

Content

Certificate information.....	1
Sample Study	1
Literature	3

Certificate information

Сертификат составлен для партии из 12-ти образцов, представляющих собой однотипные фрагменты нормандит-содержащей породы.



Рис.1. Фотография партии образцов для сертификации.

Один из образцов помещен в научно-исследовательский фонд МинМузея РАН под номером FMM_FN100. Из этого образца сделан прозрачно-полированный шлиф (LN-17-1).

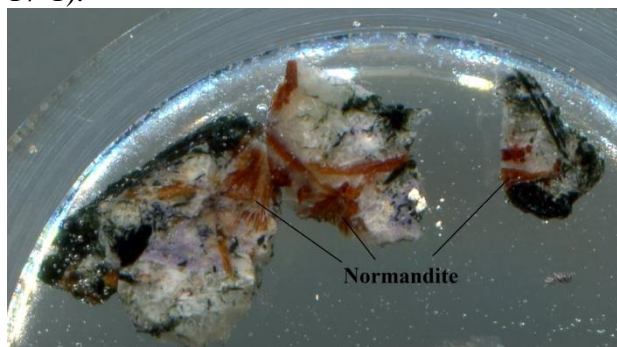


Рис.2. Фрагмент шашки FMM_FN103 с образцами нормандита.

Из трех различных образцов этой партии были отобраны фрагменты и смонтированы

в шашку для микронзондового изучения, которая хранится в научно-исследовательском фонде МинМузея РАН под номером FMM_FN103.

Данный сертификат составлен П.Ю.Плечовым, сотрудником Минералогического Музея им. А.Е.Ферсмана, его оригинал хранится в депозитории сертификатов на сайте Музея - http://fmm.ru/Центр_сертификации под номером FMM_Certificate_2018-1.

Sample Study

Макроскопически, нормандит образует радиально-лучистые сростки удлинённых кристаллов характерного красновато-оранжевого цвета. Длина отдельных кристаллов до 8 мм при характерной ширине 0.3-0.4 мм.

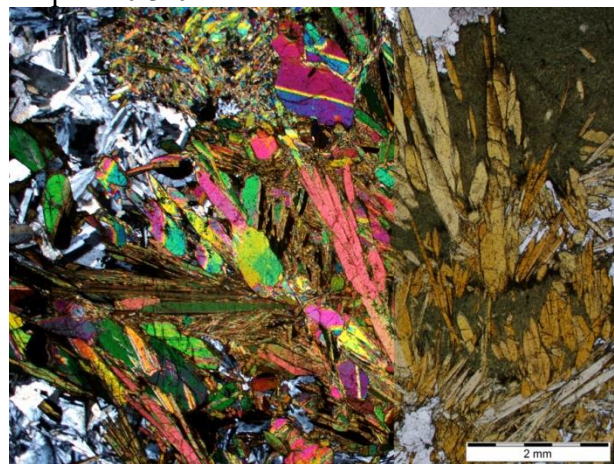


Рис. 3. Микрофотография агрегата нормандита. Слева – николи скрещены, справа – без анализатора.

В шлифе нормандит обладает высоким рельефом, плеохроизмом в желтовато-оранжевых тонах, косым погасанием и интерференционными окрасками 3-го порядка.

Нормандит образует сростки хорошо оформленных кристаллов, окруженных микроклин-альбит-эгириновым агрегатом.

В отраженных электронах (рис.4-6) хорошо видно, что нормандит слагает большую часть сростков, но вместе с ним в этих же сростках наблюдаются лампрофиллит (Lampr) и титанит (Sph). Лампрофиллит существенно ярче нормандита на изображениях в отраженных электронах, тогда как титанит обладает близкой электронной плотностью.

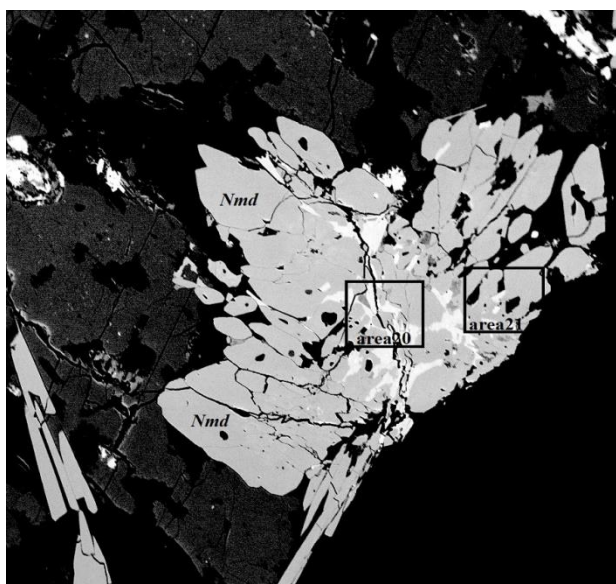


Рис.4 Сrostок кристаллов нормандита с лампрофиллитом и титанитом. Фото в отраженных электронах. Выделены участки 20 и 21, которые показаны более детально на рис.5 и 6, соответственно.

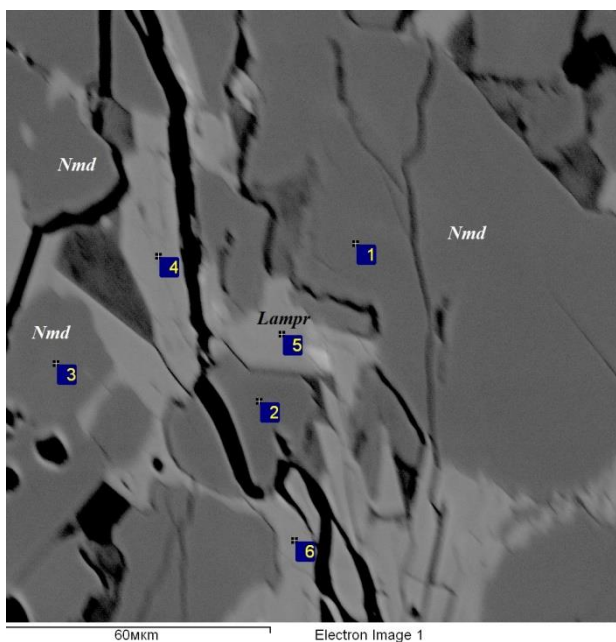


Рис.5. Сrostок кристаллов нормандита с лампрофиллитом. Фото в отраженных электронах. Цифры – номера анализов участка 20.

Table 1. Результаты микрозондового анализа в участке 20, рис.5.

Sample	FN100	FN100	FN100	FN100	FN100	FN100
Area	20	20	20	20	20	20
An.	1	2	3	4	5	6
Phase	Nmd	Nmd	Nmd	Lampr	Lampr	Lampr
SiO ₂	32.53	32.28	32.31	30.8	31.2	30.82
TiO ₂	19.57	20.1	19.56	27.83	28.44	28.47
Al ₂ O ₃	0.2	0.03	0.05	0.15	0.15	0.29
FeO	7.03	5.73	7.22	0.86	0.7	0.68

MnO	8.71	9.76	8.48	4.66	4.19	4.16
MgO	0.03	0.32	b.d.l.	0.08	0.16	b.d.l.
CaO	16.31	16.54	16.24	0.55	0.41	0.49
Na ₂ O	9.48	9.01	8.82	10.92	10.72	11.01
K ₂ O	0.06	b.d.l.	0.06	0.67	0.63	0.78
SrO	0.33	0.6	0.47	15.29	14.28	13.27
ZrO ₂	0.52	0.09	0.78	b.d.l.	b.d.l.	b.d.l.
Nb ₂ O ₅	3.17	1.56	1.85	1.02	0.76	1.29
BaO	b.d.l.	b.d.l.	b.d.l.	4.49	5.68	5.56
LREE ₂ O ₃	0.2	0.44	0.41	0.94	0.39	0.36
Total	98.14	96.46	96.25	98.26	97.71	97.18

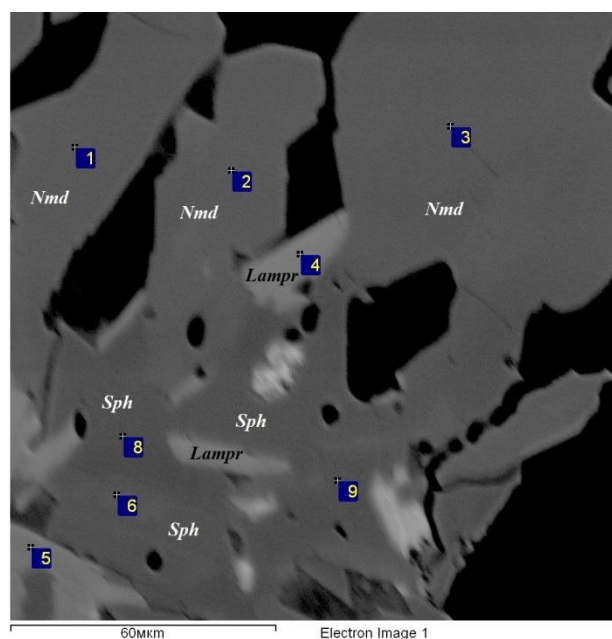


Рис.6. Сrostок кристаллов нормандита с лампрофиллитом и титанитом. Фото в отраженных электронах. Цифры – номера анализов участка 21.

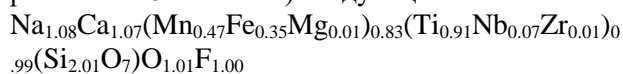
Table 2. Результаты микрозондового анализа в участке 20, рис.6.

Sample	FN100	FN100	FN100	FN100	FN100	FN100	FN100	FN100
Area	21	21	21	21	21	21	21	21
An.	1	2	3	4	5	6	8	9
Phase	Nmd	Nmd	Nmd	Lampr	Lampr	Nmd	Sph	Sph
SiO ₂	32.23	32.22	32.92	30.86	30.7	32.23	30.73	31.57
TiO ₂	19.5	19.87	19.39	28.55	29.17	19.67	38.91	34.22
Al ₂ O ₃	b.d.l.	0.08	b.d.l.	0.34	0.13	0.03	b.d.l.	0.14
FeO	6.7	6.6	6.68	1.03	0.98	6.96	0.05	1.59
MnO	9.12	9.07	9.03	4.23	4.08	8.77	0.09	2.44
MgO	0.24	0.24	0.04	0.26	0.1	0.22	b.d.l.	b.d.l.
CaO	16.09	15.84	16.6	0.71	0.49	16.06	26.39	23.68
Na ₂ O	8.34	8.33	9.38	10.64	10.67	9.1	0.98	2.36
K ₂ O	0.01	b.d.l.	b.d.l.	0.63	0.61	b.d.l.	b.d.l.	b.d.l.

SrO	0.12	0.26	0.27	14.36	15.8	0.29	b.d.l.	0.05
ZrO ₂	0.32	0.18	0.22	b.d.l.	b.d.l.	0.16	0.16	0.33
Nb ₂ O ₅	2.47	1.91	2.51	0.49	0.4	3.19	1.02	2.48
BaO	b.d.l.	b.d.l.	b.d.l.	3.69	3.81	b.d.l.	0.38	0.33
LREE ₂ O ₃	0.84	0.37	0.53	0.61	0.44	0.3	0.35	0.85
Total	95.98	94.97	97.57	96.4	97.38	96.98	99.06	100.04

20 анализов нормандита, проведенных в различных участках, показало несущественные вариации состава нормандита во всей изученной партии образцов.

Кристаллохимическая формула нормандита (из расчета на 6 катионов) следующая:



По сравнению с идеальной формулой нормандита ($\text{NaCa}(\text{Mn,Fe})(\text{Ti,Nb,Zr})(\text{Si}_2\text{O}_7)\text{OF}$), изученный образец содержит небольшой избыток Na и Ca, который компенсируется недостатком Mn и Fe. Примерно такое же соотношение описано для нормандита из Сент-Илер (Chao and Gault, 1997) и Хибинского массива (Меньшиков и др., 1998). Марганец занимает от 0.52 до 0.63 (среднее 0.57) позиции M3 и явно преобладает над Fe. По сравнению с нормандитом из других мест, нормандит Путеличорра имеет максимальное среди изученных составов нормандита в мире отношение $\text{Ti}/(\text{Zr}+\text{Nb})$, которое достигает 20.

Кроме нормандита в этих образцах присутствуют эгирин-авгит, лампрофиллит, титанит, фтор-апатит (до 5.8 % SrO), анкилит-(Ce), микроклин и другие минералы.

Таким образом, все изученные образцы данной партии содержат нормандит, наиболее близкий к эталонному нормандиту среди всех изученных образцов в мире.

Literature

Chao, G.Y., Gault, R.A., 1997. Normandite, the Ti-analogue of lavenite, from Mont Saint-Hilaire, Quebec. *Can. Mineral.* 35, 1035–1039.

Меньшиков, Ю.П., Пахомовский, Я.А. Яковенчук, В.Н., Богданова, А.Н., 1998. Нормандит из Хибинского массива, Кольский полуостров. *ЗВМО.* 2, 86–91.