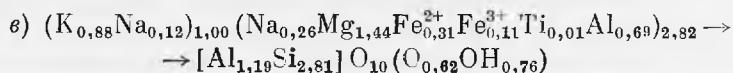
Однако некоторые флогопиты и биотиты из архейских толщ Алдана и других районов отличаются повышенным или очень высоким количеством BaO и CaO , а еще чаще Na_2O .

Натровый безжелезистый флогопит (см. табл., б, обр. 199в/1952) в виде крупных светло-зеленых столбчатых кристаллов ($N_g = 1,580$; $N_p = 1,548$) вместе с крупными призмами диопсида и сростками магнетита образует гнезда в мелкозернистой флогопит-диопсид-магнетитовой руде; его кристаллохимическая формула:



В диопсид-роговообманковых мелкозернистых породах, местами инъецированных лейкократовым гранитом, имеются крупнозернистые участки роговой обманки и магнетита, а также мелкие прожилки пирротина и халькопирита. Этим неравномерно перекристаллизованным и метасоматически измененным породам подчинены прослой почти мономинерального слюдита, который сложен светлым коричневатозеленым мелкочешуйчатым натровым алюмобиотитом (см. табл., в, обр. 329/1952); вблизи расположены и автономные гнездовидные выделения темно-коричневого натрового феррофлогопита (см. табл., г, обр. 328/1952).

Их кристаллографические формулы следующие:



Содержание $K + Na$ здесь явно выходит за рамки (вообще возможного в природе) «смешанно-слоистого» (с парагонитом) состава слюд. Отмеченные выше богатые натрием флогопиты обнаружили избыточное его количество, которое не может уместиться в плоскости К-соединительных слоев и, как мы уже отмечали (Сердюченко, 1954, 1960), должны быть изоморфно размещены в октаэдрах, как и избыточный (для К-слоев) кальций; такому изоморфизму $Na + Ca \rightarrow Mg + Fe^{2+}$ очень способствует повышенная температура минералообразования в Алданском архее, где инъецированные гранитами породы амфиболитовой фации местами представляют собой диафториты кристаллических сланцев гранулитовой фации.

Недавно экспериментальными работами еще раз показано, что при высоких температурах вполне вероятно и реально наблюдается изоморфное вхождение в решетку минералов таких элементов-примесей, ионный радиус

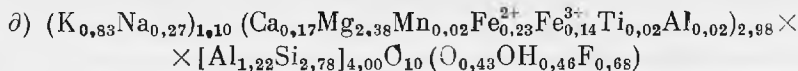
которых отличается от Ri замещаемого элемента не до 15% (правило В. М. Гольдшмидта, которое хорошо «работает» при температурах земной поверхности), а на 20—40% и даже на 60% (Жиркинский, 1966).

Вхождение Na в октаэдрические структурные слои слюд, обоснованное ранее фактическим их составом и общими кристаллохимическими соображениями (Болдырев, 1937; Гинзбург и др., 1953; Сердюченко, 1954), подтверждено в настоящее время и экспериментально. Методами инфракрасной спектроскопии и рентгенографии на природных и синтетических слюдах показано, что у тайниолита $KMg_2Li[Si_4O_{10}]F_2$ имеется натровый аналог $KMg_2Na[Si_4O_{10}]F_2$, в котором натрий занимает часть октаэдрических структурных позиций, т. е. здесь есть Na_{VI} , а не Na_{XII} , как это обычно для большинства слюд (Архищенко и др., 1965).

Однако в одних случаях расчетная сумма октаэдрических катионов у натриевых флогопитов не превышает трех, в других она значительно выходит за эти крайние пределы (см. формулу z), и возникает «проблема пространства», которая, как нам представляется, может быть разрешена (подобно расположению части натрия в «цеолитовых» трубчатых пустотах беррилов) при дополнительном использовании гексагональных (дитригональных) полостей, как предполагал Н. В. Белов (1951); при этом Na (и Ca) будут иметь не 12-, а 6-координацию.

Исследованный нами флогопит (обр. С-8/51) из пироксено-амфиболовой скарнированной зоны на Алдане относится не к докембрийским толщам, а к экзоконтакту верхнеюрских сиенит-порфиров (голец Зверева, вблизи пос. Лебединого), прорывающих кембрийские почти горизонтальные слоистые песчано-глинистые — доломитовые породы. В доломитах почти всегда содержатся рассеянные микроскопические кристаллики бледно-фиолетового флюорита, которые в некоторых приконтактных участках пневмато-гидротермально концентрируются и входят в состав перекристаллизованных ярко-фиолетовых (от укрупненного флюорита) карбонатных пород. Очевидно, с флюоритом (седиментационного происхождения) связано и высокое содержание фтора в описываемой слюде из контактно-самосадочной зоны (Сердюченко, 1958) (см. табл., d).

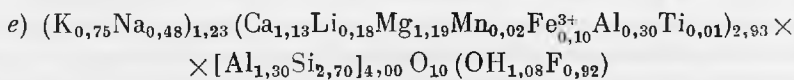
Формула этого флогопита (аналитик А. С. Трусова, 1951):



Кальциобиотит с наиболее высоким из известных в литературе содержанием кальция был обнаружен Замбонини (Zambonini, 1919) в пневматолитически измененных известняковых блоках, включенных в вулканические туфы Везувия; новообразования этой слюды находятся в парагенезисе с флюоритом. Цвет ее варьирует от светло-бурого до светлого красноватобурого, иногда окраска имеет пятнистый характер; блеск слабый перламутровый. $2E$ колеблется в пределах 15—33°; плеохроизм: по Ng и Nm — светлый красновато-бурый, по Np — почти бесцветный. Автор особо отмечает тщательность химического определения в слюде кальция, но барий и стронций при этом не обнаружены. Хотя прямых определений фтора (который указан по разнице до 100%) сделано не было, естественно, что в алюмосиликатной (вулканической, туфовой) среде, богатой кальцием и фтором, образовалась и богатая этими элементами слюда (см. табл., e).

Из этого же района описана и другая (бесцветная и одноосная) слюда с CaO около 6,5%.

Расчитанная нами структурная формула кальциобиотита

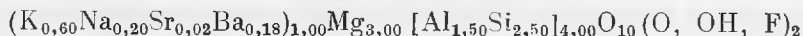


показывает избыточность натрия, который частично в виде Na_{VI} входит, по-видимому, в октаэдрические слои, а частично — в дитригональные по-

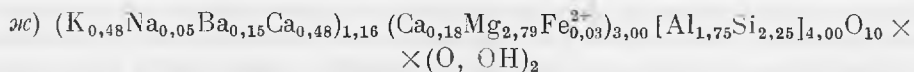
лости; в октаэдрических слоях магний явно замещается кальцием (в отношении 1 : 1).

Интерес представляют слюды из метаморфизованных известняков Шеллингена в районе Кайзерштуля (в Германии) и из Эдвардза в штате Нью-Йорк (США): по трем анализам (из которых два — 1877—1889 гг., а один — 1912 г.) они содержат много BaO (от 5 до 9%).

Первый анализ слюды из Kaiserstuhl (аналитик А. Кноп; Z. Krystall., 1887, Bd. 12, 588) укладывается в формулу



Более поздний анализ слюды из этого же участка (аналитик М. Dittich; Dissert. R. Daub, 1912, Freiberg; цит. по Heinrich, 1946) показал не только много бария, но и очень много CaO

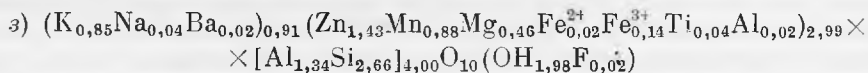


Новые исследования обнаружили сильно бариевые слюды в серии флогопит — биотит, но одновременно они содержат литий. Такой литиево-бариевый флогопит (BaO > 4%; Li₂O > 0,5%) был недавно обнаружен Е. И. Семеновым (1959) на одном железорудном месторождении в Монголии, где имеются и другие бариевые минералы — барит, бафертисит, бариевый фторкарбонат. Структурная формула этой слюды немного округленная — (K_{0,8}Ba_{0,2})(Li_{0,2}Mg_{2,8})[AlSi₃O₁₀](OH_{0,8}F_{1,2}); в соединительных и октаэдрических структурных слоях очевиден сопряженный изоморфизм BaLi → KMg.

Вхождение бария (взамен калия; см. выше) в решетку биотитов возможно и при одновременном замещении Al_{IV} → Si в тетраэдрах, т. е. BaAl_{IV} → KSi (Сердюченко, 1966; Петров и др., 1965).

В линзовидных скарнах месторождения Франклин (США) недавно обнаружены и изучены богатые цинком и марганцем флогопиты — хендрикситы (Frondel, Ito, 1966). Среди господствующих андрадита, родонита и кальцита они в качестве второстепенных минералов встречаются здесь вместе с Ba-полевым шпатом, Zn- и Mn-разностями пироксенов из серий диопсида и эгирин-авгита, франклинитом, виллемитом, аксинитом, баритом, флюоритом и многими другими (Palache, 1937). Содержание в них R_{VI}²⁺ варьирует: 12—23% ZnO, 4,8—15,3% MnO, 13,6—1,8% MgO. Произведен также гидротермальный синтез крайних — цинкистого и марганцовистого членов этого изоморфного ряда, т. е. KZn₃[AlSi₃O₁₀](OH)₂ — KMn₃[AlSi₃O₁₀](OH)₂.

Структурная формула хендриксита следующая:



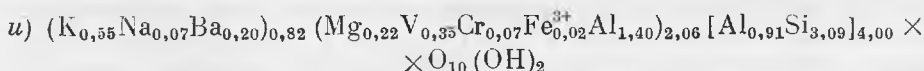
Помимо характерного замещения (Zn + Mn) → Mg в этой слюде наблюдается и Al_{VI}Al_{IV} → MgSi; Ng = 1,686; 2V = — (2—5°); уд. вес. 3,43.

Мусковиты несравненно чаще, чем флогопиты, бывают в природе бариевыми (эллахериты), в том числе ванадиево-бариевыми, так как в них легко происходят замещения типа BaMg → KAl_{VI} или BaMgV³⁺ → KAlAl.

Описанные В. А. Соколовым (1946), С. В. Культиасовым и Р. П. Дубинкиной (1946) зеленатые ванадиевые эллахериты из Казахстана содержат V₂O₅ от 6 до 18% и BaO от 5,20 до 7,20%. Образовались они в ванадиево-битуминовых кембрийских сланцах; при их формировании и слабом метаморфизме, в восстановительной среде, в минералообразовании, очевидно, принимали участие подвижные ванадиево-органические комплексы, а барий в значительной степени был способен к местной миграции в виде Ba(HCO₃)₂. Здесь были определены для волокнистой (см. табл., и)

слюды: $Ng = 1,634$ и $Nm = 1,625$; $2V \approx (-) 40^\circ$; для пластинчатой (κ) слюды: $Ng = 1,676$, $Nm = 1,664$, $Np = 1,620$, уд. вес 3,106.

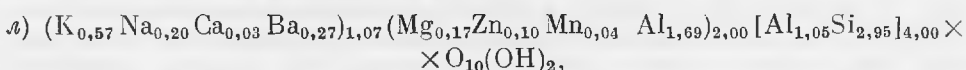
Рассчитанные нами два анализа этих слюд соответствуют формулам:



Здесь очевидны замещения $BaMg \rightarrow KAl$ и одновременно $V^{3+} \rightarrow Al_{VI}$.

Значительный интерес представляет и розовый бариевый мусковит (эллахерит) из Франклина (США), находящийся в сростании с микроклином, желтым гранатом, манганofilлитом и франклинитом (Baueг, Bergman, 1933).

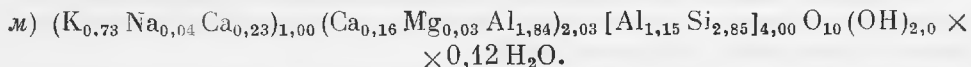
Сделанный нами расчет дал формулу



которая отчетливо показывает гетеровалентные сопряженные замещения в октаэдрических и соединительных слоях: $BaMg \rightarrow KAl$. При этом количество октаэдрических катионов остается равным двум, но эта гексафиллитовая слюда содержит в октаэдрическом слое, кроме R^{3+} (84%), уже значительное (16%) количество R^2 , из которого одна треть приходится на цинк. Отметим, что при гетеровалентных замещениях другого типа ($SiMg \rightarrow Al_{IV}Al_{VI}$) в октаэдрических слоях мусковитовой решетки количество катионов сохраняется и равно двум, но меняется их состав: $R^{2+} R^{3+}$ вместо R_2^{3+} , содержание двухвалентных катионов достигает уже 50%; в соединительных слоях, не участвующих в замещениях, все позиции заняты R^{1+} , а тетраэдры — все кремнекислородные, т. е. эти слюды — четырехкремниевые (Si_4) типа свитальскита (Сердюченко, 1965).

В составе свитальскитов — $KMgFe^{3+}Si_4O_{10}(OH)_2$ из трех октаэдрических пустот занято две; в связи с этим интересно отметить, что недавно в системе $K_2O - MgO - SiO_2 - H_2O$ искусственно получена новая минеральная фаза $KMg_{2,5}Si_4O_{10}(OH)_2$. В этом синтетическом минерале из трех октаэдрических позиций двухвалентными катионами в среднем занято уже две с половиной, а трехвалентные катионы отсутствуют совсем; всего же катионов 7,5 (!), а не 7 или 8, т. е. эта слюда, как и биотиты, промежуточная между гепта- и октафиллитами. Мы считаем, что это результат эквивалентного замещения $1R^{3+}$ на $1,5R^{2+}$, с чем и связано приближение мусковитовой структуры к биотитовой. Авторы-экспериментаторы (Seifert, Schreyer, 1965) отмечают, что благоприятны для образования этой новой фазы условия высокой температуры и давления, которые способствуют изоморфным замещениям и образованию твердых растворов; поэтому ожидать такую слюду в природе следует, например, в кимберлитовых породах, в сильно магниальных карбонатах.

Исследованная нами бесцветная слюда (обр. 413/1953) из полных псевдоморфоз по богатому кальцием скаполиту (мейониту) в породах Алдана оказалась безжелезистым, но существенно кальциевым мусковитом; за вычетом незначительной примеси карбоната и сульфата кальция (по SO_3 и CO_2) получаем формулу:



Кальций, по-видимому, входит как в соединительные, так и в октаэдрические слои, где он становится на место алюминия: $CaCa \rightarrow KAl_{VI}$.

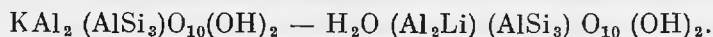
Как известно, многочисленные исследования природных и синтетических слюд ряда флогопит — биотит показывают частичные или далеко идущие гетеровалентные замещения типа $R_3^{2+} - R_2^{3+}$ в октаэдрических структурных

слоях; Al (и Fe³⁺) могут входить в октаэдрические и тетраэдрические слои. К этому следует добавить и двойное поведение крупных катионов Na и Ca, которые входят в соединительные («калиевые») слои и в октаэдры. В октаэдрах, таким образом, могут «сосуществовать» трех-, двух- и одновалентные катионы, в соединительных слоях — одно- и двухвалентные, в тетраэдрах — четырех-, трех- и даже двух(Ве)-валентные катионы. Разнообразие изоморфных замещений много способствует повышенной температуре минералообразования.

Рассмотрение приведенных выше материалов, в частности, еще раз показывает, что деление слюд только на ди- и триоктаэдрические не оправдывается, так как широко развиты биотиты с $2 < (R^{3+} + R^{2+}) > 3$ в октаэдрических слоях, а в ряду мусковит — свитальскит синтезирована слюда, имеющая 7,5 катионов. Поэтому и при расчете структурных формул слюд, с их кислородной упаковкой, необходимо исходить из числа ионов кислорода в элементарной ячейке, а не из заданного количества катионов (7 или 8), что насильственно и необоснованно предопределяет отнесение всех слюд только к гепта- или октофиллитам. Это заранее исключает обнаружение промежуточных природных и синтетических слюд, которые в действительности существуют, а искомое количество катионов принимается здесь за будто бы достоверно известное; полнота и правильность информации существенно при этом снижаются. Мы давно (Сердюченко, 1951, 1954, 1960) предложили способ расчета формул слюд на 11 кислородов [по «сухому» веществу: $O_{10}(OH)_2 = O_{11} + H_2O$], что соответствует сумме валентностей катионов, равной 22. К этому же результату пришел недавно и Зейферт (Seifert, 1966). Отмечая недостатки пересчета анализов слюд, связанные с отсутствием непосредственных определений в них кислорода, он исходит из двух предположений ($O + OH + F = 12$ и сумма валентностей катионов равна 22); для цифрового пересчета выбирает последнее.

При исследовании изоморфных замещений в мусковитовых решетках Гатино (Gatineu, 1964), рассчитывая количество грамм-атомов кислорода, связанного с каждым катионом в 100 г минерала, при выводе структурной формулы также исходит из 11 атомов кислорода в элементарной ячейке слюды, исключив предварительно всю конституционную воду и фтор).

Образцы природных норвежских слюд — мусковита из Бертен и флогопита из Скатоы обрабатывались в кварцевых трубках в течение 6 дней при 125° раствором LiCl и RbCl, содержащим в качестве радиоактивных индикаторов тритий. После удаления промывкой растворенных щелочей (K и др.) и повторного нагревания (100—1200°) было установлено, что флогопит никаких существенных изменений не претерпел, а мусковит в результате эксперимента оказался литиевым: Li внедрился в свободные (третьи) октаэдрические позиции слюды с одновременным удалением соответствующего количества K из соединительных слоев, а возникшие при этом межслоевые пустоты заполнились H₂O (со значительным содержанием трития). В итоге обработки мусковита LiCl получились смешанные кристаллы серии:



Очевидно, члены этого ряда могут образовываться в природе при воздействии хлористых литиеносных гидротерм на мусковиты ранней генерации (Rosenqvist, Jørgensen, 1963).

Крайний литиевый член этого ряда имеет состав (в % вес., по нашему расчету): SiO₂ — 46,88; Al₂O₃ — 39,85; Li₂O — 3,89; +H₂O — 9,38. Сумма 100,00%.

ЛИТЕРАТУРА

- Архипенко Д. К., Бобр-Сергеев А. А., Григорьева Т. Н., Ковалева Л. Т. О возможности заполнения октаэдрических структурных позиций в слюдах одновалентными катионами натрия.— Докл. АН СССР, 1965, 160, № 2.
- Белов Н. В. Гемиздрия слюды и особенности их спайности в свете тонкой структуры.— Минерал. сб. Львовск. геол. об-ва, 1951, № 5.
- Болдырев А. К. Химическая конституция и кристаллическая структура слюды.— Сб. «Слюды СССР», Изд-во АН СССР, 1937.
- Гинзбург А. И., Берхин С. И. О составе и химической конституции литиевых слюды.— Труды Минерал. музея АН СССР, 1953, вып. 5.
- Киркинский В. А. К вопросу о предельном различии ионных радиусов для изоморфных замещений.— В кн. «Материалы по генетической и экспериментальной минералогии», т. 4. Изд-во «Наука», 1966.
- Кульгасов С. В., Дубинкина Р. П. Новая разновидность эллахерита, содержащая ванадий.— Зап. Всес. минерал. об-ва, 1946, ч. 75, № 3.
- Петров В. А., Предовский А. А., Сергеев А. С., Галибин В. А. Некоторые особенности распределения элементов-примесей в биотитах кристаллических сланцев и гнейсов Северного Приладожья.— Вестник ЛГУ, 1965, № 24.
- Семенов Е. И. Литиевые и другие слюды и гидрослюды в щелочных пегматитах Кольского полуострова.— Труды Минерал. музея АН СССР, 1959, вып. 9.
- Сердюченко Д. П. Магнезиально-железистые слюды из железорудных и слюдоносных пород Алданского архея.— В кн. «Железные руды Южной Якутии». Изд-во АН СССР, 1960.
- Сердюченко Д. П. О некоторых типах изоморфных замещений в слюдах. Симпозиум по проблеме изоморфизма. Тезисы. Изд-во ЛГУ, 1966.
- Сердюченко Д. П. Магнезиоферриты и титан-шиннели из кембрийской толщи Алдана.— Минерал. сб. Львовск. геол. об-ва, 1958, № 12.
- Сердюченко Д. П. О кристаллохимической роли натрия в магнезиально-железистых слюдах.— Докл. АН СССР, 1954, 97, № 2.
- Сердюченко Д. П. Свиталяскит и его положение в ряду четырехкремниевых слюды.— Зап. Всес. минерал. об-ва, 1965, № 2.
- Соколов В. А. Ванадиеносные кембрийские отложения в Казахстане.— Вестник АН Каз.ССР, 1946, № 11 (20).
- Шубникова О. М. Новые минеральные виды и разновидности, открытые в 1945—1949 гг.— Труды ИГН АН СССР, 1953, вып. 144.
- Вауер L. H. a. Верман H. Barium-muscovite from Franklin. N.-Y. — Amer. Mineral., 1933. N. 1.
- Fron del C., Ito J. Hendricksite, a new species of mica.— Amer. Mineral., 1966, 51, N 7.
- Gatineau L. Structure réelle de muscovite Répartition des substitutions isomorphes.— Bull. Soc. franc. miner. crist., 1964, 87.
- Palache C. The minerals of Franklin and Sterling Hill, Sussex Country, N. Y.— U. S. Geol. Survey Prof. Paper 180. 1937.
- Heinrich E. Wm. Studies in the mica group; the biotite-phlogopite series.— Amer. Journ. Sci., 1946, 224, N 12.
- Zambonini F. Memorie per servize alla descrizione della carta geologica d'Italia, VIII, Tiel 2, 1919, Roma.
- Seifert F., Schreyer W. Ein synthetisches Zwischenglied zwischen dioktaedrischen und trioktaedrischen Climmern.— Naturwissenschaften, 1965, 52. N 8.
- Seifert F. Ein Rechenprogramm zur Umrechnung von Glimmeranalysen in Strukturformeln.— Beitr. Mineral. und Petrolog., 1966, 13, N 1.
- Rosenqvist I. Th., Jørgensen P. Replacement in the octahedral and interlayer positions in micas.— Nature, 1963, t. 197, № 4866, p. 477—478.