

СЕКЦИЯ «ГЕОЛОГИЯ»**ПОДСЕКЦИЯ «МИНЕРАЛОГИЯ»****Микрокристаллические оксиды из связующей массы кимберлитов трубки
Марсфонтейн (ЮАР)***Анашкин Сергей Михайлович**Студент**Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
геологический факультет, Москва, Россия**E-mail: serg-geol@mail.ru*

Исследование микрокристаллических (<100 мкм) оксидных минералов из связующей массы кимберлитов Якутской и Архангельской алмазоносных провинций показало, что они являются чуткими индикаторами условий зарождения, эволюции и становления кимберлитовых пород, поэтому особенности их состава и количественного соотношения могут использоваться в качестве косвенных критериев алмазоносности кимберлитов (Бовкун, 2000). В связи с этим были изучены микрокристаллические оксиды из связующей массы кимберлитов трубки Марсфонтейн (М-1) – одного из наиболее высокоалмазоносных тел Южной Африки. Трубка Марсфонтейн расположена в районе Мокопан, является частью протягивающегося на восток-северо-восток куста трубок и трещиноватых структур Клипспрингер, сложена кимберлитами позднеюрского возраста (McCarthy and Allan, 2007).

Исследованные образцы пород представляют собой порфиновые кимберлиты, связующая масса которых имеет серпентин-карбонатный состав с примесью флогопита. Порфиновые выделения представлены серпентинизированным оливином и флогопитом и редкими зернами клинопироксена и граната. Микрокристаллические оксидные минералы составляют около 2-3 об.% связующей массы породы. Среди них заметно преобладают хромшпинелиды, в меньшем количестве присутствуют титаномагнетит и перовскит. Встречаются единичные зерна марганцовистого ильменита.

Хромшпинелиды образуют идиоморфные выделения размером 10-30 мкм (реже до 50-100 мкм) и встречаются в виде самостоятельных зерен и зерен с каймами титаномагнетита непосредственно в матрице породы и многочисленных включений без кайм в фенозернах флогопита. Хромшпинелиды представлены высокохромистым Ti-содержащим пикрохромитом с очень высокими содержаниями хрома и магния и низкими – титана и окисного железа (53,6-61 мас.% Cr₂O₃, 9,7-15 мас.% MgO, 1,2-3,6 мас.% TiO₂) и отличаются довольно узким диапазоном составов. Выделения наиболее высокохромистых из них, как правило, окружены титаномагнетитовыми каймами. Помимо кайм, титаномагнетит образует самостоятельные зерна гомогенного строения. Его состав характеризуется повышенным содержанием магния при переменных количествах титана и хрома (4,9-7 мас.% MgO, 5,3-11 мас.% TiO₂, 0-2,4 мас.% Cr₂O₃).

В результате проведенных исследований установлено, что кимберлиты трубки Марсфонтейн имеют хромшпинелидовую специализацию оксидов связующей массы. Характернейшая особенность данных пород – широкая распространенность микрокристаллических хромшпинелидов с очень высоким содержанием хрома и низким титана, что свидетельствует о значительной глубине зарождения (в пределах «алмазной зоны» литосферной мантии), а следовательно, и высокой потенциальной алмазоносности кимберлитов данного тела.

Литература

1. Бовкун А.В. (2000) Минералогия оксидов из связующей массы кимберлитов Якутии (генетические и прикладные аспекты) // Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. Москва
2. McCarthy T.S., Allan J.G. (2007) A possible new alluvial diamond field related to the Klipspringer kimberlite swarm, South Africa // South African Journal of Geology, v.110, p.503-510

Физическая и генетическая природа окраски благородных разновидностей берилла Шерловой горы¹

*Афанасьева Анастасия Сергеевна*²

студентка

МГУ им. М.В. Ломоносова, геологический факультет, Москва, Россия

e-mail: avelil@yandex.ru

Начало изучения природы окраски берилла Шерловой горы положено трудами В.Ф. Барабанова и его школы (1995) и других исследователей. Первая полная характеристика берилла Шерловой горы как ювелирного камня, которому по разнообразию оттенков и насыщенности цвета нет равных в мире, принадлежит Г.А. Юргенсону (2001).

Настоящая работа нацелена на исследование физической и генетической природы благородных разновидностей шерловогорского берилла из специально подобранной коллекции методами микронзондового анализа, оптической, ИК и ЭПР спектроскопии, а также термобарометрии.

В результате проведенных исследований установлена связь между окраской, химическим составом и последовательностью образования разновидностей берилла различных цветов и оттенков. По данным микронзондового анализа выявлены закономерные вариации содержания и распределения примесей Fe, Mg, Mn, Cr, V, Ga, Sc, Na, K, Cs в кристаллах берилла разной окраски. Установлены особенности химического состава бериллов, соответствующих определенным типам зональности и последовательным генерациям этого минерала.

В ряду синий аквамарин - зеленый берилл - желтый гелиодор, отвечающему последовательности кристаллизации данных разновидностей, закономерно увеличивается соотношение Fe^{2+}/Fe^{3+} и, соответственно, сумма натрия и других щелочных металлов. В зеленых разновидностях обнаружены примеси хрома и ванадия, позволяющие относить их к изумруды. В спектрах поглощения берилла разных разновидностей наблюдается различное соотношение интенсивности широких полос в коротковолновой и длинноволновой области, отражающее соотношением Fe^{2+}/Fe^{3+} .

Методом ЭПР установлена корреляция между цветом и интенсивностью сигнала Fe^{3+} . Результаты изохорического отжига кристаллов берилла в диапазоне от 150 до 300°C (время отжига 3 часа) установили снижение сигнала Fe^{3+} при нагревании до 200°C, и последующее его увеличение при более высокой температуре, что обусловлено процессом окисления двухвалентного железа. Монокристалльная съемка ЭПР при T=90 K выявила присутствие практически во всех образцах не только сигнала Fe^{3+} ($g_{\perp}=2,001$), но и незначительную примесь Mn^{2+} ($g_{\perp}=1,997$), а в некоторых случаях – дырочного

¹ Тезисы доклады основаны на материалах исследований, проведенных в рамках бакалаврской работы

² Автор выражает признательность доценту, к.г.м.н. О. В. Кононову за руководство и помощь при подготовке тезисов

радикала CO^{-3} ($g_{\perp}=2,0152$), располагающегося в структурных каналах минерала (Солнцев, Букин, 1997).

Литература

1. Барабанов В.Ф. Вольфрамитовые месторождения. Т. III. Генезис вольфрамитовых месторождений. – СПб.: Изд. С.-Петербургского ун-та. 1995. – 246 с.
2. В.П. Солнцев, Г.В. Букин Природа окраски берилла из редкометальных пегматитов Мозамбика // Геология и геофизика, 1997, т.38, №10, 1625-1631 с.
3. Юргенсон Г.А. Ювелирные и поделочные камни Забайкалья. – Новосибирск: Наука, 2001. 111-175 с.

Проблемы качества архангельских алмазов и методы их решения

Копчиков Михаил Борисович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, Москва, Россия

e-mail: msu@kopchikov.ru

Алмазы из трубок и тел Архангельской алмазоносной провинции (ААП) характеризуются не только неблагоприятной окраской, присущей большинству алмазов из других кимберлитовых трубок России, но и большим количеством индивидов коричнево-дымчатого цвета – 15-20%, что связано с высоким внутренним напряжением кристаллов – дислокациями и отражается в низких прочностных характеристиках извлекаемого алмазного компонента (Копчиков, 2008). Данная проблема остро стоит для месторождений алмаза севера Европейской части России и может привести к приостановке единственно разрабатываемой на сегодняшний день трубки Архангельская месторождения им. М.В. Ломоносова. В связи с этим понятна актуальность исследований, проводимых в рамках разработки методик и технологий улучшения (облагораживания) свойств архангельских алмазов.

Исследования по улучшению физических свойств алмаза проведены методами протонного облучения и нагревания (отжига) при высоких температурах и давлениях на восьми кристаллах из трубки Архангельская. Как было установлено в ходе экспериментов, алмазы после облучения протонами, обладавшие изначально коричневым, светло-коричневым цветом, приобрели равномерную по всему объему зеленую окраску. После нагревания при высоких давлениях и температурах кристаллы изменили окраску по-разному: один приобрел фантазийную желто-зеленую окраску, а другой желто-коричневую (что можно рассматривать как отрицательный показатель опыта). Детальное изучение свойств алмазов после эксперимента показало, что зеленая окраска образцов связана с образованием «окна» пропускания в области 470–600 нм (зеленая часть спектра оптического поглощения в видимой области). Появление желто-зеленой компоненты в окраске алмаза после нагревания объясняется усилением линии поглощения 415 нм (дефект N3). Методом ИК-спектроскопии определены абсолютные значения примесных центров азота в А-, В-формах, плейтелетс и водорода до и после экспериментов. Анализ значений структурных дефектов показал, что после отжига значительных (в пределах ошибки определения прибора) изменений в соотношениях концентраций азота, водорода и плейтелетс не выявлено. После облучения протонами наблюдается изменение количества концентраций азота в А-форме, В-форме и водорода. Произошло увеличение содержания В-центров (на 80-100 at. ppm) и водорода (на 1-1,5 отн. ед.), а количество А-дефектов уменьшилось (на 80-90 at. ppm). Увеличение содержания азота в В-форме свидетельствует о повышении прочностных

свойств алмаза (Налетов и др., 1976). Таким образом, проведенные исследования показывают, что наиболее эффективным методом улучшения качественных характеристик алмаза, является протонное облучение, тогда как нагревание алмаза при высоких давлениях и температурах требует тщательного отбора кристаллов.

Литература

1. Копчиков М.Б. Морфология и другие важнейшие свойства алмаза Архангельской алмазоносной провинции // Известия ВУЗов. Сер. Геология и разведка. 2008. № 6. С. 80-83.
3. Налетов А.М., Ключев Ю.А., Григорьев О.Н. и др. Влияние оптически активных центров на прочностные свойства алмазов // ДАН СССР. 1979. Вып. 246. №1. С. 83-86.

Минералогия яшм и яшмовидных пород Южного Урала¹

Копырин И.С.²

Студент

*Южно-Уральский государственный университет,
геологический факультет, Миасс, Россия
e-mail: kopyrin_ivan@mail.ru*

Ранее автором в процессе исследований было установлено, что Южно-Уральскую комплексную провинцию камнецветного и самоцветного сырья составляют более десяти геммологических (самоцветных и камнецветных) формаций, среди которых особое место принадлежит формации кремнистых пород (яшм, яшмоидов и яшмовидных пород). Значительное положение в комплексе данной формации занимают декоративные кремнистые породы - яшмы.

Несмотря на то, что яшмы Южного Урала известны человечеству с палеолита, систематическое изучение минералогии данного вида камнецветного сырья началось лишь во второй половине двадцатого столетия. Минеральный состав некоторых разновидностей яшм и яшмоидов отражен в работах советских и российских исследователей Барсанова Г.П., Петровского А.Д., Смолина А.П., Хворовой И.В., Залмензон Э.С., Яковлевой М.Е., Путиловой Л.С., Крежевских Ю.Г., Дружининой Н.М., Сапожниковой Н.Г. и др.

Оптимальной формой систематизации имеющихся данных признается минералогический кадастр. Представление минералогической информации подобным образом предложено в начале 1990-х годов и развивается на Южном Урале в работах сотрудников музея Ильменского Государственного заповедника Ю.С. Кобяшева и С.Н. Никандрова (Суставов, 2001).

Нами подготовлен кадастр минералов яшм и яшмовидных пород. Минералы, составляющие яшмы Южно-Уральской минерагенической провинции, распределены по классам общепринятой классификации Дэна. Разновидности яшм приводятся по классической работе академика А.Е. Ферсмана (Ферсман, 1962) и дополнениям геммологов В.В. Буканова и Б.Ф. Куликова. В кадастре для каждого минерала указаны морфологические особенности (форма выделений) и место обнаружения.

¹ Тезисы доклада основаны на материалах исследований, проведенных в рамках гранта Правительства Челябинской области (грант № 001.05.06-08).

² Автор выражает признательность доценту, к.г.-м.н. Кабановой Л.Я. за помощь в подготовке тезисов.

Установлено, что минералы, слагающие яшмы и яшмовидные породы, относятся к классу силикатов (24 минерала), оксидов (12 минералов), карбонатов (кальцит, доломит), сульфидов (пирит), сульфатов (ярозит), фосфатов (апатит). В доступной нам литературе не имеется сведений, касающихся нахождения в южно-уральских яшмах минералов класса самородных элементов. Однако известны указания на нахождение самородного серебра в форме дендритов и включений в красно-коричневой яшме из земли Саксония (Германия) (Буканов, 2008), что позволяет надеяться на открытие самородных элементов в южно-уральских яшмоидах. В отдельных разновидностях яшм (например, в кошкульдинской, аушкульской) встречается экзотическое образование – комочки органического вещества.

Следует отметить, что минералогия яшм и яшмоидов Южного Урала на данный момент изучена не в полном объеме. Например, недавние исследования мулдакаевской яшмы, проведенные коллективом сотрудников Института геологии и геохимии УрО РАН (Ю.В. Ерохин, Е.С. Шагалов, А.А. Баталина) в 2006 г., позволили выявить потенциально новый минерал – моноклинный аналог стильпномелана.

Микроэлементы в сульфидах из гидротермального поля Брокен Спур (САХ)¹

Ли Сяоли²

Аспирант геологического факультета

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

e-mail: syaoli@mail.ru

Гидротермальное поле Брокен Спур расположено в пределах одного из сегментов рифта Срединно-Атлантического хребта (САХ) на 29° с.ш. [2], где находятся более 10 активных построек [1]. При изучении представительной коллекции образцов из него, одной из задач, стоящих перед нами, являлось решение вопроса о формах нахождения ряда элементов-примесей, в том числе и Au и Ag в сульфидных минералах.

На первом этапе проведения работ определение химического состава минералов и концентрации Au и Ag в них осуществлялось на электронно-зондовом микроанализаторе Cameca SX-50, снабженном тремя волновыми спектрометрами при ускоряющем напряжении 15 кВ и токе зонда на образце 30 нА.

Анализы проводились на трех выбранных нами площадках марказита размером 30×40, 30×60 и 60×60 мкм² с шагом зонда 3 мкм. С помощью компьютерных программ были построены карты распределения этих элементов на изученных площадках. Полного совпадения распределения Au и Ag на полученных картах не установлено, что косвенно может свидетельствовать о присутствии этих элементов в разных минеральных фазах, размер которых существенно меньше диаметра зонда. В данном случае, вероятно, можно говорить о присутствии Au- и Ag-содержащих «нанофаз». На это также указывает кажущаяся «невоспроизводимость» некоторых повторных анализов, которая легко может быть объяснена различной миграционной способностью Au и Ag в разных минеральных «нанофазах». На втором этапе работ было увеличено число определяемых элементов (Au, Ag, Sn, Te, Se, Sb, Pb, Cd) и анализируемых минералов (марказит, сфалерит, халькопирит); площади сканирования составляли 30×30 мкм². Для увеличения точности анализов были увеличены ускоряющее напряжение и сила тока (20 кВ и 50 нА, соответственно). Полученные данные были обработаны вышеупомянутым образом. На

¹ Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант 09-05-00164).

² Автор выражает признательность своим руководителям профессору А.А. Ульянову (МГУ) и профессору А.Ю. Леин (ИО РАН) за помощь в проведении работ.

картах концентрационных уровней элементов-примесей четко проявлена внутренняя микронеоднородность изученных сульфидов. Отсутствие значимых межэлементных корреляций для всего массива аналитических данных, вероятно, указывает на разнообразие минеральных «нанофаз» (и, возможно, их сростаний) – носителей примесных элементов в сульфидных рудах. Список выделенных ассоциаций микроэлементов, например для халькопирита, может быть представлен следующим образом: Au-Ag-Sn, Au-Ag-Sb, Au-Sb-Sn, Au-Te-Se, Au-Te, Au-Sn, Au-Se, Te-Sn, Ag-Te, Ag-Sn, Ag-Sb, Te-Sb.

Литература

1. Богданов Ю.А., Лисицын А.П., Сагалевич А.М., Гурвич Е.Г. (2006) Гидротермальный рудогенез океанского дна. М.: Наука.
2. Богданов Ю.А., Сагалевич А.М. (2002) Геологические исследования с глубоководных обитаемых аппаратов "Мир". Научный Мир.

Некоторые свойства изумрудов из месторождений Колумбии

Машкина А. А., Серов Р. С.

Студент

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
геологический факультет, Москва, Россия*

E-mail: almashkina@mail.ru

Настоящая работа посвящена изумруду, одному из самых красивых и дорогих камней. Изумруд относится к группе кольцевых силикатов и является окрашенной в насыщенный зеленый цвет разновидностью берилла (Егоров-Тисменко, 2005).

Месторождения изумруда представлены тремя генетическими типами: 1) пегматитовым; 2) пневматолито–гидротермальным; 3) гидротермальным (Киевленко и др., 1983).

Цель данного исследования – выявление типоморфных особенностей изумрудов из Колумбии, по которым можно определить их принадлежность к конкретному месторождению.

Объектом изучения стала коллекция изумрудов из четырех месторождений Колумбии (Коскез, Чивор, Пита и Польверос), предоставленная Геммологическим центром МГУ.

Образцы изумрудов были изучены с помощью микроскопии и оптической спектроскопии, измерены их показатели преломления и плотность. Для исследования внутренних особенностей кристаллов из них были сделаны полированные пластинки толщиной 1 мм и размером 5x5 мм параллельно и перпендикулярно оси с.

Результаты и обсуждение

Визуальное описание. Кристаллы имеют насыщенный зеленый цвет, прозрачные, часто трещиноватые, с четко выраженными гранями гексагональной призмы и пинакоида. Размер изученных кристаллов – около 1 карата.

Физические характеристики. Значения показателей преломления изученных изумрудов составили $n_e=1,570-1,580$ и $n_o=1,568-1,577$. Измеренная относительная плотность варьирует от 2,61 до 2,67 г/см³.

Микроскопические характеристики. В изумрудах выявлено обилие залеченных трещин, цветовая зональность. Обнаружено огромное множество трехфазовых включений. Минеральные включения представлены, предположительно, карбонатом.

Оптическая спектроскопия. По оптическим спектрам изученных образцов можно установить, что зеленая окраска в них связана с Cr^{3+} , а не с V^{3+} или Fe. Кроме того, во всех изученных изумрудах присутствует Fe^{2+} .

Образцы изумрудов из месторождений Коскез и Кунас имеют желтоватый оттенок. В изумрудах из месторождения Коскез присутствует Fe^{3+} .

Выводы. Полученные в результате исследования данные по микроскопии и оптической спектроскопии могут быть использованы как диагностические при определении типа месторождения изумрудов Колумбии и для их отличия от синтетических камней. Однако для разработки способов определения принадлежности образца к конкретному месторождению необходимо дальнейшее изучение изумрудов методами количественного анализа и изотопии кислорода.

Литература

1. Егоров-Тисменко Ю. К. Кристаллография и кристаллохимия: учебник. М., КДУ, 2005 г. 433 с.
2. Киевленко Е. Я., Сенкевич Н. Н., Гаврилов А. П. Геология месторождений драгоценных камней. 2-е изд., М., Недра, 1983 г. 160 с.

Оценка продуктивности кимберлитовых трубок северо-восточной части провинции Лунда (Ангола)

Самсонов Павел Алексеевич

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,

геологический факультет, Москва, Россия

e-mail: samsonov2000@mail.ru

Ещё в 80-х годах прошлого века были предприняты первые попытки связать состав основных минералов-спутников алмаза (граната, хромшпинелида, ильменита) с условиями их образования и алмазоносностью кимберлитов. При этом авторы выделяли ассоциации, отвечающие определённым мантийным породам и парагенезисам, что позволило обособить области составов минералов-спутников, характерные для алмазоносной фации глубинности. Незаслуженно мало внимания уделялось микрокристаллическим оксидам, являющимся продуктами кристаллизации собственно кимберлитовых магм и отражающим условия подъёма кимберлитового расплава к поверхности (Самсонов и др., 2008). Так как магма является агрессивной для алмаза “транспортующей” средой, то длительность его пребывания в ней прямо пропорциональна степени растворения алмаза. Таким образом, анализ данных о составах минералов-спутников алмаза из тяжелой фракции кимберлитов в совокупности с детальным изучением особенностей микрокристаллических оксидов связующей массы кимберлитовых пород позволяет оценить не только потенциальную, но и реальную алмазоносность кимберлитовых тел.

Провинция Лунда расположена на северо-востоке Анголы и включает трубку Катока – основное месторождение алмазов Анголы. В работе изучены кимберлиты семи тел, расположенных примерно в 200 км на северо-восток от трубки Катока. Они локализованы вдоль нескольких ослабленных зон преимущественно север–северо-западного простирания на расстоянии 400–2200 м друг от друга.

Для индикаторных минералов тяжелой фракции всех изученных тел характерно резкое преобладание гранатов над ильменитами, которые в свою очередь практически всегда встречаются в значительно большей концентрации, чем хромшпинелиды.

Гранат является наиболее устойчивым минералом тяжелой фракции при высокотемпературных мантийных процессах метасоматоза и катаклаза и поэтому лучше других минералов-спутников отражает начальную продуктивность тел. Во всех изученных телах до 25% зерен граната имеют состав, отвечающий алмазоносным парагенезисам. В то же время широкое развитие во всех телах ассоциаций минералов-спутников, свойственных катаклазированным породам, гранат-клинопироксен-шпинелевым сросткам и зональным гранатам, свидетельствует о широком проявлении глубинного катаклаза и интенсивной проработке мантийных пород высокотемпературными флюидами, что значительно снизило изначально среднюю и, возможно, высокую продуктивность тел.

Литература

1. Самсонов П.А., Бовкун А.В., Гаранин В.К. (2008): Шпинелиды из кимберлитов. Известия вузов. Геология и разведка. № 4, с. 17–23.

“Мика” – новый источник турмалина (Восточный Памир)

Удовиченко Е.Ю.

Студент геолого-географического факультета, бакалавр геологии

Томский государственный университет, Томск, Россия

e-mail: UdovichenkoEY@yandex.ru

Минералы группы турмалина отличаются большим цветовым разнообразием, прекрасной формой кристаллов и их сростков, высокими ювелирными качествами, что выделяет их среди других камней-самоцветов. Наиболее важным источником ювелирного турмалина является Бразилия. В значительных количествах турмалин поступает на мировой рынок драгоценных камней из Афганистана, Шри-Ланки, США, Кении, Замбии, Танзании, Нигерии и Намибии. На территории России главными источниками ювелирного турмалина с богатой цветовой гаммой является Урал и Малханское пегматитовое поле в Забайкалье.

Нами были проведены исследования морфологии, кристаллохимических особенностей и окраски ювелирного и коллекционного турмалина с Восточного Памира – нового источника этого камнесамоцветного сырья. В частности рассмотрены пробы из пегматитового проявления “Мика”. Оно представляет собой крупное жильное тело зонального строения с хорошо развитой графической зоной, залегающее в кварцитах и кварцитовидных песчаниках бурлюкской свиты протерозоя в месте резкого погружения шарнира Кукуртской антиклинали. Данная пегматитовая жила является самым высокогорным из известных месторождений турмалина в мире.

Турмалины ювелирного и коллекционного качества из жилы “Мика” характеризуются большим разнообразием составов. Исследованные в работе образцы представлены шерлами, эльбаитами и промежуточными разностями с преобладанием эльбаитового, лиддикоатитового, оленитового и тсилазитового миналов. Именно такое разнообразие составов и обуславливает их широкую цветовую гамму и многократную смену окраски даже в пределах одного кристалла. Вариации составов находят свое отражение в ИК-спектрах и термических анализах турмалинов. Наиболее ценные ювелирные турмалины жилы имеют своеобразный состав и относятся к эльбаит-шерловому изоморфному ряду с примесями лиддикоатитовой, тсилазитовой и оленитовой компонент. В процессе роста кристаллов происходило изменение их окраски (полихромные кристаллы), обусловленное изменениями химизма среды

Литература

1. Волошин А. В. Термические исследования турмалинов из пегматитов // Конституция и свойства минералов, вып. 7, Киев, 1977.
2. Загорский В. Е., Перетяжко И. С. Месторождения турмалина России и Таджикистана // Геология и геофизика. – 1996. – т. 37. - № 10. – С. 36-50.
3. Золотарев А. А. Ювелирный и коллекционный турмалин с Памира // Зап. ВМО. – 1996. - № 4. – С. 32-47.
4. Золотарев А. А. Кристаллохимические формулы и определение видовой принадлежности турмалина // Зап. ВМО. – 2006. 2. 135 - № 5. – С. 1-11.
5. Киевленко Е.Я. Геология самоцветов. - М., изд. Земля, 2000. - 582 с.
6. Коноваленко С. И. Минералогия ювелирного турмалина миароловых пегматитов юго-западного Памира// Геммология: сборник статей. Томск: ФГУ “Томский ЦНТИ” – 2004. – С. 74-81.
7. Скригитиль А. М. Цветные турмалины месторождения Мика // Минералогия Таджикистана. Душанбе: Дониш. - 1989. – Вып. 8. – С. 47-62.