

Д. чл. Ю. П. МЕНЬШИКОВ

ДЕНИСОВИТ $\text{Ca}_4(\text{K}_{1.4}\text{Na}_{0.6})_2\text{Si}_6\text{O}_{16}(\text{F}, \text{OH})_2$ — НОВЫЙ МИНЕРАЛ ИЗ ХИБИНСКОГО МАССИВА¹

Новый минерал назван денисовитом (denisovite) в память об Александре Петровиче Денисове, сотруднике Геологического института Кольского филиала АН СССР.

Денисовит встречается на горах Эвеслогчорр и Юкспор в гнейсовидных рисчорритах вблизи их контакта с катаклазированными и перекристаллизованными фойяитами. Здесь он слагает самостоятельные жилы, является одной из составляющих некоторых пектолитовых жил или представлен мелкими выделениями в юкспоритовых жилах. На Эвеслогчорре одна из жил прослежена по простиранию на 6 м, имеет падение ССВ — 15°, \angle 45—50° и мощность от 5 до 25 см. Контакты жилы с вмещающими гнейсовидными рисчорритами резкие, иногда наблюдаются зеркала сколь-

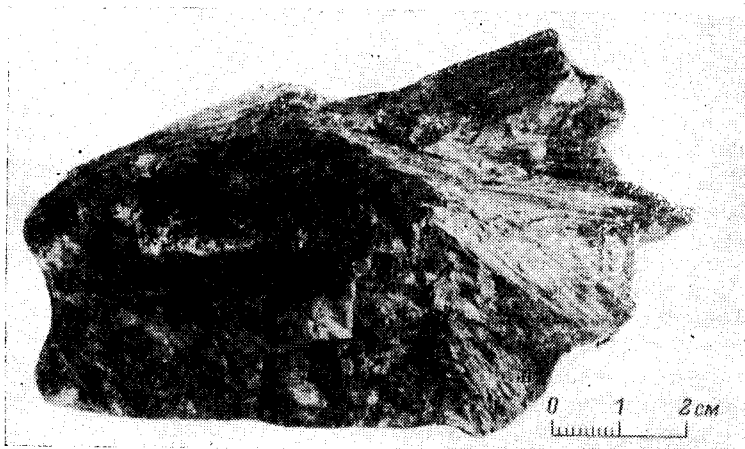


Рис. 1. Веероидный агрегат денисовита.

жения. Центральная ее часть сложена денисовитом, затем к зальбандам денисовитом и пектолитом. В верхнем контакте наблюдается зонка мощностью до 1 см, сложенная розовым волокнистым сфеном, в нижнем — прослой полевого шпата с нефелином (мощность 5 см).

Денисовит представлен параллельно-шестоватыми, сноповидными и веероидными агрегатами до 10—15 см в поперечнике (рис. 1), сложенными тонкоигльчатными и волокнистыми индивидами. Агрегаты уплощены и вытянуты преимущественно параллельно контакту жилы с вмещающими рисчорритами. В массе денисовита встречаются овальные и чечевицеобразные кристаллы нефелина и калиевого полевого шпата до 4—5 см в поперечнике; постоянно присутствует мелкопризматический эгирин, наблюдается мелкая вкрапленность флюорита, микроскопические зерна апатита, пятна мелкопластинчатого биотита, тонкие прожилки юкспорита. В качестве редких включений установлен галенит, халькопирит и джерфшерит. На Юкспоре в осыпях обнаружены мономинеральные глыбы нового минерала размером 20×20×15 см.

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всесоюзного минералогического общества 2 апреля 1982 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 26 июня 1984 г.

Цвет денисовита в шлифе серый с зеленоватым оттенком, в проходящем свете под микроскопом бесцветный. Блеск шелковистый. Излом занозистый. Растирается до порошка с трудом, долго оставаясь в виде войлокоподобной массы. Твердость 4—5. Плотность, определенная в бромформе (с известной плотностью), 2.76 ± 0.02 г/см³, рассчитанная 2.81 г/см³. Минерал оптически двуосный, удлинение положительное, угасание прямое. $N_g=1.576$, $N_m=1.568$, $N_p=1.567$ (± 0.02), $N_g-N_p=0.009$ (измерялись на вращающейся игле в монохроматическом свете Г. М. Нерадовской). $2V$ непосредственно измерить не удалось. В срезах вдоль удлинения волокон на федоровском столике выходов оптических осей не наблюдается, что, возможно, связано с малыми значениями $2V$, но получить срезы, перпендикулярные волокнам, не удается (волокна расплзаются, загибаются). Наблюдается спайность или отдельность в направлении, перпендикулярном удлинению. По оптическим данным денисовит наиболее близок к ксоно-

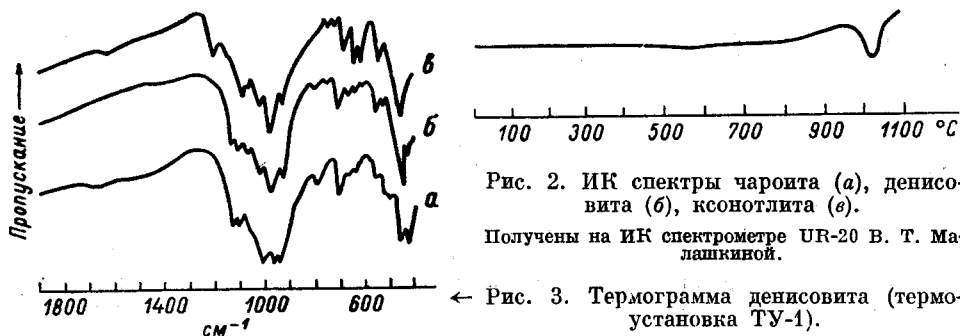


Рис. 2. ИК спектры чаройта (а), денисовита (б), ксонолитита (в).

Получены на ИК спектрометре UR-20 В. Т. Машкиной.

Рис. 3. Термограмма денисовита (термоустановка ТУ-1).

тлиту (Винчелл, 1953). На ИК спектре нового минерала (рис. 2) наблюдаются следующие полосы поглощения (см⁻¹): 420, 427, 455, 460, 520, 550, 605, 630, 660, 695, 735, 800, 930, 980, 1015, 1070, 1105 и 1130. В характере кривой ИК спектра денисовита можно найти некоторые черты, сближающие его то с ксонолитом, то с чаройтом. Так, полосы поглощения денисовита в высокочастотной области 930, 980 и 1015 см⁻¹ по интенсивности, конфигурации и величине практически одинаковы с таковыми ксонолитита. В то же время в области 400—700 см⁻¹ новый минерал более сходен с чаройтом (рис. 2).

Химический анализ денисовита (табл. 1) выполнен С. М. Мишиной из навески 2 г. Принадлежность денисовиту выявленных химическим анализом незначительных количеств Mn, Mg, Fe, Ti, Nb и P была проконтролирована на микрозонде. Оказалось, что из них в минерале присутствует только Mn. По-видимому, микроколичества этих элементов в химическом анализе денисовита обусловлены незначительной примесью в анализируемой пробе эгирина, биотита, юкспорита, апатита и флюорита.

По предложению И. Д. Борнеман-Старынкевич при расчете формулы денисовита атомные количества этих примесных минералов были исключены: эгирин — по количеству Fe₂O₃, биотит — по Fe₂O₃+FeO, юкспорит — по TiO₂ и Nb₂O₅, апатит — по P₂O₅ и флюорит — по избытку атомных количеств группы (Ca, Na, K) над группой (Si). Остаток рассчитывался, исходя из суммы катионов, равной 12, на формулу: (Ca_{3.90}Sr_{0.2}Mn_{0.09})_{4.01}·(K_{1.35}Na_{0.63}Rb_{0.01})_{1.99}Si_{6.00}O₁₆(F_{1.07}OH_{0.93})₂. В упрощенном виде Ca₄(K_{1.4}Na_{0.6})₂·Si₆O₁₆(F, OH)₂, при Z=10, формула нового минерала близка к формуле пектолитита.

На ДТА денисовита (рис. 3) фиксируется только один эндотермический эффект с максимумом при 1020 °С, связанный, по-видимому, с удалением F и последующим фазовым переходом денисовита в волластонит. Денисовит, прокаленный в силитовой печи до 1200 °С, переходит в псевдоволластонит. Интересно отметить, что аналогичные переходы наблюдаются у ксонолитита, тоберморитов и ряда других кальциевых силикатов. Чаройт, про-

Т а б л и ц а 1

Химический состав денисовита (мас.%)

Окислы	Денисовит	Пектолит (Костылева-Лабунцова и др., 1978)	Окислы	Денисовит	Пектолит (Костылева-Лабунцова и др., 1978)
SiO ₂	49.83	51.64	Li ₂ O	0.008	—
TiO ₂	0.13	—	Rb ₂ O	0.09	—
Al ₂ O ₃	0.65	0.68	P ₂ O ₅	0.04	—
Fe ₂ O ₃	0.55	1.00	F	3.95	—
Nb ₂ O ₅	0.14	—	H ₂ O ⁺	1.16	3.21
Ta ₂ O ₅	0.001	—	H ₂ O ⁻	0.16	—
FeO	0.06	—			
MnO	0.83	0.86	С у м м а	101.06	—
MgO	0.35	1.09	—O=F ₂	1.62	—
CaO	31.16	32.46			
SrO	0.35	—	С у м м а	99.44	99.20
Na ₂ O	2.66	7.67			
K ₂ O	8.94	0.59			

каливавшийся автором параллельно с денисовитом, как выяснилось, превращается сразу в псевдоволластонит при 900—1000 °С, минуя переход в волластонит.

В табл. 2 даны результаты расчета дифрактограммы ориентированного вдоль вытянутости волокон среза денисовита (ан. 1), дебаегранны разориентированного его препарата (ан. 2) и для сравнения также рентгенограммы чароита (ан. 3) и параволластонита (ан. 4). Полные монокристалльные исследования нового минерала провести не удалось в силу его тонковолокнистого строения: даже самые тонкие волокна денисовита дают картину поликристалла. Однако по рентгенограмме волокон денисовита (камера РКУ-114.6 мм, съемка без вращения) удается уверенно установить период вдоль вытянутости волокон, равный 7.2 Å. Примечательно, что на дифрактограмме от срезов, перпендикулярных вытянутости волокон, наблюдается практически одна чрезвычайно интенсивная линия с $d/n=1.80$, т. е. она является базальным отражением 040. На дебаеграмме разориентированного препарата (табл. 2, ан. 2) эта линия также является одной из наиболее сильных. Период повторяемости вдоль вытянутости волокон, равный примерно 7.2—7.3 Å характерен также для волластонита, параволластонита, ксонотлита, тоберморитов и канасита. Основным структурным мотивом этих минералов являются либо волластонитовые цепочки, либо ксонотлитовые ленты, либо элементы их конденсации (Белов, 1976).

По значению периода вдоль оси b , рентгенограмме в целом и другим свойствам денисовит, так же как и недавно открытый минерал чароит, явно тяготеет к ряду минералов структурных производных от ксонотлита — волластонита. Естественно было предположить, что значение и других параметров элементарной ячейки денисовита могут быть близкими к таковым для минералов этого ряда (JCPDS, 1976). На ЭВМ «Наири-2» (аналитик А. А. Ленци) было испытано несколько комбинаций величин параметров элементарной ячейки a и c при неизменном значении параметра b в предположении ромбической и моноклинной сингонии денисовита. Для параметра a испытывались значения 15.4 Å (близкий к a параволластонита) и $15.4 \times 2 = 30.8$ Å (близкий к параметру чароита), для c — величины 12.3 Å (близкий к c канасита), 18—19 Å (близкий к значению для 9 Å-тоберморита) и 22 Å (близкий к параметру 11 Å-тоберморита и чароита) в согласии со значением малоугловых межплоскостных расстояний рентгенограммы денисовита. В результате был найден и уточнен по всей рентгенограмме (табл. 2) вариант значений параметров моноклинной элементарной ячейки нового минерала: $a_0 = 30.92 \pm 0.07$ Å, $b_0 = 7.20 \pm 0.03$ Å, $c_0 = 18.27 \pm 0.05$ Å, $\beta = 95^\circ$, $V = 4051.9$ Å³.

Таблица 2

Результаты расчета рентгенограммы денисовита

Денисовит				Чароит (Лазебник и др., 1977)		Параволластонит (JCPDS, 1976)			
ан. 1			ан. 2		ан. 3		ан. 4		
J	$d_{изм}$	$d_{вмч}$	hkl	J	d	J	d	J	d
	—	—	—			25	31.8 *		—
1	15.4	15.4	200			—	—		—
1	12.2	12.3	201			70	12.32		—
2	9.3	9.30	301	6	9.2	20	9.84		—
3	9.1	9.10	002			20	9.41		—
2	8.2	8.12	202	3	8.3	10	8.27		—
2	7.7	7.70	400	2	7.68	30	7.82	40	7.7
1	7.5	7.55	202			—	—		—
1	7.3	7.30	401			20	7.41		—
	—	—	—			5	6.73		—
	—	—	—			10	6.46		—
	—	—	—			20	6.21		—
	—	—	—			25	7.10		—
5	5.49	5.484	203	6	5.48	—	—		—
1	5.21	5.211	212			20	5.37		—
4	5.13	5.133, 5.134	600, 411	3	5.16	15	5.13		—
3	4.98	4.981, 4.974	403, 411	2	4.99	—	—		—
3	4.84	4.838, 4.832	312, 601	1	4.85	15	4.86		—
5	4.66	4.648	602	1	4.70	—	—		—
4	4.55	4.550	004	1	4.65	30	4.55		—
3	4.42	4.400	700	2	4.41	20	4.47	5	4.37
	—	—	—	+	—	10	4.14		—
1	3.92	3.905	612	—	—	40	3.97		—
2	3.87	3.861, 3.850	413, 800	1	3.86	30	3.90 *	80	3.83
8	3.65	3.652	105	5	3.67	15	3.73	5	3.73
2	3.59	3.592	513			25	3.61		—
4	3.55	3.562	613	6	3.56	30	3.57	80	3.52
1	3.43	3.429, 3.422	221, 900	2	3.43	10	3.51		—
3	3.38	3.383	712			—	—		—
10	3.32	3.310	704	10	3.32	100	3.351	80	2.31
7	3.27	3.266	604	25	3.27	25	3.279 *		—
9	3.24	3.248	015	9	3.23	—	—		—
2	3.19	3.189	421			85	3.228	5	3.16
3	3.11	3.108	520	7	3.15	85	3.135	30	3.09
8	3.08	3.080, 3.080	10.0.0, 415	7	3.095	—	—		—
9	3.03	3.033, 3.020	006, 505	4	3.035	—	—		—
7	3.00	2.999	912			—	—	100	2.97
2	2.97	2.970	515	1	2.975	65	2.989		—
1	2.94	2.933	705	2	2.925	25	2.923		—
3	2.88	2.875	903	2	2.885	25	2.883		—
3	2.84	2.842	306	2	2.840	—	—		—
8	2.79	2.800	11.0.0	3	2.788	55	2.801	10	2.80
8	2.78	2.777	721			—	—		—
10	2.75	2.750	224	10	2.749	—	—	10	2.72
8	2.69	2.691	705	7	2.694	40	2.715		—
5	2.63	2.629	820	4	2.630	30	2.663		—
2	2.57	2.572, 2.567	107, 12.0.0	7	2.570	20	2.575	30	2.55
2	2.55	2.550	225			—	—		—
1	2.49	2.490	806	1	2.505	—	—	60	2.47
6	2.44	2.441	12.0.3	8	2.445	35	2.489		—
2	2.41	2.405	607	1	2.400	—	—		—
3	2.39	2.391	905	—	—	20	2.393		—
1	2.30	2.301	126	1	2.316	5	2.345	40	2.33
3	2.275	2.275	008	2	2.276	20	2.294	40	2.29
2	2.242	2.238	924			—	—		—
1	2.333	2.230	326	2	2.202	5	2.230		—
1	2.192	2.189, 2.220	12.0.5, 14.0.0	5	2.189	15	2.205	60	2.18
1	2.151	2.149	631	2	2.163	10	2.162		—
2	2.093	2.089, 2.098	12.2.0, 632	4	2.098	10	2.129	5	2.08
2	2.051	2.053, 2.052	15.0.014.0.4	1	2.053	—	—		—

Таблица 2 (продолжение)

Денисовит				Чароит (Лазебник и др., 1977)		Параволластонит (JCPDS, 1976)			
ан. 1			ан. 2		ан. 3		ан. 4		
J	$d_{\text{изм}}$	$d_{\text{вмч}}$	hkl	J	d	J	d	J	d
2	2.015	2.015	608	3	2.015	—	—	20	2.01
1	1.972	1.972, 1.975	509, 908	7	1.977	10	2.009	20	1.98
1	1.967	1.966	15.0.2	—	—	15	1.968	—	—
2	1.951	1.951, 1.949	13.0.6, 335	—	—	—	—	—	—
2	1.930	1.930, 1.925	826, 16.0.0	—	—	2	1.930	20	1.91
2	1.922	1.921	11.1.7	—	—	—	—	20	1.88
1	1.844	1.846	628	3 p	1.854	5	1.854	—	—
1	1.804	1.803, 1.800	11.3.1, 040	10	1.807	5	1.816	60	1.83
3	1.788	1.787	141	4	1.788	15	1.789	5	1.80
—	—	—	—	—	—	20	1.771	5	1.79
2	1.746	1.745, 1.747	342, 441	5	1.748	—	—	40	1.75
1	1.717	1.719, 1.713	243, 6.1.10	1	1.714	5	1.722	60	1.72
1	1.709	1.707, 1.694	629, 343	1	1.695	—	—	—	—
2	1.670	1.670, 1.678	6.0.10, 90	8	1.678	5	1.671	—	—
2	1.655	1.655	836	1	1.660	—	—	—	—
1	1.649	1.646	444	3	1.643	—	—	—	—
1	1.631	1.630, 1.629	238, 629	4	1.631	6	1.635	—	—
1	1.612	1.611	245	2	1.603	5	1.620	40	1.602
1	1.588	1.585	3.2.10	2	1.588	10	1.599	—	—
1	1.572	1.570	538	—	—	20	1.581	—	—
1	1.549	1.549	239	2	1.550	5	1.562	—	—
1	1.521	1.520	346	—	—	10	1.525	10	1.531
2	1.517	1.517, 1.517	9.1.10, 0.0.12	—	—	—	—	—	—
3	1.505	1.505, 1.504	16.3.1, 446	3	1.506	5	1.505	—	—
1	1.494	1.495	13.3.5	—	—	15	1.488	—	—
3	1.473	1.473	12.4.0	3	1.473	5	1.473	20	1.478
4	1.464	1.463	12.4.1	5	1.462	5	1.457	30	1.455
3	1.442	1.441	647	4	1.443	5	1.441	5	1.426
3	1.404	1.404, 1.403	847, 839	6	1.405	10	1.404	—	—
2	1.377	1.376, 1.381	18.2. 7, 11.4.6	1	1.381	10	1.393	5	1.387
2	1.355	1.355	20.2.3	1	1.357	5	1.382	30	1.358
1	1.329	1.328	7.3.11	1	1.326	—	—	10	1.332
1	1.303	1.302	14.0.12	—	—	—	—	5	1.312
1	1.283	1.282	11.2.11	1	1.286	—	—	5	1.295
2	1.255	1.255	21.3.1	1	1.254	—	—	10	1.273
3	1.218	1.218	158	1	1.222	—	—	—	—
3	1.216	1.213	0.0.15	—	—	—	—	—	—
1	1.201	1.300, 1.200	2.1. 15, 060	—	—	—	—	—	—
1	1.183	1.182	25.1.5	1	1.183	—	—	—	—
2	1.177	1.177	163	1	1.165	—	—	—	—
1	1.157	1.157	10.4.10	2	1.157	—	—	—	—
1	1.140	1.140	165	2	1.139	—	—	—	—
1	1.124	1.123	16.0.14	3 p	1.125	—	—	—	—
1	1.105	1.105	24.3.5	1 p	1.108	—	—	—	—
3	1.102	1.101	11.5.9	2 p	1.103	—	—	—	—
2	1.088	1.088	16.0.13	2 p	1.091	—	—	—	—
2	1.080	1.080	28.1.4	—	—	—	—	—	—
1	1.069	1.068	28.1.2	3	1.073	—	—	—	—
2	1.064	1.063	17.0.13	2	1.066	—	—	—	—
1	1.050	1.050	2.1.17	2	1.048	—	—	—	—
2	1.045	1.044	24.4.0	—	—	—	—	—	—
1	1.040	1.040	15.4.12	1	1.041	—	—	—	—
2	1.026	1.027	170	1	1.028	—	—	—	—
2	1.021	1.021	20.3.10	2	1.018	—	—	—	—
2	1.011	1.010	273	1	1.011	—	—	—	—
2	1.004	1.003	13.6.7	—	—	—	—	—	—
2	0.996	0.995	20.2.12	2	0.998	—	—	—	—

Примечание. Условия съемки денисовита: ан. 1 — дифрактометр ДРОН-0.5, Fe излучение, без фильтра; ан. 2 — камера РКУ-114.6 мм, Fe излучение, без фильтра; линии чароита, отмеченные звездочкой (*), приведены по данным В. П. Роговой и соавторов (1978).

Автор приносит глубокую благодарность всем товарищам, оказавшим помощь в исследовании минерала и подготовке рукописи.

Образцы денисовита находятся на хранении в Минералогическом музее им. А. Е. Ферсмана АН СССР (Москва) и Геологическом музее Кольского филиала АН СССР (Апатиты).

Литература

- Белов Н. В. Очерки по структурной минералогии. М.: Недра, 1976. 344 с.
Винчелл А. Н., Винчелл Г. Оптическая минералогия. М.: ИЛ, 1953. 561 с.
Костылева-Лабунцова Е. Е., Боруцкий Б. Е., Соколова М. Н., Шлюкова З. В., Дорфман М. Д., Дудкин О. Б., Козырев Л. В. Минералогия Хибинского массива. Т. 2. М.: Наука, 1978. 586 с.
Лазебник К. А., Заякина Н. В., Лазебник Ю. Д., Сукнев В. С. Новые данные о чароите из метасоматических пород района Мурманского массива. — В кн.: Минералы эндогенных образований Якутии. Якутск, 1977, с. 123—135.
Рогова В. И., Рогов Ю. Г., Дриц В. А., Кузнецова Н. И. Чароит — новый минерал и новый ювелирно-поделочный камень. — ЗВМО, 1978, вып. 1, с. 94—100.
ASTM, Philadelphia, 1960, N 10—489, 10—374, 10—488.
ASTM, Philadelphia, 1969, N 19—1364, p. 19—249.

Геологический институт Кольского филиала АН СССР,
Апатиты.

Поступила в редакцию
7 мая 1984 г.