

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ФЕРРОПЕДРИСИТА – НОВОГО ЛИТИЕВОГО АМФИБОЛА СУТЛУГСКОГО ПРОЯВЛЕНИЯ (ВОСТОЧНАЯ ТУВА)

С.И. Коноваленко¹, С.А. Ананьев²

¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия*

² *Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия*

Настоящая работа посвящена краткой характеристике и условиям образования нового конечного члена амфиболовой супергруппы, подгруппы педрисита – ферропедрисита. Охарактеризованы строение и минералогия литиевых пегматитов Сутлугского проявления. Приведены краткое описание ферропедрисита и сравнительная характеристика его с другими минералами подгруппы педрисита. Рассмотрены условия образования ферропедрисита на данном проявлении.

Ключевые слова: литиевые амфиболы, подгруппа педрисита, ферропедрисит, условия образования.

Введение

В 1965 г. И.В. Гинзбургом на Тастыгском литиевом месторождении Тувы был обнаружен и описан новый минерал клинохольмквистит из группы литиевых амфиболов. Однако недавние исследования голотипного образца, хранящегося в Минералогическом музее им А.Е. Ферсмана РАН (г. Москва), итальянскими учеными – Р. Оберти с соавторами, показали, что это не клинохольмквистит, а смесь двух отдельных амфиболов – тремолита и нового конечного члена амфиболового ряда – фторо-натриевого педрисита [Oberti, Camara, Ottolini, 2005]. Позднее на другом литиевом месторождении Тувы – Сутлуг – ими же была обнаружена железистая разновидность – феррофтор-педрисит [Oberti et al., 2009]. Последующие наши исследования показали, что амфибол Сутлугского проявления Тувы был недостаточно изученным минеральным видом. Это заставило нас провести дополнительные исследования минерала, обратившись к собственным коллекциям, собранным в конце XX в. в ходе изучения сподуменовых пегматитов Сангиленского нагорья ЮВ Тувы. Результатом этих работ стали открытие и регистрация в 2014 г. в Комиссии по новым минералам, номенклатуре, классификации (CNMNC) Международной минералогической ассоциации нового минерального вида – ферропедрисита (IMA 2014-037) [Konovalenko et al., 2015].

Геология и минералогия проявления

Сутлугское проявление, откуда происходят образцы голотипа, обнаружено еще в конце 60-х гг. прошлого века геологами-производственниками в процессе поиска в регионе редкометалльных пегматитов. Тогда же проведена и его предварительная разведка с оценкой возможной практической значимости. Проявление входит в субширотный Южно-Сангиленский пегмати-

товый пояс протяженностью до 150 км, контролируемый хорошо выраженным тектоническим швом (рис. 1). В пределах пояса помимо Сутлугского известно более десятка проявлений (Хартинское, Качикское, Церигингольское, Ак-Адырское и др.) и одно крупное промышленное редкометалльное месторождение – Тастыг. Пегматиты пояса представлены главным образом сподуменовым типом. Они не обнаруживают прямых генетических связей с конкретными интрузивными массивами, однако по возрасту (483–494 млн лет) близки к ордовикским гранитам кыстарысского комплекса и на этом основании рассматриваются как их производные [Кузнецов, Шокальский, 2011].

Собственно Сутлугское проявление (50°00'20"с.ш., 96°37'40"в.д.) расположено в левом борту одноименного ручья, относящегося к бассейну реки Тарги, и представлено 15 будинированными жилами сподумен-микроклиновых пегматитов мощностью от 0,5 до 11,5 м и протяженностью до 160 м, залегающими в серых битуминозных и частично в осветленных скарнированных мраморах.

В структурном плане проявление приурочено к резкому изгибу северного крыла антиклинальной складки и контролируется мощной тектонической зоной, проходящей вдоль долины ручья. Крутопадающие (L 75–80°) плитообразные пегматитовые тела залегают согласно с вмещающими мраморами. Они имеют слабо выраженное зональное строение и отчетливо директивную структуру. Субперпендикулярная контактам ориентировка кристаллов сподумена утрачивается и становится хаотичной только в центральных частях наиболее мощных жил, где развит крупно-блоковый (> 0,5 м) микроклин. В некоторых пегматитовых телах дополнительно присутствуют мелкие прожилки позднего тонко-игольчатого сподумена спутано-шестоватой структуры. Они имеют сходный с окружающим крупнозернистым пегматитом парагенезис и нечетко проявленные ограничения.

шое количество сподумена. Тонкие прожилки обычно целиком сложены кварц-диопсид-альбитовой или диопсид-альбитовой породой. Литиевый амфибол проявления, принятый когда-то в XX в. за хольмквистит, развивается вдоль контакта крупных прожилков, присутствуя как в их эндо-, так и в экзоконтактах, однако он более свойствен экзоконтакту, где иногда образует мономинеральные участки и жилки. Наблюдения показывают, что амфиболовая минерализация участков, сохранившихся от переработки пегматитовых прожилков, с формированием собственно сподуменовых пегматитов никак не связана и накладывается на них, если жилы попадают в область скарнирования. Последнее выражается в перекристаллизации и осветлении серых битуминозных мраморов с развитием в них густой вкрапленности диопсида, везувиана и волластонита. Процесс скарнирования, по-видимому, связан с формированием расположенного

рядом с проявлением массива гранитов бреньского комплекса нижнего девона.

Характеристика ферропедрисита и условия его образования

Ферропедрисит Сутлугского проявления формирует агрегат хаотично ориентированных тонкоигльчатых или призматических кристаллов, лишенных концевых граней головки, размером от 0,1 до 5 см по удлинению. Иногда они дают солнцеподобные радиально-лучистые сростки (рис. 2) либо образуют скопления параллельно ориентированных тонкоигльчатых кристаллов со следами пластических деформаций. Более крупные по размерам индивидуальности кристаллов обнаруживают характерное для амфиболов поперечное чечевицеобразное сечение. В формировании их участвуют призма $\{110\}$ и пинакоиды $\{100\}$ и $\{010\}$.



Рис. 2. Ферропедрисит Сутлугского проявления в эндоконтактной зоне сподуменовой пегматитовой жилы

Fig. 2. Ferro-pedrizite of the Sutlug occurrence in the endocontact zone of the spodumene pegmatitic vein

Грани пинакоида $\{100\}$ нередко несут тонкую продольную комбинационную штриховку, связанную с развитием соответствующих по ориентировке вциналей. Хорошо проявлена типичная для моноклинных амфиболов совершенная спайность по (110) пересекающаяся под углом, близким к 56° .

Согласно последней номенклатуре амфиболов, разработанной во главе с Ф. Хоторном [Hawthorne et al., 2012], в основе выделения минеральных видов лежит химический состав, не учитывающий особенности катионного распределения по позициям в структуре. В настоящее время в супергруппе амфиболов выделя-

ется подгруппа педрисита с общей формулой $\text{NaLi}_2(A^{2+}_2B^{3+}_2\text{Li})[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{C})_2$, где $A = \text{Mg}, \text{Fe}^{2+}$; $B = \text{Al}, \text{Fe}^{3+}$; $C = \text{OH}, \text{F}$. Исходя из этих критериев, в настоящее время в подгруппе педрисита, кроме открытого нами ферропедрисита, ранее утверждены еще четыре минеральных вида (таблица): феррипедрисит, ферро-феррипедрисит, фторпедрисит, ферро-фторпедрисит. Можно предположить наличие еще двух «гипотетических», пока не найденных в природе минералов подгруппы педрисита: феррифторпедрисит $\text{NaLi}_2(\text{Mg}_2\text{Fe}^{3+}_2\text{Li})[\text{Si}_8\text{O}_{22}]\text{F}_2$ и ферро-ферри-фторпедрисит $\text{NaLi}_2(\text{Fe}^{2+}_2\text{Fe}^{3+}_2\text{Li})[\text{Si}_8\text{O}_{22}]\text{F}_2$.

Сравнительная характеристика минералов подгруппы педриситов

Comparative characteristics of minerals of the subgroup of Pedrizite

| Минерал | Ферропедрисит | Феррипедрисит | Ферро-феррипедрисит | Фторпедрисит | Ферро-фторпедрисит |
|--|--|--|---|--|---|
| Формула конечного члена | $\text{NaLi}_2(\text{Fe}^{2+}_2\text{Al}_2\text{Li})[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$ | $\text{NaLi}_2(\text{Mg}_2\text{Fe}^{3+}_2\text{Li})[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$ | $\text{NaLi}_2(\text{Fe}^{2+}_2\text{Fe}^{3+}_2\text{Li})[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$ | $\text{NaLi}_2(\text{Mg}_2\text{Al}_2\text{Li})[\text{Si}_8\text{O}_{22}]\text{F}_2$ | $\text{NaLi}_2(\text{Fe}^{2+}_2\text{Al}_2\text{Li})[\text{Si}_8\text{O}_{22}]\text{F}_2$ |
| Пространственная группа | <i>C2/m</i> | <i>C2/m</i> | <i>C2/m</i> | <i>C2/m</i> | <i>C2/m</i> |
| <i>a</i> , Å | 9,3716 | 9,501 | 9,462 | 9,368 | 9,3720 |
| <i>b</i> , Å | 17,649 | 17,866 | 17,898 | 17,616 | 17,6312 |
| <i>c</i> , Å | 5,2800 | 5,292 | 5,302 | 5,271 | 5,2732 |
| β , ° | 102,22 | 102,17 | 101,88 | 102,38 | 102,247 |
| <i>V</i> , Å ³ | 853,5 | 878,1 | 878,6 | 849,6 | 851,5 |
| Интенсивные линии порошковой рентгенограммы: <i>d</i> , Å (<i>I</i> , %) | 8,147 (52) | 8,251 (30) | 8,241 (100)* | 8,120 (75)* | 8,146 (100) |
| | 4,420 (22) | 3,050 (100) | 4,471 (33)* | 4,404 (66)* | 4,430 (70) |
| | 3,009 (100) | 2,747 (30) | 3,416 (39)* | 3,375 (50)* | 3,383 (40) |
| | 2,7102 (28) | 2,711 (40) | 3,050 (60)* | 3,005 (83)* | 3,008 (80) |
| | 2,6865 (29) | 1,642 (40) | 2,714 (72)* | 2,873 (31)* | 2,686 (90) |
| | 2,4824 (19) | 1,394 (30) | 2,494 (36)* | 2,679 (100)* | 2,485 (60) |
| | 1,6236 (21) | | 2,164 (23)* | 2,483 (55)* | 2,199 (30) |
| Оптические данные: | | | Средний показатель отражения 1,710* | | |
| α | 1,614 | 1,695 | | 1,610 | 1,642 |
| β | 1,638 | 1,700 | | 1,627 | 1,644 |
| γ | 1,653 | 1,702 | | 1,633 | 1,652 |
| Оптический знак, $2V$, ° | (–) 75 | (+) 55 | | (–) 55–61 | (+) 68 |
| Плотность, г/см ³ | 3,13 3,135* | 3,15 3,19* | 3,24* | 3,00 3,05* | 3,116* |
| Литература | [Konovalenko et al., 2015] | [Caballero, Camara, Ottolini, 2002] | [Oberti et al., 2003] | [Гинзбург, 1965; Oberti Camara, Ottolini, 2005] | [Oberti et al., 2009] |

Примечание. *Расчетные данные.

Ферропедрисит в полной мере был исследован различными методами, которые включали в себя оптические методы, микронзондовые исследования, спектроскопию (ИКС, Мёсбауэровскую), оптическую микроспектрофотометрию, рентгеновскую дифрактометрию порошка и монокристалла. Эмпирическая формула ферропедрисита, рассчитанная на 24 аниона: $(\text{Na}_{0,60}\text{K}_{0,02})_{\Sigma 0,62}(\text{Li}_{1,89}\text{Na}_{0,07}\text{Ca}_{0,04})_{\Sigma 2,00}(\text{Fe}^{2+}_{1,03}\text{Mg}_{0,90}\text{Mn}_{0,07}\text{Al}_{1,88}\text{Fe}^{3+}_{0,47}\text{Li}_{0,65})_{\Sigma 5,00}[(\text{Si}_{7,79}\text{Al}_{0,21})_{\Sigma 8,00}\text{O}_{22}][(\text{OH})_{1,36}\text{F}_{0,49}\text{O}_{0,15}]$. Соотношение $\text{Fe}^{2+} : \text{Fe}^{3+}$ по данным мессбауэровской спектроскопии (ЯГР) составляет в процентах 68,66 : 31,34.

Анализ структуры по данным изучения монокристалла позволил установить, что в образцах ферропедрисита присутствует двойникование. Установлено, что наличие микродвойникования в структуре осью (100) приводит к формальному понижению симметрии до *P2/m*. Учет двойникования позволил получить модель в рамках реальной пространствен-

ной группы *C2/m* и распределить катионы по структурным позициям [Аксёнов и др., 2015].

Фиолетово-синяя окраска ферропедрисита, обогащенного железом, по данным оптической микроспектрофотометрии, определяется интенсивными широкими полосами поглощения переноса заряда $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} - 550, 680 \text{ нм}$, что формирует окно пропускания в фиолетово-синий области спектра [Коноваленко, Бахтин, Николаев, 2016].

Анализ условий образования показывает, что появление минерала происходит на стадии преобразования пегматитов в условиях выноса из них фтора во вмещающие карбонатные породы и одновременного привноса извне некоторого количества магния. Во вмещающих мраморах на удалении от жил в этом случае чаще всего формируется фторпедрисит, как на Тастыге [Oberti et al., 2005], а вблизи контакта – ферро-фторпедрисит, как на Сутлугском проявлении [Oberti et al., 2009]. В самих пегматитах в силу изначального дефицита в системе магния и потери

ушедшего с флюидом фтора возникает ферропедрицит. Появление литиевых амфиболов с существенным преобладанием в октаэдрах структуры Fe^{2+} объясняется специфическим составом флюидов, участвовавших в формировании сподуменовых пегматитов Южного пегматитового пояса Сангиленга. Согласно имеющимся данным, этот флюид был беден водой и имел резко восстановленный характер газовой фазы, где доминировали HCO_3^- , N_2 , метан и тяжелые углеводы [Кузнецова, Прокофьев, 2011; Коноваленко, Гармаева, 2012]. В ходе преобразования пегматитов, когда в них возникал литиевый амфибол, система становилась уже открытой и газовые компоненты первичного флюида, законсервированные во включениях минералов, смешивались в краевых зонах жил с новым, более окисленным внешним флюидом. Часть Fe^{2+} в ходе этого процесса переходила в Fe^{3+} , но в целом доля такого железа была не-

значительна, что и предопределяло появление ферропедрицита.

Заключение

Охарактеризованный в статье ферропедрицит, обнаруженный в эндоконтактной зоне пегматитовых жил Сутлугского поля, по всей вероятности, является достаточно широко распространенным литиевым амфиболом сподуменовых пегматитов Южно-Сангиленского пояса Тувы. Он должен быть обычным для всех редкометалльных пегматитовых жил, формирующихся в беспокойной тектонической обстановке.

Посвящается памяти Сергея Ивановича Коноваленко, геолога, минералога, педагога, полевика, первооткрывателя новых минералов – тусионита, ташелгита, ферропедрицита и россовскиита.

ЛИТЕРАТУРА

- Аксёнов С.М., Расцветаева Р.К., Коноваленко С.И., Ананьев С.А., Чуканов Н.В., Мирошкина А.Е. Кристаллическая структура и микродвойникование ферропедрицита, нового литиевого амфибола // Кристаллография. 2015. Т. 60, № 4. С. 547–551.
- Гинзбург И.В. Холмквистит и его структурная разновидность клинохолмквистит // Труды Минералогического музея АН СССР. 1965. Т. 16. С. 73–80.
- Загорский В.Е., Владимиров А.Г., Макагон В.М., Кузнецова Л.Г., Смирнов С.З., Дьячков Б.А., Анникова И.Ю., Шокальский С.П., Уваров А.Н. Крупные поля сподуменовых пегматитов в обстановках рифтогенеза и постколлизийных сдвигово-раздвиговых деформаций континентальной литосферы // Геология и геофизика. 2014. Т. 55, № 2. С. 303–322.
- Коноваленко С.И., Бахтин А.Г., Николаев А.Г. Оптические спектры и природа окраски литиевых амфиболов // Ученые записки Казанского университета. Серия естественных наук. 2016. Т. 158, кн. 1. С. 94–100.
- Коноваленко С.И., Гармаева С.Д. Особенности минералогии и специфика геохимии Тастыгской жильной серии сподуменовых пегматитов Южного пегматитового пояса Сангиленга в Тыве // Минералогия, геохимия и полезные ископаемые Азии. Томск : Томский ЦНТИ, 2012. Вып. 2. С. 129–138.
- Кузнецова Л.Г., Прокофьев В.Ю. Геохимические особенности флюидов низкофтористых литиевых пегматитов Сангиленского нагорья // Граниты и процессы рудообразования : материалы науч. конф. М. : ИГЕМ РАН, 2011. С. 76–77.
- Кузнецова Л.Г., Шокальский С.П. Месторождения лития в редкометалльных пегматитах Республики Тыва // Литий России: Минерально-сырьевые ресурсы, инновационные технологии, экологическая безопасность : материалы Всерос. науч.-практ. совещания. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2011. С. 65–70.
- Caballero J.M., Oberti R., Ottolini L. Ferripedrizite, a new monoclinic $^{\text{B}}\text{Li}$ amphibole end-member from the Eastern Pedriza Masif, Sierra de Guadarrama, Spain, and a restatement of the nomenclature of Mg-Fe-Mn-Li amphiboles // American Mineralogist. 2002. V. 87. P. 976–982.
- Hawthorne F.C., Oberti R., Harlow G.E., Maresch W.V., Martin R.F., Schumacher J.C., Welch M.D. IMA report: Nomenclature of the amphibole supergroup // American Mineralogist. 2012. V. 97. P. 2031–2048.
- Konvalenko S.I., Ananyev S.A., Chukanov N.V., Aksenov S.V., Rastsvetaeva R.K., Bakhtin A.I., Nikolaev A.G., Gainov R.R., Vagisov F.G., Sapozhnikov A.N., Belakovskiy D.I., Bychkova Y.V., Klingelhöfer G., Blumers M. Ferro-pedrizite, $\text{NaLi}_2(\text{Fe}^{2+}_2\text{Al}_2\text{Li})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$, a new amphibole-supergroup mineral from the Sutlug pegmatite, Tyva Republic, Russia // Eur. J. Mineral. 2015. V. 27. P. 417–426.
- Oberti R., Bolocchi M., Ball N.A., Hawthorne F.C. Fluoro-sodic-ferropedrizite, $\text{NaLi}_2(\text{Fe}^{2+}_2\text{Al}_2\text{Li})\text{Si}_8\text{O}_{22}\text{F}_2$, a new mineral of the amphibole group from the Surtlug River, Tuva Republic, Russia: description and crystal structure // Mineralogical Magazine. 2009. V. 73 (3). P. 487–494.
- Oberti R., Cámara F., Caballero J.M., Ottolini L. Sodic-ferri-ferropedrizite and ferri-clinoferroholmquistite: Mineral data and degree of order in the A-site cations in Li-rich amphiboles // Canadian Mineralogist. 2003. V. 41. P. 1345–1354.
- Oberti R., Cámara F., Ottolini L. Clinoholmquistite discredited. The new amphibole end-member fluoro-sodic-pedrizite // American Mineralogist. 2005. V. 90. P. 732–736.

Авторы:

Коноваленко Сергей Иванович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, кафедра минералогии и геохимии, геолого-географический факультет, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия.

Ананьев Сергей Анатольевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, кафедра геологии, минералогии и петрографии, Институт горного дела, геологии и геотехнологий, Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия. E-mail: sananiev@mail.ru

S.I. Konovalenko¹, S.A. Ananyev²

¹National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

²Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

GENESIS OF FERROPEDRIZITE - A NEW LITHIUM AMPHIBOLE OF THE SUTLUG OCCURRENCE (EASTERN TUVA)

This paper is concerned with the brief characteristic and formation conditions of the new end member of the amphibole supergroup, the pedrizite-ferropedrizite subgroup. The structure and the mineralogy of lithium pegmatites of the Sutlug occurrence are described. The brief description of ferropedrizite and its comparative analysis with the other minerals of the pedrizite subgroup are provided. The genesis of ferropedrizite at this occurrence is considered.

Keywords: lithium amphiboles, pedrizite subgroup, ferropedrizite, genesis.

REFERENCES

- Aksenov S.V., Rastsvetaeva R.K., Konovalenko S.I., Ananyev S.A., Chukanov N.V., Miroshkina A.E. The crystal structure and microtwinning of ferropedrizite, a new lithium amphibole // Crystallography Reports. 2015, V. 60, № 4. pp. 493–497.
- Ginzburg I.V. *Kholmkvistit i ego strukturnaya raznovidnost' klinokholmkvistit* [Holmquistite and its structural variety clinokholmquistite] // Trudy Min. muzeya AN SSSR. 1965. 16. pp. 73–80. In Russian
- Zagorsky V.Ye. Vladimirov A.G., Makagon V.M., Kuznetsova L.G., Smirnov S.Z., D'yachkov B.A., Annikova I.Yu., Shokalsky S.P., Uvarov A.N., Large fields of spodumene pegmatites in the settings of rifting and postcollisional shear-pull-apart dislocations of continental lithosphere // Russian Geology and Geophysics. 2014, V. 55. Iss. 2. pp. 237–251
- Konovalenko S.I., Bakhtin A.I., Nikolaev A.G. *Opticheskie spektry i priroda okraski litievyykh amfibolov* [Optical spectra and color nature of lithium amphiboles]. Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennyye Nauki, 2016, V. 158. № 1, pp. 94–100. In Russian
- Konovalenko S.I., Garmaeva S.D. *Osobennosti mineralogii i spetsifika geokhimii Tastygskoy zhil'noy serii spodumenovykh pegmatitov Yuzhnogo pegmatitovogo poyasa Sangilena v Tyve* [Features of mineralogy and specific geochemistry of a series of Tastugian veins of spodumene pegmatites of the South Pegmatite Belt of Sangilen in Tyva] // Mineralogy, Geochemistry and Minerals of Asia. Tomsk: Tomsk CNTI, 2012. Iss. 2. pp. 129–138. In Russian
- Kuznetsova L.G., Prokofev V.Yu. *Geokhimicheskie osobennosti flyuidov nizkofloristykh litievyykh pegmatitov Sangilenskogo nagor'ya* [Geochemical features of fluids of low-fluoride lithium pegmatites of the Sangilen highland] // Granity i protsessy rudoobrazovaniya. Materialy nauchnoy konferentsii. Moscow: IGM RAN, 2011. pp. 76–77. In Russian
- Kuznetsova L.G., Shokal'skiy S.P. *Mestorozhdeniya litiya v redkometal'nykh pegmatitakh respubliki Tyva* [Lithium deposits in the rare-metal pegmatites of the Tyva Republic] // Litiy Rossii: Mineral'no-syr'evye resursy, innovatsionnye tekhnologii, ekologicheskaya bezopasnost'. Materialy Vserossiyskogo nauchno-prakticheskogo soveshchaniya. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2011. pp. 65–70. In Russian
- Caballero J.M., Oberti R., Ottolini L. Ferripedrizite, a new monoclinic BLi amphibole end-member from the Eastern Pedriza Massif, Sierra de Guadarrama, Spain, and a restatement of the nomenclature of Mg-Fe-Mn-Li amphiboles // American Mineralogist. 2002. 87. pp. 976–982.
- Hawthorne F.C., Oberti R., Harlow G.E., Maresch W.V., Martin R.F., Schumacher J.C., Welch M.D. IMA report: Nomenclature of the amphibole supergroup // American Mineralogist. 2012. 97. pp. 2031–2048.
- Konovalenko S.I., Ananyev S.A., Chukanov N.V., Aksenov S.V., Rastsvetaeva R.K., Bakhtin A.I., Nikolaev A.G., Gainov R.R., Vagisov F.G., Sapozhnikov A.N., Belakovskiy D.I., Bychkova Y.V., Klingelhöfer G., Blumers M. Ferro-pedrizite, NaLi₂(Fe²⁺₂Al₂Li)Si₈O₂₂(OH)₂, a new amphibole-supergroup mineral from the Sutlug pegmatite, Tyva Republic, Russia // Eur. J. Mineral. 2015. 27. pp. 417–426.
- Oberti R, Bolocchi M., Ball N.A., Hawthorne F.C. Fluoro-sodic-ferropedrizite, NaLi₂(Fe²⁺₂Al₂Li)Si₈O₂₂F₂, a new mineral of the amphibole group from the Sutlug River, Tuva Republic, Russia: description and crystal structure // Mineralogical Magazine. 2009. V. 73 (3). pp. 487–494.
- Oberti R, Cámara F., Caballero J.M., Ottolini L. Sodic-ferri-ferropedrizite and ferri-clinoferroholmquistite: Mineral data and degree of order in the A-site cations in Li-rich amphiboles // Canadian Mineralogist. 2003. 41. pp. 1345–1354.
- Oberti R, Cámara F., Ottolini L. Clinokholmquistite discredited. The new amphibole end-member fluoro-sodic-pedrezite // American Mineralogist, 2005. V. 90. pp. 732–736.

Author's:

Konovalenko Sergey Iv., Cand. Sci. (Geol.-Miner), Associate Professor, Department of Mineralogy and Geochemistry, Geological and Geographical Faculty, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia.

Ananyev Sergey An., Cand. Sci. (Geol.-Miner), Associate Professor, Department of Geology, Mineralogy and Petrography, Institute of Mining, Geology and Geotechnology, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia. E-mail: sananiev@mail.ru