

Д. П. СЕРДЮЧЕНКО и В. А. МОЛЕВА

О ПРИРОДЕ ШПИНЕЛЕЙ ИЗ АРХЕЙСКИХ ПОРОД ЮЖНОЙ ЯКУТИИ

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 22 XI 1952)

1. В бассейне р. Куранах, в контакт-метаморфической зоне между архейскими аляскистовыми гранитами и мраморами и кальцифирами желтулинской свиты (1) местами широко развиты диопсид-шпинелевые и кальцит-диопсид-шпинелевые породы, нередко с паргаситом и флогопитом.

Черно-зеленые кристаллы шпинели имеют размеры от нескольких миллиметров до 3—4 см и даже до 7—12 см в поперечнике. Размещены они в карбонатно-диопсидовой породе неравномерно — отдельными кристаллами или группами; срастаясь или тесно примыкая друг к другу, они образуют неправильные по форме участки, шнуркообразные или жилкообразные выделения. В индивидуализированных кристаллах и в сростках кристаллов разного размера господствуют грани октаэдра (нередко развитые неравномерно), но почти всегда видны и грани ромбического додекаэдра (срезающие октаэдрические ребра), а также грани тетрагонтриоктаэдра (притупляющие вершины октаэдра). Таким образом, наиболее широко распространены здесь кристаллы, представляющие комбинацию трех простых форм: (111), (110), (113).

Грани шпинели то совершенно гладкие и блестящие, то шершавые и как бы изъеденные: с одной стороны, от включений диопсида и кальцита, а с другой — от их более поздних процессов разложения, а также от частичного образования по шпинели эпидота и скаполита.

Шпинель эта в тонких шлифах — яркозеленая, изотропная, сильно трещиноватая; $N = 1,742 \pm 0,004$.

Химический анализ (табл. 1, I) этой свежей темнозеленой шпинели из ее монокристаллов выполнен В. А. Молевой (1951 г.). Материал для анализа был очищен от незначительной примеси силикатов и карбоната с помощью предварительной химической обработки. Определение закиси железа произведено методом разложения навески шпинели в серной кислоте в запаянной трубке при нагревании до 200—250° под давлением в автоклаве.

Молекулярные количества RO и R_2O_3 в минерале из Куранаха одинаковы, что с полной очевидностью указывает на нормальный тип шпинели. Значительное содержание FeO говорит о том, что это плеонаст, содержащий около 16% мол. герцинитового компонента. Его состав — промежуточный между магнезиальной (обыкновенной) шпинелью и герцинитом. Обращает на себя внимание незначительное содержание в минерале цинкового (ганитового) компонента.

2. В верхней части бассейна р. Хатыми, в контактной зоне между архейскими аляскистовыми пегматит-гранитами и кальцифирами иенгурской свиты (1) имеются выходы крупнокристаллических пород, состоя-

щих из розовато-желтого карбоната, коричнево-зеленого диопсида и зеленовато-голубой шпинели.

Погруженная в карбонатную массу, шпинель эта местами сохраняет свои октаэдрические (с неравномерным развитием) формы, с подчи-

Таблица 1
Химический состав шпинелей из Южной Якутии

Оксиды	I. р. Куранах		II. р. Хатымы		III. р. Гон		IV. р. Гон*	
	вес. %	мол. чис.	вес. %	мол. чис.	вес. %	мол. чис.	вес. %	мол. чис.
SiO ₂	следы	—	нет	—	следы	—	0,75	0,012
TiO ₂	0,13	2)	следы	—	0,16	2)	0,30	0,04
Al ₂ O ₃	65,40	641 } 670	68,20	669 } 690	66,26	650 } 672	68,56	0,670
Fe ₂ O ₃	4,32	27)	3,36	21)	3,28	20)	11,37	0,071
Cr ₂ O ₃	нет	—	нет	—	нет	—	0,05	0,0005
FeO	8,03	112)	1,76	25)	8,23	114)	0,99	0,013
MnO	0,10	1)	1,08	1)	0,08	1)	0,41	0,006
MgO	22,23	551 } 667	26,18	650 } 680	22,18	554 } 671	15,55	0,385
ZnO	0,24	3)	0,36	4)	0,18	2)	—	—
CaO	следы	—	следы	—	следы	—	0,93	0,016
Сумма	100,45		99,94		100,37		98,91	
Уд. вес	3,720 ± 0,003		—		—		3,76	
N	1,742 ± 0,004		1,715 ± 0,002		1,736 ± 0,002		1,745 ± 0,001	

* Анализ IV выполнен Н. Н. Ивановым-Скобляковым⁽²⁾. Помимо приведенных в таблице, в анализе этом имеются определения P₂O₅ — 0,02%; Na₂O — 1,34%; влага — 0,02%.

ненным развитием граней ромбододекаэдра. Однако большинство крупных (до нескольких сантиметров) кристаллов и мелкие (до 2—3 мм в поперечнике) кристаллики шпинели имеют ребра и грани слегка закругленные, оплавленные, частично растворенные.

В свежем изломе шпинель светлая, голубовато-зеленая. В шлифах (0,02 мм) она почти совсем бесцветна с очень слабым голубоватым оттенком; в тонком порошке — светлая зеленовато-голубая. Вдоль многочисленных неправильных трещин развиты новообразования мелкочешуйчатых слюдястых минералов и серпентина; среди них шпинель местами сохраняется в виде остаточных разобщенных участков с сильно изъеденными, извилистыми контурами.

Шпинель эта оптически изотропна; $N = 1,715 \pm 0,002$. Совершенно чистая, химическим путем освобожденная от примесей, шпинель эта была проанализирована (табл. 1, II) В. А. Молевой (1952 г.). Отношение в минерале $RO : R_2O_3 = 1 : 1,015$, т. е. имеем нормальный тип магнезио-глиноземной шпинели, в которой около 0,75 мол. % приходится на долю ганитового (цинкового) компонента и около 3,5 мол. % — на железистый (герцинитовый) компонент.

3. Нами исследованы также кристаллы темнозеленой шпинели из диопсидо-флогопито-кальцито-шпинелевой породы из района р. Гон, левого притока р. Тимптона, из пород желтулинской свиты. Кристаллы эти — октаэдрические с подчиненным развитием граней ромбического додекаэдра и тетрагонтриоктаэдра; они были получены нами от Д. П. Григорьева, а ранее были описаны Н. А. Бобковым и Ю. В. Казыцыным⁽²⁾ под новым минеральным именем «магналюмоксида» на основании данных химического анализа и порошковой рентгенограммы (табл. 1, IV и табл. 2, III).

Минералу с р. Гон Н. А. Бобковым и Ю. В. Казницыным приписывается формула $5[(Mg, Fe)(Al, Fe^{III})_2O_4]4(Al, Fe^{III})_2O_3$ и он рассматривается ими как твердый раствор R_2O_3 в шпинели и как «новый минеральный вид».

Исследованная нами шпинель с р. Гон имеет темнозеленый цвет, в шлифе — зеленый; $N = 1,736 \pm 0,002$ (иммерсия). Выполненный В. А. Молевой химический анализ этой шпинели (табл. 1, III) показал, что она относится к нормальному типу и отношение в ней $RO : R_2O_3 = 1 : 1$, а по содержанию FeO и Fe_2O_3 она близка к описанной выше шпинели из Куранаха, т. е. действительный химический состав шпинели с р. Гон не дает никаких оснований для отнесения ее к «новому» минеральному виду.

Таблица 2

Порошковые рентгенограммы шпинелей из архейских пород Южной Якутии

№ линий	I *		II *		III **		IV ***	
	d	l	d	l	d	l	d	l
1	4,65	4	4,67	5	4,683	2	4,66	3
2	—	—	—	—	4,277	1	—	—
3	—	—	—	—	3,704	1	—	—
4	3,37	3	3,36	5	3,339	3	(3,37)	3
5	3,13	1	—	—	3,158	2	3,16	2
6	2,85	7	2,85	8	2,866	6	2,864	6
7	2,69	5	2,66	7	2,688	4	2,694	5
8	2,42	10	2,41	10	2,441	10	2,441	9
9	2,23	2	2,22	2	2,222	3	2,230	4
10	2,02	8	2,01	8	2,027	8	2,020	9
11	1,817	2	—	—	1,819	2	1,819	2
12	1,714	4	1,709	4	1,720	3	1,715	3
13	1,645	6	1,641	4	1,653	5	1,648	5
14	1,581	4	—	—	1,580	4	1,574	4
15	1,552	9	1,550	10	1,562	9	1,552	9
16	1,427	10	1,420	10	1,430	10	1,427	10
17	1,367	—	—	—	1,370	2	1,359	3
18	—	—	—	—	1,288	1	—	—
19	1,279	2	1,277	1	1,277	2	1,279	3
20	1,231	7	1,227	5	1,233	4	1,231	7
21	1,218	1	—	—	1,220	1	—	—
22	—	—	—	—	1,195	1	—	—
23	1,166	5	1,161	3	1,170	3	1,166	6
24	—	—	—	—	1,164	1	—	—
25	1,132	3	—	—	1,135	2	1,131	5
26	1,114	1	—	—	1,116	1	1,114	2
27	1,080	7	1,077	5	1,083	6	1,080	6
28	1,052	9	1,049	9	1,056	8	1,053	10
29	1,029	2	—	—	—	—	—	—
30	1,011	8	1,008	6	—	—	—	—

* I и II. Снято Н. Н. Слудской в Рентгеновской лаборатории Института геологических наук АН СССР; диаметр камеры 57,9 мм, $d = 0,6$ мм; излучение железное.

** III. Снято в Рентгенометрической лаборатории Федоровского института при Ленинградском горном институте; диаметр камеры 68,0 мм; излучение железное.

*** IV. Эталон природной шпинели; линия (в скобках) соответствует искусственной магнезио-глиноземной шпинели.

В табл. 2 приведены результаты рентгеновского исследования (порошковым методом) шпинели с Куранах — природной и прокаленной (I и II), а также шпинели с р. Гон (III). Рассмотрение этих рентгенограмм показывает, что они аналогичны между собою и с эталоном (IV) и не содержат никаких убедительных доказательств отклонения шпинели с р. Гон от ряда нормальных шпинелей.

С другой стороны, прокаливание шпинели из бассейна р. Куранах не привело к разрушению решетки или к изменению ее характера, хотя все закисное железо при этом окислилось ($\text{FeO} = 0,12\%$), светопреломление, естественно, повысилось (до $N \cong 1,775$), а состав прокаленного минерала стал отвечать формуле: $(\text{Mg}, \text{Fe}) \text{O} \cdot 1,3 (\text{Al}, \text{Fe}^{++})_2 \text{O}_3$ или $3 \text{RO} \cdot 4 \text{R}_2 \text{O}_3$.

Очевидно, что при прокаливании произошли внутри кристаллической решетки перегруппировки и все ионы железа (с переходом их из двухвалентного в трехвалентное состояние) изменили в решетке шпинели тетраэдрическую координацию на октаэдрическую.

Отметим при этом, что еще Ринне⁽³⁾ при исследовании полученных им искусственных шпинелей состава $\text{MgO} \cdot n \text{Al}_2 \text{O}_3$ (при $n = 2, 3, 4, 5$) установил, что избыток трехвалентных окислов (против нормального типа) в составе шпинели не изменяет структурного типа ее кристаллической решетки.

Таким образом, исследование нами южнокутских шпинелей из контакт-метаморфических и метасоматических пород архея показывает, что все они относятся к нормальному типу ($\text{RO} : \text{R}_2 \text{O}_3 = 1 : 1$), что выделение⁽²⁾ среди них «нового минерального вида» является результатом аналитической ошибки при определении в минерале закиси железа, а также следствием необоснованной расшифровки рентгеновских данных.

Поступило
3 XI 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Д. С. Коржинский, Тр. ЦНИГРИ, в. 86 (1936). ² Н. А. Бобков, Ю. В. Казицын, Зап. Минерал. об-ва, в. 2, 108 (1951). ³ F. Rinne, Neues Jrb. Min., Geol. u. Paläont., 58, Beilage A (1928).