

ВТОРАЯ НАХОДКА ФТОРЭДЕНИТА В ПРИМИТИВНЫХ АХОНДРИТАХ

Коновалова К.А., Гекийянец В.М.

*Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана,
Москва, mineral@fmm.ru*

В ноябре 2023 года была организована экспедиция по поиску и сбору метеоритного вещества в пустыне Атакама, Чили. В результате сборов Виктором Гекийянцем был найден новый примитивный ахондрит (винонаит) Calate 047 весом 0.8 грамм. Винонаиты – группа примитивных ахондритов, названных в честь первого представителя данной группы, метеорита Винона (Аризона, США). По состоянию на 2024 год база MetBull содержит 91 описание метеоритов данной группы. Наиболее распространены находки в Африке (Northwest Africa) и Антрактиде. В Чили найден только один винонаит и это вторая находка на территории пустыни Атакама. При изучении винонаита Calate 047 был обнаружен редкий для метеоритного вещества амфибол- фторэденит. На текущий момент описано только девять минеральных видов из семейства амфиболов в метеоритах различных типов [Иванов и др. 2019]. В работе [Floss et al., 2007] опубликованы первое и единственное описание фторэденита метеоритом вещества (винонаит Hammadah al Hamra 193).

Для изучения метеорита был изготовлен один прозрачно-полированный шлиф (Техноград, Москва). Химический состав минералов определен методом ЭДС с помощью сканирующего электронного микроскопа MIRA TESCAN 3 (Институт Геохимии им. А.П. Виноградова, Иркутск), а также с помощью электронного микроскопа Jeol 733 с аналитической приставкой-энергодисперсионным спектрометром Inca Oxford (МинМузей РАН, Москва). Петрографическое описание производилось с помощью микроскопа Olympus BX53 (МинМузей РАН, Москва). Расчет эмпирической формулы и классификация амфибола получены с помощью excel-макроса, опубликованного в работе [Loscock, 2014].

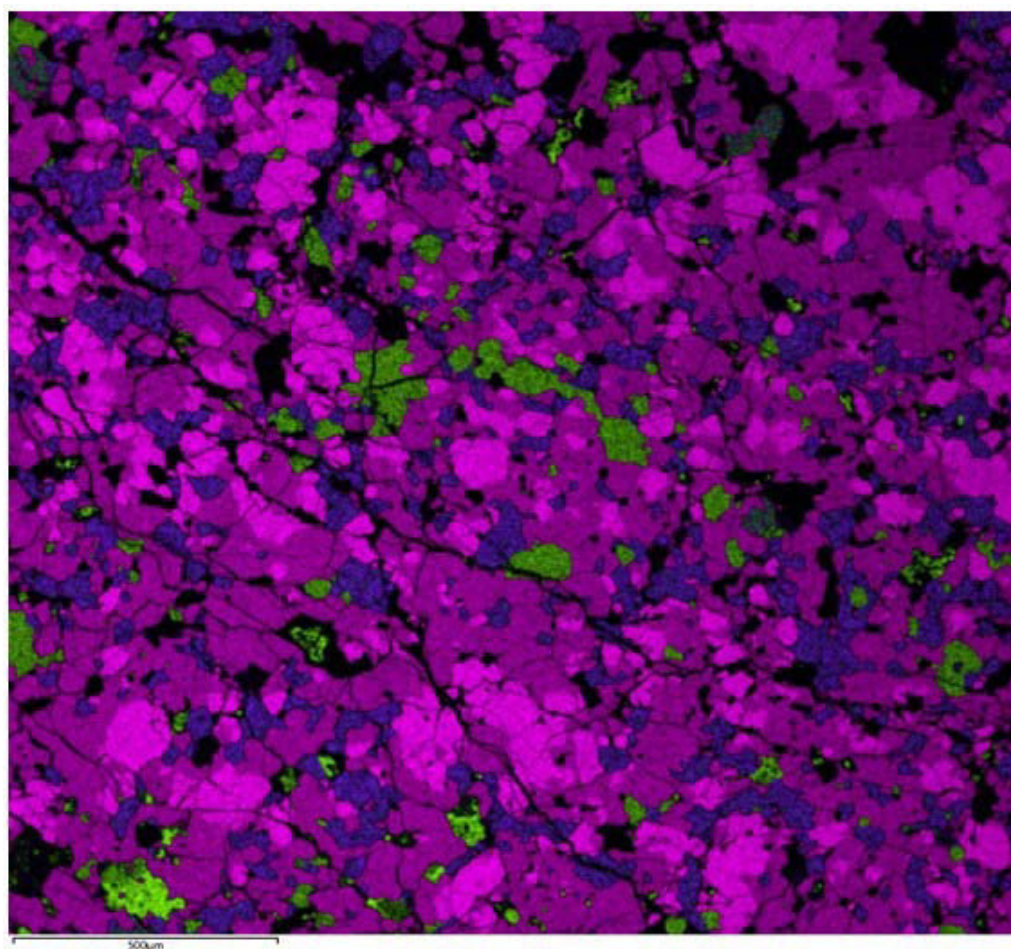


Рис. 1. Поэлементная карта винонаита Calate 047. Mg – розовый, Ca – зеленый, Na – синий

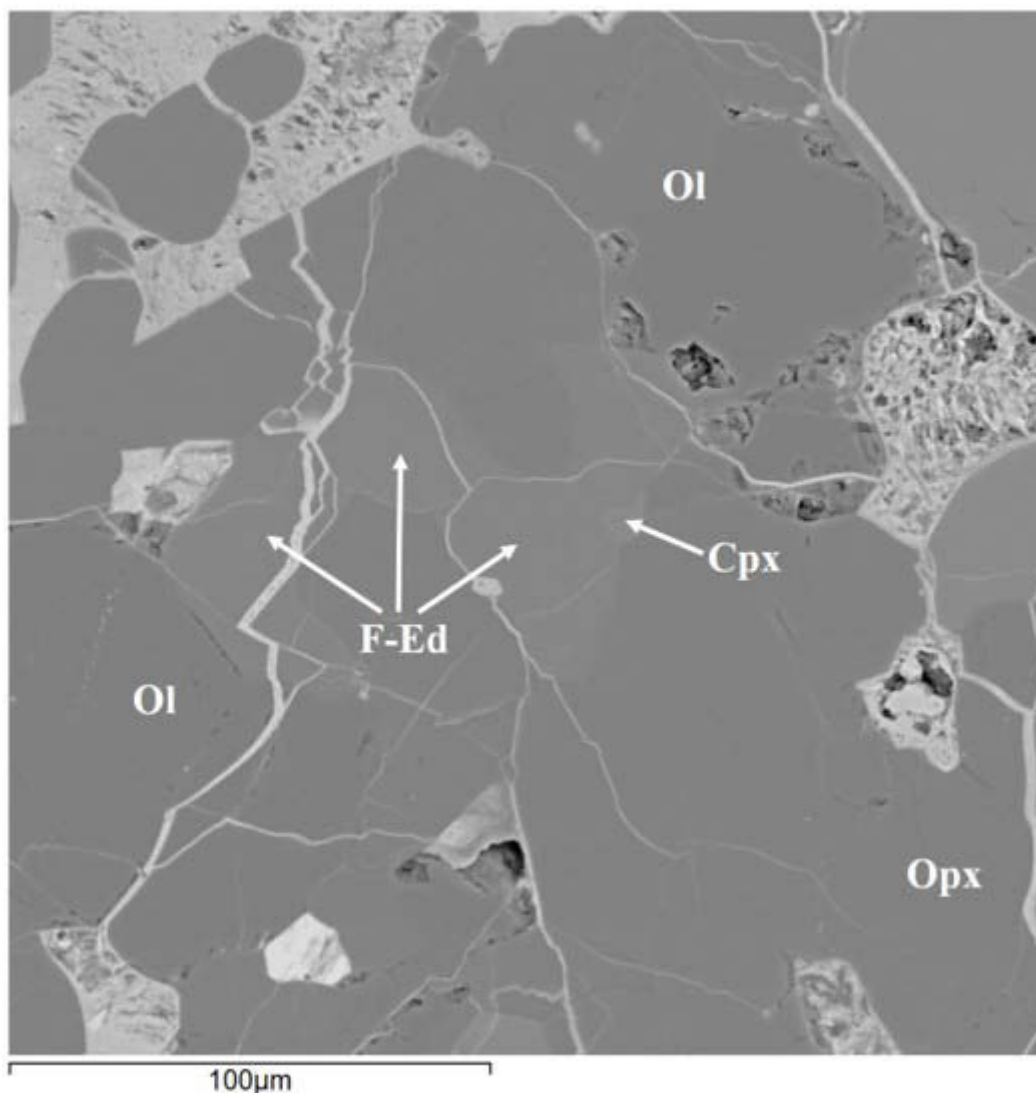
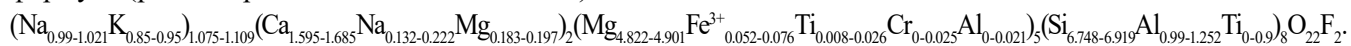


Рис. 2. BSE изображение фторэденита (F-Ed). Ol – оливин, Cpx – клинопироксен, Орх – ортопироксен

Винонаит сложен преимущественно крупными кристаллами ортопироксена, с пойкилитовыми выделениями оливина, клинопироксена, плагиоклаза, фторэденита. Акцессорные фазы представлены троилитом, шрейберзитом и единичными мелкими обособлениями тэнита. Размеры мафических минералов варьируют в широких пределах, однако не превышают 700 мкм (рис. 1). Фторэденит встречается в нескольких участках метеорита в виде ксеноморфных зерен размерами 80-150 мкм (рис. 2). Метеорит пронизан сетью нешироких трещин толщиной до 30 мкм, которые заполнены преимущественно окислами железа и троилитом.

Химический состав породообразующих минералов винонаита Calate 047: низкокальциевый пироксен – $\text{Fs}_{1.9 \pm 0.3} \text{Wo}_{1.88 \pm 0.31}$ (N=24), оливин $\text{Fa}_{1.76 \pm 0.14}$ (N=19), высококальциевый пироксен $\text{Fs}_{0.9 \pm 0.2} \text{Wo}_{43.49 \pm 1.97}$ (N=18), плагиоклаз $\text{Ab}_{80.7} \text{An}_{17.2} \text{Or}_{0.21}$ (N=16). Химический состав фторэдинита представлен в табл. 1, его стехиометрическая формула (расчет производился на 5 катионов):



На земле фторэденит обнаружен в связи с ультраосновными породами, гранитами, кислыми вулканами, гранитными пегматитами, ультращелочными агпайтовыми породами, в контактово-измененных карбонатных, фосфатных и железосодержащих породах, а также среди продуктов регионального метаморфизма зеленосланцевой, амфиболитовой и гранулитовой фаций.

В метеоритном веществе минерал обнаружен только в винонаитах. Генезис фторэденита в метеоритах является предметом дискуссий в связи с неизвестным источником фтора.

Таблица 1. Химический состав фторэденита

Оксид / Элемент	F07	1	2	3	4
SiO ₂	50.00	48.58	48.95	48.56	49.10
TiO ₂	1.08	0.98	0.92	0.95	1.02
Al ₂ O ₃	5.88	6.24	5.95	6.08	7.86
Cr ₂ O ₃	0.62	0.22	0.19	0.22	0.00
MnO	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	1.25	0.64	0.59	0.55	0.45
MgO	23.30	24.01	24.16	23.95	24.43
CaO	11.20	10.65	10.55	10.48	11.45
Na ₂ O	4.09	4.29	4.46	4.53	4.33
K ₂ O	0.48	0.47	0.48	0.46	0.46
F	4.56	5.77	5.66	5.66	3.96
Сумма	102.55	101.85	101.91	101.44	103.04
-O=F	1.92	2.43	2.38	2.38	1.67
Сумма	100.63	99.42	99.53	99.06	101.37

*F07 – (Floss et al., 2007).

Литература

1. Иванов А. В., Ярошевский А. А., Иванова М. А. Минералы метеоритов-новый каталог //Геохимия, 2019. Т. 64. №. 8. С. 869-932.
2. Floss C. et al. Hammadah al Hamra 193: The first amphibole-bearing winonaite //American Mineralogist, 2007. Т. 92. №. 4. С. 460-467.
3. Locock A. J. An Excel spreadsheet to classify chemical analyses of amphiboles following the IMA 2012 recommendations //Computers & Geosciences, 2014. Т. 62. С. 1-11.