

Д. П. СЕРДЮЧЕНКО

О ДВУХ ЖЕЛЕЗИСТЫХ ХЛОРИТАХ

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 25 II 1948)

1. Верхнюю часть разреза среднедевонских отложений (живетский ярус, D₂) в Верхне-Ижемском районе (Коми АССР) занимают разнообразные по типу и окраске осадочные породы. Наибольший интерес в геолого-литологическом отношении представляют темнозеленые плотные диабазовые туфиты, дающие постепенные переходы и переслаивания с отложениями плотного серокоричневого сидероплезита, каолинито-гетитовых мелких оолитов и бледнозеленых оолитовых железистых хлоритов.

2. Железистый хлорит первого типа образует многочисленные бледные зеленовато-серые скопления, пятнистые прослойки, гнездышки и выделения оолитов в крепкой и плотной темнокоричневой породе, состоящей в основном из магнезиального сидерита (сидероплезита) с примесью кварца, кальцита, гипса, пирита, гидроокислов железа, растворимого глинозема и каолинита, рассеянных в сидеритовой массе и не входящих в состав хлоритовых оолитов. Порода местами становится зеленовато-серой в связи с преобладанием оолитов железистого хлорита.

Под микроскопом в прозрачных шлифах шаровидные или овальные оолиты рудного хлорита неравномерно распределены среди количественно преобладающего сидерита. Форма оолитов или правильно шаровидная, или сплюсненно-овальная и измятая, строение концентрическое, хорошо выступающее только при скрещенных николях; размеры колеблются в широких пределах: от 1 до 0,05 мм в диаметре, чаще от 0,3 до 0,1 мм. Встречаются также отдельные (не сферолитовые) пластинчатые пятна, пленки или вытянутые волокна хлорита: они или изолированно расположены среди сидерита, или служат связью между двумя или тремя соседними оолитами хлорита. Ядра иного минерального состава обычно отсутствуют, хотя оолиты хлорита иногда имеют в своих центрах лимонит, пирит, гранат, газовый пузырек.

В подавляющем большинстве случаев железистый хлорит совершенно свеж, и только изредка наружные концентры оолитов буреют вследствие окисления закисного железа. Иногда окисление распространяется сегментально, так что половина концентрических оолитов свежа и имеет бледнозеленый цвет, а другая половина — красно-бурая.

В прозрачных шлифах и в иммерсионных препаратах определены оптические константы минерала: $N_g = N_m = 1,640 \pm 0,002$; $N_p = 1,632 \pm 0,002$; $N_g - N_p = 0,008$. Минерал развит по N_g и имеет прямое угасание; на базисных пластинках получена фигура двусосного поло-

жительного минерала с едва заметным расхождением ветвей гиперболы: $2V = +(3-4^\circ)$. Плеохроизм ясный: от темнозеленого по N_q и N_m до светлого зеленовато-желтого по N_p .

Химический состав тщательно отобранных бледнозеленых оолитов железистого хлорита показан в табл. 1 (анализ 1). Исключая CaO и CO₂, образующие механически подмешанный кальцит, получим формулу нашего минерала: $(OH)_8(Fe^{2+}, Mg)_4(Al, Fe^{3+})_4 Si_2O_{10} \cdot H_2O$, которая точно соответствует формуле амезита.

Таблица 1

Компоненты	Амезиты				Стриговиты						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂ . .	15,71	20,95	20,30	21,80	29,73	27,88	32,26	28,4	28,43	28,3	35,12
Al ₂ O ₃ . .	17,34	35,21	35,94	32,87	7,75	15,81	15,28	12,6	16,60	12,0	48,16
Cr ₂ O ₃ . .	—	—	0,77	1,76	6,07	—	—	—	—	—	—
Fe ₂ O ₃ . .	14,98	—	0,09	0,45	1,81	1,77	8,32	18,8	11,43	18,0	—
FeO . .	29,48	8,28	1,44	0,47	0,57	31,92	13,02	26,2	26,21	30,8	—
MnO . .	0,36	—	нет	—	нет	0,51	—	—	7,26	—	—
MgO . .	4,50	22,88	27,03	28,48	35,54	9,52	18,92	5,2	0,36	1,6	сл.
CaO . .	2,95	—	0,28	—	2,76	0,20	1,39	0,1	0,36	—	0,61
CO ₂ . .	2,33	0,58	0,23	нет	1,74	—	—	—	—	—	—
+H ₂ O . .	12,27	13,02	13,82	13,32	13,56	11,82	11,48	8,7	9,31	9,3	14,01
-H ₂ O . .	0,18	—	нет	0,66	0,12	0,15	—	—	—	—	—
	100,10	100,92	100,19 ¹	99,81	100,38 ²	99,73	99,67	100,0	99,96	100,0	99,88 ³
К. ч. А											
Si . .	2,00	2,02	1,93	2,07	3,06	3,07	3,18	3,07	3,16	3,14	3,16
Al . .	2,00	1,98	2,07	1,93	0,94	0,93	0,82	0,93	0,84	0,86	0,84
Коорд. число б											
Al . .	0,58	2,02	1,95	1,75	—	1,12	1,01	0,67	1,32	0,71	4,26
Cr . .	—	—	0,06	0,14	0,50	—	—	—	—	—	—
Fe ³⁺ . .	1,42	—	—	0,03	0,14	0,15	0,63	1,53	0,85	1,50	—
Fe ²⁺ . .	3,12	0,67	0,12	0,03	0,05	2,93	1,10	2,37	2,43	2,85	—
Mn . .	0,04	—	—	—	—	0,05	—	—	0,68	—	—
Mg . .	0,84	3,28	3,83	4,04	5,50	1,56	2,87	0,83	0,06	0,27	0,01
Ni . .	—	—	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—
ОН . .	8,0	8,0	8,0	8,0	9,2	8,8	8,0	6,0	7,0	8,0	8,4
О . .	10,0	10,0	10,0	10,0	9,4	9,6	10,0	11,0	10,5	10,0	9,8

¹ В том числе Na₂O—0,06 и K₂O—0,23%.

² В том числе R₂O—0,45 и TiO₂—0,28%.

³ В том числе Na₂O—1,98%.

1. Амезит железистый, светлозеленый; Южный Тиман.
2. Амезит зеленый; Честер, Массачусетс, США (¹²).
- 3 и 4. Амезиты хромовые, бледнорозоватые, из месторождений хромита; Сарановск, Урал (¹).
5. Родохром светлосиреневый, тонкокристаллический до плотного, в зальбандах и трещинах хромита в серпентините; гора Беден, Сев. Кавказ (⁵).
6. Брунsvигит желтовато-зеленый, оливково-зеленый, плотный или листоватый, радиально-лучистый; в пустотах габбро; Radau, Гарц (⁷).
7. „Делессит“ зеленый, мелколистоватый; Шотландия (³).
8. Стриговит железистый; Южный Тиман*.
9. Стриговит марганцево-железистый, Striegau, Силезия (¹³).
10. Стриговит железистый, зеленый; Скания, Швеция; состав минерала высчитан из валового анализа хлорито-сидеритовых лейасовых песков (¹¹).
11. α-хлоритит, светлозеленый, листоватый или чешуйчатый; образует шарообразные включения, гнездышки и прожилки (иногда с накритом) в анкерите и кварце, а также корочки на пирите и среди бурога железняка и гипса; полиметаллические жилы Нагольного кряжа, Донбасс (⁴).

* Б. П. Кротов (²) описал из Алапаевских железорудных месторождений „хлориты типа стриговита“, которые, однако, по своему химическому составу не соответствуют ряду стриговита, а представляют, как отмечает и сам автор, делесситы, в которых почти весь магний замещен двухвалентным железом.

Сопоставление приведенных в табл. 1 химических анализов амезитов и рассчитанных нами их структурных формул показывает, что хлорит с Южного Тимана должен быть назван железистым амезитом, так как в октаэдрических слоях его решетки главную роль играют ионы железа: Fe^{3+} изоморфно замещает Al, а Fe^{2+} занимает 80% мест Mg.

Таблица 2

Амезиты	Ant	At	$Fe^{2+}-At$	$Fe^{2+}-Fe^{3+}-At$	Cr-At	Сумма
1	нет	20,9	42,5	36,6	нет	100,0
2	»	82,0	18,0	нет	»	100,0
3	»	94,3	4,3	»	1,4	100,0
4	7,1	88,6	нет	0,8	3,5	100,0

Для минералов 1, 2 и 3 характерно полное отсутствие в их составе антигоритовых молекул, которые в заметном количестве имеются только в минерале 4. Все рассмотренные амезиты содержат одинаковое число ионов R^{3+} как в тетраэдрических, так и в октаэдрических слоях своих решеток. Требование, предъявляемое теорией „ортохлоритового ряда“ (Al Al — Mg Si), здесь удовлетворяется.

Отметим, что для амезита из Честера McMurchy⁽¹⁰⁾ и Bannister⁽⁸⁾ обнаружили рентгеновскую структуру, отличающуюся от „нормальной структуры“ хлоритов (ортохлоритов). Gruner⁽⁹⁾ считает, что структура этого минерала существенно каолининовая с прослойками хлоритового типа (в небольшом количестве).

3. Железистый хлорит второго типа представляет зеленовато-серые или буровато-серые рыхлые, едва сцементированные железистые оолиты. В порошковых препаратах эта порода состоит из кварца, вулканического стекла, гематита, гидроокислов железа, пирита и железистого хлорита.

Хлорит по своему характеру и свойствам совершенно однороден и в иммерсионных препаратах имеет вид округло-пластинчатых зерен, лучистых и сферолитоподобных сростков (с резко волнистым угасанием или с расплывчатым сферолитовым крестом), тонко-лепестковых агрегатов и скорлуповатых форм, представляющих части оолитов. Хлоритовые скорлупы часто параллельно срastaются с окисно-железистыми скорлупками оолитов, сохраняя, однако, между собой резкие границы. Имеются сростки хлорита с кварцевыми зернышками и точечные выделения в нем пирита.

Плеохроизм слабый: N_g зеленый, N_p зеленовато-желтый. Минерал развит по N_g и имеет прямое угасание. Методом иммерсии в многочисленных зернах определено, что $N_g = N_m = 1,666 \pm 0,002$; $N_p = 1,656 \pm 0,002$; $N_g - N_p = 0,010$; $2V = -(5-7^\circ)$.

Резко отграничиваясь от гематита и гидрогетита, хлорит изредка, в результате частичного окисления, становится зеленовато-желтым или буреет. Химический состав хлорита (табл. 1, анализ 8) высчитан нами из химического анализа тяжелой фракции (0,25—0,01 мм), количественный минералогический состав которой предварительно был детально изучен под микроскопом.

Из солянокислой вытяжки (2% HCl с кипячением и обработкой нерастворимого остатка 5% Na_2CO_3) было получено хлорита 30,7% вес. Эта величина хорошо согласуется с количеством хлорита и по данным микроскопических подсчетов. В соответствии со своим составом, иссле-

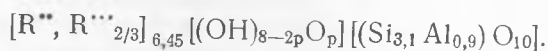
дованный хлорит должен быть отнесен к стриговитам, так как его эмпирическая формула $2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})\text{O} \cdot (\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ соответствует формуле, установленной для стриговита Чермаком: $2\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

4. Сопоставляя между собою химические анализы (6—11) стриговитов и рассчитанные нами (на 14 кислородов) их рентгено-структурные формулы, мы видим, что при большом разнообразии валовых химических составов все они имеют одинаковый или очень близкий состав своих тетраэдрических слоев (в среднем 3,1 Si и 0,9 Al). Это некоторым образом соответствует определенному „ангидриду“, одному из многих в многоосновных хлоритовых кислотах В. И. Вернадского⁽⁶⁾. К этому же ряду хлоритов (с тем же составом тетраэдрических слоев, ангидридов Вернадского) могут быть отнесены и многие пеннины, клинохлоры, кеммерериты и родохромы (например, анализ 5).

Рассмотренне состава октаэдрических слоев от анализа 5 к анализу 11 показывает, что: а) количество металлических атомов в них уменьшается от 6,19 до 4,27; б) в том же направлении закономерно повышается от 0,64 до 4,26 число трехвалентных и уменьшается от 5,55 до 0,01 количество двухвалентных атомов; в) изоморфные замещения между трех- и двухвалентными атомами имеют характер $\text{R}_2^{3+} - \text{R}_3^{2+}$.

Как следует из изложенного, в ряду рассмотренных минералов изоморфизм типа $\text{Al Al} - \text{Mg Si}$ не имеет места.

Таким образом, мы имеем изоморфный ряд стриговита с общей структурной формулой:



Хлоритит из Нагольного кряжа почти точно соответствует крайнему глиноземному члену этого ряда. Родохром с Северного Кавказа по своему составу близок к крайнему магнизальному члену того же ряда.

Поступило
8 II 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ И. А. Зимин, Зап. Мин. об-ва, в. 2, 192 (1939). ² Б. П. Кротов, Сб. Месторождения алапаевского типа, 2, 1936. ³ Н. С. Курнаков и В. В. Черных, Зап. Мин. об-ва, в. 1, 183 (1926). ⁴ Я. В. Самойлов, Минералогия жильных месторождений Нагольного кряжа, 1908. ⁵ Д. П. Сердюченко, Учен. зап. Ростовск. ун-та, в. 3, 69 (1935). ⁶ Д. П. Сердюченко, ДАН, 57, № 2 (1947). ⁷ J. Fromme, Tschermt. Miner. Petrogr. Mitteil., 21, 171 (1902). ⁸ A. F. Hallimond and F. A. Bannister, Miner. Mag., 25, 441 (1939). ⁹ J. W. Gruner, Am. Miner., 29, 442 (1944). ¹⁰ R. C. McMurphy, Z. Krist., 88, 420 (1934). ¹¹ S. Palmquist, Meddel. fr. Lunds Geol.-Miner. Inst., 60, 204 (1935). ¹² E. V. Shannon, Proc. U. S. Nat. Mus., 58, 371 (1921). ¹³ Websky, Z. deutsch. Geol. Gesellsch., 25, 388 (1873).]

ПОПРАВКА

В статье Д. П. Сердюченко „О химической конституции и классификации слюд“, ДАН, 59, № 3 (1948), по вине автора вкратились следующие ошибки:

Стран.	Стр. сверху	Напечатано	Следует читать
547	1 и 13	... 6 Mg(OH) ₂ Mg ₆ (OH) ₄ ...
547	1 и 13	... 4 Al(OH) ₃ Al ₄ (OH) ₄ ...