

Минеральные виды Северной Карелии: типоморфные особенности фукситовых сланцев участка Хизоваара

Кулешевич Л.В.

ИГ КарНЦ РАН, Петрозаводск, kuleshev@krc.karelia.ru

Аннотация. Участок Хизоваара в С. Карелии известен своим нерудным сырьем – кианитом, мелкошешуйчатым мусковитом, гранатом, высокобарическими метасоматитами и коллекционными образцами (с фукситом, кианитом, гранатом). В изученных фукситовых сланцах установлены: 1 – примеси хрома в составе фуксита, кианита, ставролита, рутила, 2 – аксессуарные алюмохромиты, Со-герсдорфит. Фукситовые сланцы образовались при метаморфизме ультраосновных пород, измененных в процессе более ранней гидротермально-метасоматической переработки под влиянием даек дацитов.

Ключевые слова: фукситовые сланцы, хромсодержащие силикаты, алюмохромиты, герсдорфит, Хизоваара, Северная Карелия.

Mineral species of North Karelia: typomorphic characteristics of fuchsite schists from the Khizovaara prospect

Kuleshevich L.V.

IG KarRC RAS, Petrozavodsk, kuleshev@krc.karelia.ru

Abstract. The Khizovaara prospect in North Karelia is known for its non-metalliferous raw materials, such as kyanite, fine-scały muscovite, garnet, high-pressure metasomatic rocks, and samples for collections (with fuchsite, kyanite, and garnet). The analyzed fuchsite schists contain: 1 – chromium impurities as part of fuchsite, kyanite, staurolite and rutile, 2 – accessory alumochromites and Co-gersdorffite. Fuchsite schists were produced upon metamorphism of ultramafic rocks altered in earlier hydrothermal-metasomatic changes affected by dacite dykes.

Keywords: fuchsite schists, chrome-bearing silicates, alumochromites, gersdorffite, Khizovaara, North Karelia.

Введение

В С. Карелии наиболее хорошо изучены минеральные ассоциации метаморфических комплексов. При выполнении темы по минеральному разнообразию Карелии для территории С. Карелии (вошедшей в арктическую зону) проведено минералогическое районирование (по методике Юшкина, 1989). Участок Хизоваара известен своими высокобарическими метасоматитами (по работам С.А. Бушмина и В.А. Глебовицкого, за 1978-1983 г.), как месторождение кианитовых руд, мелкошешуйчатого мусковита (работы В.В. Щипцова с коллегами), а также красивыми коллекционными образцами.

При картировании Топозеро-Керетьской площади на южном берегу озера Верхнее Кереть был выделен своеобразный комплекс кристаллических сланцев, названный свитой Хизоваара. Он включал сланцы (мусковито-гранатовые и двуслюдяно-гранатовые, с подчиненным распространением кианитовых и кианит-ставролитовых сланцев), гнейсы и амфиболиты. Первые описания Хизоваарского кианитового месторождения приводятся в работах профессора П.А. Борисова (1932 г.) и Н.А. Волотовской (за 1941, 1947 г.). Геолого-технологическое изучение кианитовых руд Хизоваарской свиты началось с 1946 года (Хизоваарское..., 1988) и продолжается в ИГ КарНЦ РАН под руководством В.В. Щипцова. Современные представления о геологическом строении участка Хизоваара, возрасте пород и рудной минерализации приведены в работах В.Н. Кожевникова (Кожевников, 2000; и ссылки в ней), С.И. Рыбакова и др. В данной статье более подробно рассматривается минеральная ассоциация фукситовых сланцев, генезис и типоморфные особенности хромсодержащих минералов. Опубликованная в литературе информация по метаморфическим минералам дополнена новыми данными, полученными с использованием электронного сканирующего микроскопа VEGA II LSH с микроанализатором INCA Energy-350.

Минеральное разнообразие участка Хизоваара

Кианит (*дистен*) $Al_2[SiO_4]O$ широко распространен в Беломорье и в Северо-Карельских архейских зеленокаменных структурах (ЗКС). Он входит в состав метаморфизованных высокоглиноземистых сланцев, амфиболитов и метасоматитов (проявления Тербеостров-Шуерецкое, Хизоваара, Хитостров, широко распространено восточнее озера Кереть, на участках Винга, Степанова Ламба, Еловое). В метасоматитах Хизоваары кианит входит в состав 3-7 минеральных парагенезисов, так называемых хизоваритов, и характеризует области повышенных давлений ~5-8 кб (по В.А. Глебовицкому и С.А. Бушмину). Высокое содержание в составе кианита Al_2O_3 – 63.1 % позволяет использовать минерал как глиноземистое сырье для производства высокоогнеупорного материала – муллита, алюмокремниевых сплавов силуминов (Щипцов, 2005; и ссылки в ней). В С. Карелии известно 9 месторождений кианит-содержащих руд, внесенных в кадастр Р. Карелия, однако они пока не разрабатываются.



Рис. 1. Различные морфологические типы кианита месторождения Хизоваара.
 а – серый игольчатый, б – серый радиально-лучистый; в – синий коротко-призматический из фукситовых сланцев.

Fig. 1. Various morphological types of kyanite from the Khizovaara deposit.
 a – grey spicular; b – grey radiate-fibrous; c – blue short-prismatic of fucsite schists.

Таблица 1. Состав кианитов Хизоваары и других участков С. Карелии (мас. %).

Table 1. Composition of kyanites from Khizovaara and other prospects in North Karelia, wt. %.

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Al_2O_3	61.56	61.93	60.45	63.46	59.86	60.43	59.67	57.48	61.51	59.65	59.94	60.53	60.48
SiO_2	38.44	38.07	39.55	36.54	39.25	38.49	38.75	39.69	36.83	38.75	38.78	39.47	38.78
Cr_2O_3					0.89	1.08	1.58	2.84	1.66	1.60	1.28		
FeO													0.74
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
№ обр.	2591	2593	2593	Щ	X-14	X-17	X-27	X-31	X-25	X-27	X-27	СЛ	4962

Примечание. 1 – серый радиально-лучистый и 2-3 – серый игольчатый кианит; 4 – средний состав серого кианита из метасоматитов линзы Южной (по В.В. Щипцову с коллегами); 5-11 – синий кианит из фукситовых сланцев участка Хизоваара. Для сравнения: 12 – голубой кианит из метасоматитов участка Степанова Ламба. 13 – голубой кианит из гранат-дистен-биотитовых сланцев участка Тербеостров.

Кианит Хизоваары образует удлиненные или коротко-уплощенные, волокнистые и радиально-лучистые кристаллы (рис. 1 а, б). Светло-серые кианиты наиболее распространены в Южной линзе Хизоваарского месторождения. Они образуют почти мономинеральные сростания, имеют стандартный состав, по работам В.В. Щипцова с соавторами (табл. 1/1-3). Кианитовые руды содержат кианит, кварц, мусковит, второстепенные (плагноклаз, гранат, биотит, графит), рудные (пирит) и акцессорные минералы (рутил, ильменит). По своим ресурсам месторождение Хизоваара отнесено к

группе объектов государственного резерва, запасы кианита подсчитаны для Южной линзы (Минерально..., 2006). Как коллекционный материал (и даже как ювелирный) минерал привлекает своим ярким голубым цветом. На других участках Хизоваары в гранат-кианит-биотитовых сланцах минерал имеет голубой цвет.

На участке Фукситовом в изумрудно-зеленых фукситовых сланцах в ассоциации с зеленым фукситом, кварцем и коричневым ставролитом встречается коротко-призматический кианит яркосинего цвета (рис. 1 в). Синие кианиты ассоциирующие с фукситом, в отличие от «серых», содержат примесь Cr_2O_3 0.77-2.84 % (табл. 1/4-7), при этом часть Al в минерале замещается Cr. Линза Фукситовая, благодаря присутствию ярко окрашенных минералов, рассматривается как месторождение поделочного камня.

Ставролит $(\text{Fe,Mg})\text{Al}_4[\text{SiO}_4]_2\text{O}_2(\text{OH})_2$. Название минерала произошло от часто встречающихся крестообразных двойников (в переводе с греческого языка «ставрос» – крест). Однако в Карелии, в отличие от Кольского п-ова (Нерадовский, Войтеховский, 2012), крупные крестообразные кристаллы встречаются редко. В С. Карелии более распространен коротко-призматический ставролит (размером от 2 до 10 мм), иногда с двойниковыми срастаниями. Минерал имеет темно-коричневый цвет, твердость ~7. На участке Хизоваара, а также в других структурах С. Карелии (Винга, Степанова Ламба) ставролит встречается в сланцах (с альмандином, кианитом, кварцем, мусковитом), в ставролитовых кварцитах повышенной железистости, либо в ставролит-гранатовых метасоматитах. Ставролит обычно выделяется как порфиробластический и содержит включения других минералов. Он бывает «нашпигован» кварцем, кианитом и разнообразными акцессориями. В породах участка Хизоваара ставролит содержит незначительную примесь Mg, Zn (Бубнова и др., 2010) (табл. 2/1-2).

Таблица 2. Состав ставролитов участка Хизоваара (мас. %).
 Table 2. Mineral association of fuchsite schists (wt. %).

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MgO	1.92	2.18	1.57	1.60	1.89	1.93	1.68	1.67	2.13	2.31	2.11
Al ₂ O ₃	53.64	53.53	51.26	50.53	50.62	50.44	51.14	50.80	52.43	52.59	53.54
SiO ₂	20.00	27.82	28.75	29.90	29.42	29.85	29.78	29.75	30.37	30.39	30.32
TiO ₂	0.88	0.79	1.12	0.79	0.67	0.73	0.90	0.81	0.75	0.79	0.83
Cr ₂ O ₃			2.77	2.70	2.97	2.75	2.40	2.74		0.58	
FeO	13.20	12.44	13.10	12.95	13.03	12.61	12.72	12.62	14.32	13.33	13.21
ZnO	1.12	1.29	1.43	1.53	1.41	1.70	1.39	1.62			
∑	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
№ обр.	В-181	СтГ	Х-2-1	Х-2-2	Х-3	Х-9	Х-22	Х-12	С-2	С-4	С-5

Примечание. 1-8 – участок Хизоваара. 1-2 – из работы (Бубнова и др., 2010): 1 – ставролит-гранат-биотитовый гнейс (Высота 181); 2 – ставролит-гранатовый метасоматит (Ставролитовая горка); 3-8 – ставролит из кианит-фукситовых сланцев участка Фукситовый (Хизоваара). 9-11 – ставролит из кианит-мусковитовых сланцев участка Степанова Ламба (для сравнения). Анализы приведены к 100 %.

На проявлении Фукситовом темно-коричневый мелкозернистый ставролит ассоциирует с фукситом, синим кианитом (рис. 1 в) и содержит многочисленные мелкие включения акцессорных оксидов и сульфидов (рис. 2 а-в). По своему химическому составу ставролит-кианит-фукситовые сланцы выделяются повышенными содержаниями Cr, Ni, Co. В составе ставролита установлено Cr_2O_3 2.4-2.97 %, ZnO 1.39-1.70 %, MgO 1.57-1.93 %, TiO₂ 0.67-1.12 % (табл. 2). В кристаллической структуре минерала Fe^{2+} изоморфно замещается Mg и Zn, Al – Cr и Ti. Избыток этих элементов, устанавливаемых в составе ставролита, сопровождается выпадением и собственных минералов – акцессорных шпинелидов.

Гранат (альмандин) самый распространенный минерал метаморфических пород на участке Хизоваара. Гранатовые руды охарактеризованы в работах В.В. Щипцова с коллегами (Щипцов и др.

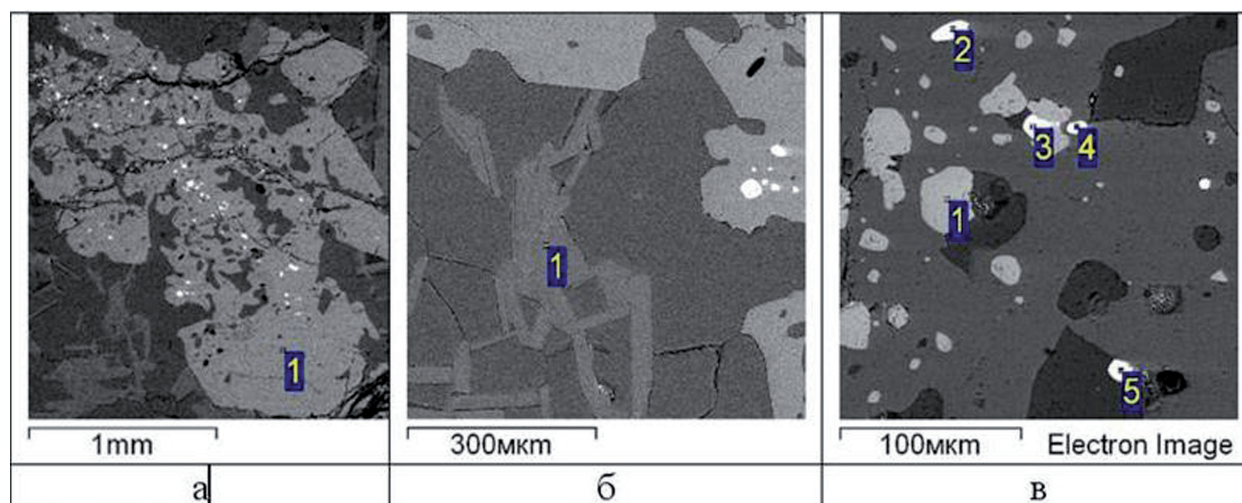


Рис. 2. Минеральная ассоциация фукситовых сланцев.

1 – кианит-фукситовый сланец со ставролитом (1) и рудными минералами, 2 – фуксит (1) и ставролит (светло-серый) с включениями рудных минералов (белые), 3 – алюмохромпикотит (1) и герсдорфит (2-5) в ставролите и кварце.

Fig. 2. Mineral association of fuchsite schists.

1 – kyanite-fuchsite schist with staurolite (1) and ore minerals, 2 – fuchsite (1) and staurolite (light grey) with inclusions of ore minerals (white), 3 – alumochrome picotite (1) and gersdorffite (2-5) in staurolite and quartz.

Таблица 3. Состав алюмохромовых шпинелидов из фукситовых сланцев (мас. %).
 Table 3. Composition of alumochromium spinellids from fuchsite schists (wt. %).

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Al ₂ O ₃	28.54	27.41	21.60	27.68	28.36	27.63	23.20	14.30	20.32	21.20
Cr ₂ O ₃	31.34	33.19	33.25	32.00	31.78	32.35	39.53	49.64	42.25	42.79
V ₂ O ₅	0.67	0.73	0.65	0.75	0.56	0.88				
FeO	33.48	33.07	33.36	33.86	34.03	33.43	34.06	33.10	33.42	32.91
MgO	0.94	0.99	1.02	1.06	0.56	1.12			0.78	
ZnO	5.03	4.60	4.11	4.47	4.47	4.60	3.22	2.96	3.24	3.10
Σ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Примечание. 1-7 – алюмохромпикотит цинк-содержащий; 8-10 – алюмохромит цинк-содержащий.

Таблица 4. Состав герсдорфита из фукситовых сланцев (мас. %).
 Table 4. Composition of gersdorffite from fuchsite schists (wt. %).

Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S	18.19	18.41	17.95	18.14	16.88	18.65	20.03	17.98	18.37	18.92	17.39
Fe	9.13	7.23	8.80	9.73	8.60	8.14	10.00	9.08	8.75	9.06	8.20
Co	8.04	8.67	7.68	7.61	7.64	7.55	7.96	7.54	7.32	7.31	6.63
Ni	18.18	19.07	18.62	20.16	19.77	16.89	15.88	17.72	18.28	19.09	19.40
As	48.46	46.63	46.95	44.35	47.10	48.77	46.12	47.69	47.29	45.62	48.47
Σ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99.99

2004; и др.). Гранат Высоты 181 – альмандин (MgO 8.68-8.05, FeO 26.72-33.36, MnO₂ 0.69-0.33, CaO 1.44-1.59 %). В фукситовых сланцах гранат встречается редко.

Акцессорные и рудные минералы. Весьма необычны акцессорные минералы фукситовых сланцев. Среди них установлены хромовые шпинели, Co-Ni сульфоарсениды, рутил, ильменит. Редко встречаются апатит, монацит, бадделеит, циркон. Среди Cr-Fe-оксидов (рис. 2 в) наиболее распространенными являются шпинелиды ряда алюмохромит–алюмохромпикотит. Они содержат примеси Mg, Zn, V (табл. 3). Реже встречаются сростания рутила и ильменита. Рутил, в отличие от рутила кианитовых сланцев, содержит примесь Cr_2O_3 до 1.14 %. Ильменит незначительно обогащен MnO (0.60-0.91 %).

В фукситовых сланцах в ставролите и кварце в сростании с хромшпинелидом обнаружен герсдорфит, образующий мелкие (1-10 мкм) кристаллы (рис. 2в). Герсдорфит содержит Co (до 6.63-8.67 %) и Fe (7.23-10.00 %), которые изоморфно замещают Ni (табл. 4). Их образование связано с тем, что процессы кислотного выщелачивания затронули расположенные вблизи коматититы, обеспечившие повышенные концентрации Cr, Ni, Co.

Среди сульфидов в кианитовых породах участка Хизоваара наиболее распространен пирит. В южной части участка, севернее небольшого озера, вблизи проявления Фукситовый, в колчеданных рудах установлены пирит, пирротин, галенит, сфалерит. Повышенные концентрации Au (до 0.6 г/т) сопровождаются Вi до 220 г/т, Ag до 20 г/т, Pb 0.24 %, Zn 1.6 %, Cr 0.16 % (Кожевников, 2000). Кианит-кварц-гранатовые метасоматиты с арсенопиритовой вкрапленностью содержат невысокие концентрации Au 0.046-0.078 и Pd 0.013-0.097 г/т. В гранат-содержащих метасоматитах с пиритом и арсенопиритом содержание Au – 0,1-0.14 г/т, Pt – 0.015 г/т; в прослоях с магнетитом – 0.01 г/т (материалы В.Н. Кожевникова, С.И. Рыбакова, В.Д. Слюсарева, автора).

В фукситовых сланцах встречаются редкие акцессории – бадделеит и циркон. В составе циркона установлено своеобразное гетерогенное замещение Si на Al, Fe и Cr. Циркон содержит ZrO_2 51.86 %, SiO_2 30.20 %, Al_2O_3 14.06 %, примеси FeO до 3.16 % и Cr_2O_3 0.72 %. Результаты датирования цирконов ранних генераций фукситовых метасоматитов (по данным работ С.А. Сергеева и С.Б. Лобач-Жученко за 1993 г.) показали, что время их формирования (~2.6 млрд. лет) близко времени внедрения поздних дацитовых даек участка Хизоваара. Именно с этим этапом магматизма, как предполагается, связаны ранние гидротермально-метасоматические преобразования пород (в том числе, коматититов) участка Хизоваара. Метаморфические процессы преобразования циркона происходили 1.9 млрд. лет назад.

Слюды в разнообразных по составу сланцах Хизоваары представлены биотитом, мусковитом, фукситом. Свойства и возможности получения мелкочешуйчатого мусковита при обогащении кианитовых руд изучались Л.А. Данилевской и Л.С. Скамницкой (2012 г.).

Фукситовые сланцы обладают эффектными декоративными свойствами – изумрудно-зеленым цветом с вкраплениями синих кианитов (рис. 1 в). Фукситовые сланцы (метасоматиты) и фуксит-содержащие кварциты – наиболее популярный коллекционный материал С. Карелии. Выходы на поверхность этих ярко-зеленых пород в Лоухском районе были известны геологам давно, но как поделочное сырье стали использоваться только в начале нынешнего века благодаря своей привлекательной окраске (материалы отчетов по камнесамоцветному сырью). Одной из первых публикаций по хромсодержащим минералам Хизоваары была работа (Волотовская, Жиров, 1948). В этой статье впервые приводятся анализы слюды, содержащей Cr_2O_3 (до 0.76-1.20 %). Фуксит ассоциирует с кианитом, ставролитом, кварцем, реже встречаются гранат и Са-На-плагноклаз. По результатам микронзондового изучения в составе фуксита установлены: SiO_2 41.03-51.26, Al_2O_3 30.56-36.24, K_2O 7.67-9.49, Na_2O 1.39-2.10, MgO 0.39-0.82, TiO_2 0.53-0.92, Cr_2O_3 0.99-1.40 %, FeO 0.71-1.46 (без воды). Цвет слюды обеспечивается вхождением в структуру минерала Cr.

Заключение

В фукситовых сланцах впервые подробно разобрана рудная ассоциация. Обнаружены алюмохромиты и Со-герсдорфиты и установлен Cr-состав многих минералов. Типоморфные минералогическо-геохимические особенности фукситовых сланцев совместно с составом примесей практически

во всех минералах подчеркивают, что эти породы сформировались в результате гидротермально-метасоматического изменения коматиитов (или их туфов) и последующего метаморфизма. Установлен повышенный фон благородных металлов. Коматииты образуют линзующиеся «пласты» и широко распространены в разных частях разреза Хизоваарской структуры (Кожевников, 2000). Фукситовые сланцы (метасоматически преобразованные породы) развиты в южной части структуры и прослеживаются по простирацию коматиитовых тел.

Работа выполняется по теме НИР № ГР АААА-А18-118020290084-7 ИГ КарНЦ РАН.

Литература

Волотовская Н.А., Жиров К.К. Хромсодержащие минералы свиты Хизовара // Известия КФНИ Базы АН СССР. 1948, № 1, С. 41-53.

Бубнова Т.П., Гаранжа А.В., Скамницкая Л.С. Типоморфные особенности ставролитов пъякярвинской свиты (Приладожье) и Хизоваарской структуры (сев. Карелия) // Материалы VII Всерос. с межд. участием Ферсман. научной сессии. Апатиты. 2010. С. 19-22.

Кожевников В.Н. Архейские зеленокаменные пояса Карельского кратона как аккреционные орогены. Петрозаводск. 2000. 222 с.

Минерально-сырьевая база Р. Карелия. 2006. Книга 2. 356 с.

Нерадовский Ю.Н., Войтеховский Ю.Л. Зональность ставролита из кристаллических сланцев Больших Кейв, Кольский полуостров // Труды КарНЦ РАН. 2012. № 3. С. 110–121.

Хизоваарское кианитовое поле (Северная Карелия) / Щипцов В.В., Скамницкая Л.С. и др. Петрозаводск. 1988. 105 с.

Щипцов В.В. Кианит – эффективное сырье для производства огнеупоров: сферы потребления, производители и мировая торговля // Новые огнеупоры. № 8. 2005. С. 78-82.

Щипцов В.В., Бубнова Т.П. и др. Гранатовые руды Карелии // Петрозаводск: изд-во КарНЦ РАН. 2004. 208 с.