

**УРАЛЬСКАЯ
МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ
ШКОЛА – 2023**



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Уральское отделение

Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого
Уральский государственный горный университет
Уральское отделение Российское минералогическое общество



ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
УРАЛЬСКАЯ
МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА – 2023
ПОД ЗНАКОМ
ИНДИКАТОРОВ МИНЕРАЛООБРАЗУЮЩИХ СРЕД
И УСЛОВИЙ ПЕТРО- И РУДОГЕНЕЗА

18–24 сентября 2023 г.

ЕКАТЕРИНБУРГ
2023

УДК 549.1

XXIX Всероссийская научная конференция «Уральская минералогическая школа – 2023». Сборник статей студентов, аспирантов, научных сотрудников академических институтов и преподавателей ВУЗов геологического профиля. Екатеринбург: Институт геологии и геохимии им. академика А.Н. Заварицкого УрО РАН, 2023. 232 с.

ISBN 978-5-94332-129-0

Фотографии на обложке:

микроснимок петрографического шлифа
мантийного ксенолита в базальтах,
вулкан Карьерный. Фото Ахмедова Д. А.



БЕСКИСЛОРОДНЫЕ МИНЕРАЛЫ БАЗАЛЬТОИДОВ о. ДИСКО (ГРЕНЛАНДИЯ)**Хмельницкая М. О., Верещагин О. С., Власенко Н. С.***Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург*

подавляющее большинство минералов земной коры и мантии сложены кислородными соединениями. Тем не менее, бескислородные соединения (например, сульфиды) часто встречаются и в приповерхностных условиях Земли. Однако, есть уникальные геологические объекты земного происхождения, которые содержат минералы, для формирования которых активность кислорода должна быть крайне низкой. Одним из таких объектов являются базальтоиды о. Диско (Гренландия), где впервые в земных породах была установлена бескислородная минеральная ассоциация [Törnebohm, 1878].

Объектом исследования послужила коллекция из 5 пластинок базальтоидов о. Диско с выделениями самородного железа, предоставленные Датским музеем Естественной Истории. Предварительный анализ бескислородной минеральной ассоциации был проведен с помощью поляризационного микроскопа Leica DM4500 в отраженном свете. Химический состав акцессорных минералов изучен в напыленных углеродом пластинках с помощью сканирующего электронного микроскопа Hitachi S-3400N, оснащенного энергодисперсионным спектрометром Oxford X-Max 2. Для идентификации кристаллических структур и ориентировок отдельных зерен использованы картины дифракции отраженных электронов, полученные с помощью приставки AzTec HKL Channel 5 Advanced.

Было установлено, что бескислородная минерализация в исследованных образцах представлена самородными элементами (металл в системе Fe-Ni, медь, графит), фосфидом (шрейберзит), сульфидами (троилит/пирротин, пентландит, кобальтпентландит, хизлевудит) и карбидом (когенит) (табл. 1).

Основным минералом бескислородной ассоциации является металл в системе Fe-Ni, который преимущественно представлен самородным железом. Самородное железо в породах встречается в нескольких морфологических типах: одиночные капли (размер 0.2-1.2 мм), окруженные каймой троилита/пирротина (Тип 1); скопления нескольких капель (размер отдельной капли 0.09-2 мм), сцементированных троилитом/пирротинном (Тип 2); сростания крупных кристаллов когенита и самородного железа (замещенного) – природный аналог белого чугуна (Тип 3). В качестве примесей присутствуют никель (до 0.10 коэффициента в формуле (к.ф.)), кобальт (до 0.02 к.ф.), редко кремний и фосфор (суммарно до 0.01 к.ф.). Тэнит в базальтоидах о. Диско был обнаружен впервые. Он образует каймы (ширина до 50 мкм) вокруг самородного железа на границе с троилитом/пирротинном в Типе 2. Содержание никеля составляет 0.23-0.27 к.ф. В качестве примесей присутствуют кобальт (до 0.02 к.ф.) и медь (до 0.01 к.ф.).

Самородная медь также была обнаружена впервые. Встречается в виде единичных включений (до 7 мкм) в самородном железе в ассоциации с троилитом/пирротинном и фосфатами железа (с Na). Графит встречается в виде мономинеральных агрегатов (до 200 мкм) на границе капель самородного железа и вмещающей породы.

Шрейберзит встречается в самородном железе Типа 1 и 3. В Типе 1 шрейберзит образует включения (ширина до 10 мкм и длина до 60 мкм) внутри или по краям зерен самородного железа. В Типе 3 он наблюдается в виде стедита – сложных извилистых сростаний с когенитом и оксидами железа (гематит-магнетит). Данные сростания развиваются на краях или внутри кристаллов когенита и достигают размера 0.1-1 мм. В качестве примесей присутствуют никель (0.03-0.7 к.ф.), кобальт (0.01-0.11 к.ф.), редко сера и кремний (суммарно до 0.03 к.ф.).

Когенит образует извилистые прожилки и каймы (ширина до 50 мкм и длина до 250 мкм) внутри и вокруг капель железа. Также когенит образует крупные кристаллы (ширина до 1.4 мм и длина 0.6-6 мм) в Типе 3. В качестве примесей присутствуют никель (до 0.11 к.ф.), кобальт (до 0.08 к.ф.), редко фосфор и кремний (суммарно до 0.12 к.ф.).

Троилит/пирротин образует каймы (ширина до 350 мкм) вокруг капель железа, цементирует капли железа, а также встречается в виде включений (до 0.5 мм) в самородном железе, когените и стедите. В качестве примесей могут присутствовать никель (до 0.09 к.ф.), медь (до 0.09 к.ф.), кобальт (до 0.02 к.ф.). Минералы изоморфного ряда пентландит-кобальтпентландит встречаются в виде замещения по троилиту/пирротину. Содержание кобальта составляет 0.05-4.9 к.ф. Хизлевудит встречается в виде замещения по

Таблица 1. Бескислородная минерализация базальтоидов о. Диско

№ п/п	Минерал	Формула	[Ulf-Møller, 1985], [Klöck et al., 1986]	Наши данные
1	Железо	Fe	1,2	1,2,3
2	Тэнит	(Fe,Ni)	-	2
3	Медь	Cu	-	1,2,3
4	Свинец	Pb	1,2	-
5	Графит	C	1	1
6	Алтаит	PbTe	1,2	-
7	Когенит	Fe ₃ C	1,2	1,2,3
8	Шрейберзит	Fe ₃ P	1,2	1,2,3
9	Баррингерит	Fe ₂ P	2	1,2,3
10	Троилит / Пирротин	FeS / Fe _{1-x} S	1,2	1,2,3
11	Пентландит	(Ni,Fe) ₉ S ₈	1,2	1,2
12	Кобальтпентландит	Co ₉ S ₈	-	2
13	Хизлевудит	Ni ₃ S ₂	1,2	1,2,3
14	Халькопирит	CuFeS ₂	1,2	-
15	Галенит	PbS	1,2	-
16	Шандит	Ni ₃ Pb ₂ S ₂	1,2	-

Примечания. Методы, использованные в работе: 1 – рудная микроскопия, 2 – энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия, 3 – дифракция обратно-отраженных электронов.

минералам изоморфного ряда пентландит-кобальтпентландит. В качестве примесей присутствуют железо (0.11-0.52 к.ф.), кобальт (до 0.55 к.ф.), редко медь (до 0.10 к.ф.), фосфор (до 0.10 к.ф.) и мышьяк (до 0.03 к.ф.).

Впервые сростания самородного железа, карбида и фосфида в базальтоидах о. Диско были исследованы методом дифракции обратно-отраженных электронов. Данные сростания, вероятно, являются эвтектиками. Обнаружено одновременное зарождение когенита и самородного железа. В случае стедита наблюдаются несколько центров роста.

Работы выполнены на базе РЦ СПбГУ «Геомодель», «Центр микроскопии и микроанализа», «Нанофотоника» и кафедры минералогии СПбГУ. Работа поддержана грантом РНФ 23-77-10025.

ЛИТЕРАТУРА

1. Klöck W., Palme H., Tobschall H. J. Trace elements in natural metallic iron from Disko Island, Greenland // Contributions to Mineralogy and Petrology. – 1986. – Т. 93. – С. 273-282.
2. Törnebohm A. E. Über die eisenführenden Gesteine von Ovifak und Assuk in Grönland. – 1878.
3. Ulf-Møller F. Solidification history of the Kitdlit Lens: immiscible metal and sulphide liquids from a basaltic dyke on Disko, central West Greenland // Journal of Petrology. – 1985. – Т. 26. – №. 1. – С. 64-91.