

DOI 10.31343/1029-7812-2019-16-1-214-226

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ТУРМАЛИНЕ МУРЗИНСКИХ САМОЦВЕТНЫХ КОПЕЙ, СРЕДНИЙ УРАЛ

Т.А. Гвозденко, Е.И. Герасимова, И.А. Бакшеев

Мурзинские самоцветные копи насчитывают около 250 объектов, расположенных в пределах одноименного гранитного массива, находящегося в 100 км к северу от г. Екатеринбурга. Среди более 160 минералов, отмеченных в этих копиях, особое место занимают самоцветы, находки которых упоминаются с XVII века (аметист, топаз, турмалин, аквамарин и др.). Минералы надгруппы турмалина представлены эльбаитом, шерлом, увитом, дравитом, оленитом, фойтитом и россманитом. Проведено комплексное исследование образцов турмалинов из копей Министерская, Мокруша, копи Мора, Буженинов Бор, Желтые Ямы, Липовка и Казенница. В копи Буженинов Бор установлен дравит, нехарактерный минерал для гранитных пегматитов. С помощью спектроскопии комбинационного рассеивания света в образце шерла из копи Казенница выявлено наличие Fe^{3+} . Определен химический состав турмалинов с помощью электронного микрозондового анализа.

Ключевые слова: турмалин, Мурзинские самоцветные копи, Мурзинский гранитный массив, Средний Урал.

Введение

Надгруппа турмалина объединяет минеральные виды, обладающие сложным, многокомпонентным химическим составом. Химическая формула в общем виде на основании последних данных может быть выражена следующим образом: $\text{XY}_3\text{Z}_6(\text{T}_6\text{O}_{18})(\text{BO}_3)_3\text{V}_3\text{W}$, где $\text{X} = \text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Ca}^{2+}$ и вакансия; $\text{Y} = \text{Li}^+, \text{Fe}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Fe}^{3+}$ и Cr^{3+} ; $\text{Z} = \text{Mg}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Fe}^{3+}$ и Cr^{3+} ; $\text{T} = \text{Si}^{4+}, \text{Al}^{3+}$ и B^{3+} ; $\text{B} = \text{B}^{3+}$; $\text{V} = \text{OH}^-$ и O^{2-} ; $\text{W} = \text{OH}^-, \text{F}^-$ и O^{2-} (Henry et al. 2011). В настоящее время в надгруппу турмалина включены 33 минеральных вида, отличающиеся по химическому составу (Henry et al. 2018). В литературе минеральные виды надгруппы турмалина часто именуют просто турмалином. Яркие разноцветные турмалины (розовые, синие, зеленые, желтые, оранжевые, коричневые) используются в качестве ювелирных камней (чаще всего эльбаит, лиддикоатит, реже увит и дравит).

Образование минералов надгруппы турмалина связано с широким диапазоном условий формирования: от магматических и высокоградных метаморфических до гидротермальных и низкотемпературных. Месторождения турмалина чаще всего встречаются в пегматитах и известны в Бразилии, США, России, Афганистане, Мадагаскаре, Намибии, Мозамбике, Кении и др. В России минеральные виды надгруппы турмалина встречаются на Урале (Липовка, Шайтанка, Мурзинка, Сарапулка и др.), в Забайкалье (Шерловая гора, Малханский хребет, Борщовочный кряж, Сааватеевское месторождение),

на Кольском полуострове (Вороньи Тундры) и в Карелии.

Первые упоминания о турмалинах на Среднем Урале относятся к XVII в. (*сокращения авторов*): «<...> так, в 1668 г. Д. Тумашев говорил о красном шерле (?) и аметисте по р. Нейве у Мурзинского острога, однако точные исторические сведения относятся лишь к 1787-1789 гг. <...> Хронология открытия отдельных месторождений окрашенных турмалинов следующая: 1787 – Сарапулка, 1810-1815 – Шайтанка, копи Мора, 1889-1900 – с. Липовское <...>» (Ферсман 1962. С. 99). В настоящее время, большинство из перечисленных месторождений и проявлений на Среднем Урале не отрабатываются, находки кристаллов в них крайне редки.

В статье представлены результаты комплексных исследований образцов надгруппы турмалина из Мурзинских самоцветных копей: Министерская, Мокруша, копи Мора, Буженинов Бор, Желтые Ямы, Липовка и Казенница с помощью современных аналитических методов исследования: инфракрасной спектроскопии (ИК), спектроскопии комбинационного рассеивания света (КР) и электронного микрозондового анализа.

Часть образцов для исследования предоставлена фондами Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН (9 образцов), часть – из частной коллекции (11 образцов).

Геологическое строение района

Мурзинский гранитный массив расположен в 100 км к северу от г. Екатеринбурга и протягивается примерно на 100 км в субмеридиональном направлении при мощности порядка 10 км. По геохимическим данным массив сложен двумя гранитными комплексами – ватихским (западная часть) и мурзинским (восточная часть). Изотопный возраст обоих комплексов, установленный $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ методом по циркону и Rb-Sr – по породе, 254 ± 5 млн лет (Montero et al. 2000). В подошве массива располагаются жилы гранитных пегматитов, залегающих в пара- и ортогнейсах (мурзинско-адуйский метаморфический комплекс). Именно эти пегматиты относят к всемирно известной Самоцветной полосе Урала. В надкровлевой части залегают редкометалльные пегматиты, прорывающие вулканогенно-осадочные и осадочные породы силуро-девонского возраста (Ферштатер и др. 2018). Турмалиновая минерализация в основном встречается в самоцветных пегматитах подошвы массива.

Гранитные пегматиты *Липовского поля* не являются частью Мурзинского гранитного массива, но относятся к Мурзинским самоцветным копиям. Липовское месторождение располагается в брахисинклинали между Мурзинским, Адуйским и Соколовским

массивами. Пегматиты с цветным турмалином залегают в серпентинитах. Шерл, дравит, оленит и россманиит встречаются в пегматитах, секущих гнейсы, гранитоиды и серпентиниты (Пеков и др. 2008).

Копь Мокруша – одна из самых крупных Мурзинских самоцветных копей – длина по простиранию около 500 м, ширина от 60-70 м в северной части до 150 м в средней. Несмотря на то, что свою известность она получила благодаря другому самоцвету – топазу, здесь встречается и турмалин. В пегматите Мокруши преобладает шерл, менее развиты эльбаит, оленит и турмалин с дефицитом Na (близкий к фойтиту). Шерл развит во всех зонах пегматита, а также в друзовых полостях, разноцветный эльбаит – только в полостях. Полихромные турмалины встречены в парагенезисе с альбитом, топазом, литиевыми слюдами и полихромным апатитом. Оленит и фойтит выделены при анализе эльбаита и сине-черного шерла (Попов и др. 1999, Канонеров и др. 2000).

Копь Казенница является частью участка Старцева Яма, объединяющего серию гранит-пегматитовых тел северо – северо-западного простирания. Гранитные пегматиты локализованы в биотитовых гранито-гнейсах и порфиоровидных гранитах. Копь представляет собой плитообразное тело с редкими флексуроподобными изгибами, протяженностью до 150 м при средней мощности в 1-2 м. Основным самоцветом при разработке был аквамарин, среди минералов надгруппы турмалина исследователями отмечены: шерл, эльбаит и фойтит (Таланцев 1988, Канонеров и др. 2000).

К копиям *Буженинова Бора* относятся 10 пегматитовых жил, залегающих в серпентинитах. Копи наиболее известны своими коллекционными штуфами. Здесь встречались крупные кристаллы шерла (Таланцев 1988).

Копь Министерская относится к самоцветным копиям Сарапулки. Пегматитовые жилы простираются на 100 м в длину при мощности 3-5 м, залегая в серпентинитах. Турмалиновая минерализация приурочена к верхней жиле, состоящей преимущественно из полевого шпата и кварца, образующих письменный гранит. Свою известность копь Министерская получила благодаря розовым и красным турмалинам, про которые А.Е. Ферсман писал (*сокращения авторов*): «<...> светло-розовые до кармино-красного цвета турмалины этого месторождения (*Сарапулки, прим. авторов*) заслужили мировую славу как по глубине и однородности тона, так и по величине довольно чистых кристаллов (до 1 дюйма длиной) <...>» (Ферсман 1962. С.101).

Копи Мора и Желтые Ямы объединяют несколько жил гранитных пегматитов, известных как копи Шайтанки. Жилы залегают в оталько-

ванных серпентинитах. Эльбаит-лепидолитовая минерализация развита в основном в верхних частях жил. Шерл, кристаллы цветного эльбаита (рубеллит, верделит и полихромный турмалин) отмечены в полостях (Киевленко 2000). А.Е. Ферсман, посетивший копи Мора отмечает (*сокращения авторов*): «<...> пегматитовая жила с каолинизированным полевым шпатом проходит в свите змеевиков и, таким образом, обогащение ее полихромными цветными турмалинами должно быть связано именно с процессами контактового характера. В сильно выветрелом пегматите и особенно в красочных продуктах его разрушения встречались большие кристаллы турмалина малинового, черного, зеленого и бурого, с красивым полихромным изменением по длинной оси. Изредка длина их достигала 5-8 см, но чаще турмалин образовывал лишь сеть мельчайших иголок <...>» (Ферсман 1962. С.353).

Описание образцов

Авторами были изучены 20 образцов минералов надгруппы турмалина из Мурзинских самоцветных копей: Министерская (5 обр.), Копи Мора (1 обр.), Буженинов Бор (1 обр.), Желтые Ямы (1 обр.), Мокруша (1 обр.), Казенница (2 обр.) и Липовка (9 обр.).

Образцы цветных турмалинов (розовые, желтые, зеленые и полихромные разновидности) представлены в основном обломками кристаллов до 1-2 см в длину, зачастую сильно растворенными (рис. 1). Встречаются радиально-лучистые агрегаты, образованные кристаллами турмалинов. Полихромные турмалины характеризуются зональностью окраски как в поперечном, так и в продольном направлении. Среди образцов турмалинов из Липовского месторождения встречаются полихромные кристаллы с темной головкой.

Черные и темно-коричневые образцы турмалинов образуют длиннопризматические кристаллы до 10 см в длину, а также короткостолбчатые и тонкоигольчатые кристаллы до 3 см в длину (рис. 2). Кроме того отмечаются неправильные зерна в сростании с полевыми шпатами, кварцем и мусковитом.

Микроскопическое изучение образцов турмалинов выявило многочисленные внутренние особенности: минеральные и флюидные включения, хаотично расположенные в кристаллах, а также полые и заполненные флюидом каналы, параллельные оси с кристаллов, что свидетельствует об их первичности (рис. 3).

Методы исследования

Макроскопические и микроскопические исследования выполнены в геммолого-минералогической лаборатории ГГМ РАН, последние –



Рис. 1. Эльбаит. Липовка. ГГМ РАН. Инв. МН-33812. Фото Т.А. Гвозденко

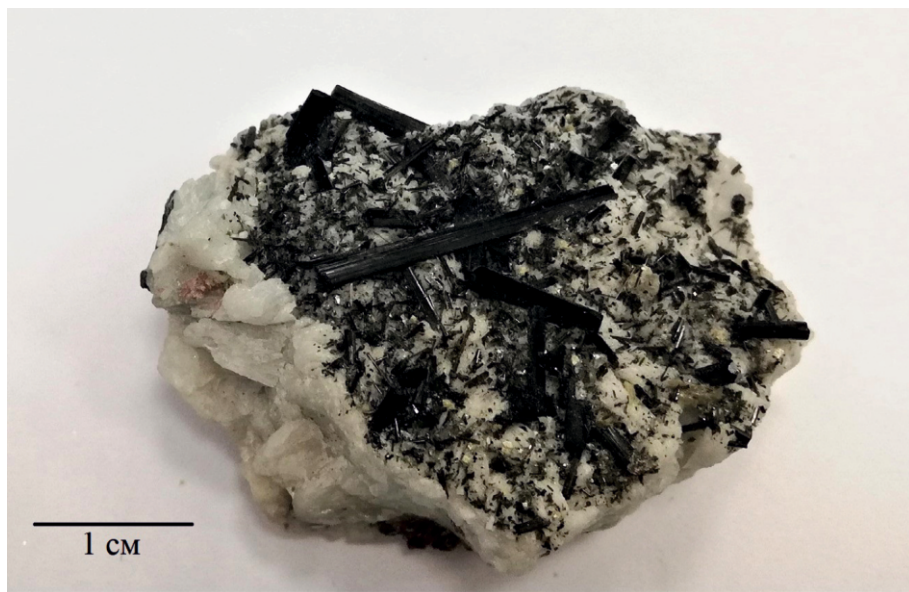


Рис. 2. Шерл. Копь Казенница. Обр. 5. Фото Т.А. Гвозденко

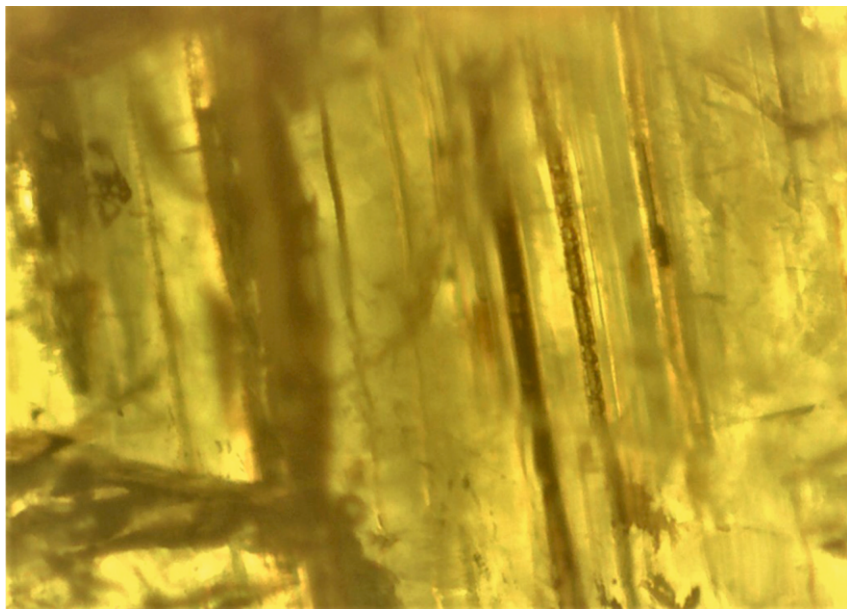


Рис. 3. Каналы с флюидом в олените. Копь Мокруша. ГГМ РАН. Инв. МН-62148. Увел. 50х Фото Т.А. Гвозденко

с помощью оптического микроскопа GM-168 (Motic, Гонконг), снабженного цифровой камерой и компьютером.

Изучение химического состава образцов турмалинов проводилось в лаборатории локальных методов исследования вещества кафедры петрологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-6480LV (Jeol Ltd., Япония) с вольфрамовым термоэмиссионным катодом, оснащенного измерителем тока электронного зонда и энергодисперсионным спектрометром X-MaxN-50 (OxfordInstruments Ltd., Великобритания) со сверхтонким окном детектора и площадью активной зоны кристалла 50 мм^2 (аналитик Е.В. Гусева). Условия съемки: ускоряющее напряжение 20 кВ, ток зонда на образце 10 нА. В качестве стандартных образцов использовались пироксены.

Определение химического состава части образцов турмалинов проводилось в лаборатории методов исследования и анализа веществ и материалов ГЕОХИ РАН при помощи электронного микрозонда Camebax SX100 (Cameca, Франция, аналитик Н.Н. Конюкова). Условия съемки: ускоряющее напряжение 15 кВ, ток зонда на образце 35 нА. В качестве стандартов использовались: жадеит (Na, Al), Са-пироксен (Si, Mg, Ca), Fe-пироксен (Fe), родонит (Mn),

рутил (Ti). Перед проведением электронно-зондовых исследований поверхность образцов была покрыта углеродной пленкой толщиной около 25 нм в вакуумном испарителе.

Спектроскопические исследования (КР, ИК) проводились на кафедре минералогии МГУ им. М.В. Ломоносова. ИК спектры получены с помощью ИК Фурье-спектрометра ФСМ-1201 (АО ЛОИП, Россия) при следующих параметрах съемки: диапазон – 400-4000 см⁻¹; спектральное разрешение – 4.0 см⁻¹; накопление – 10. Исследуемые образцы растирались с вазелиновым маслом, съемка осуществлялась на пластине KBr.

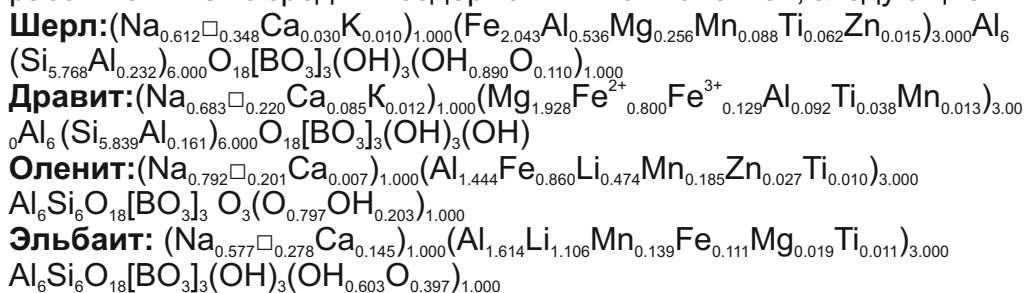
КР спектры получены на неориентированном образце с помощью рамановского микроскопа Enspectr R532 (Спектр-М, Россия). Длина волны возбуждающей линии – 532 нм. Съемка спектров проводилась в диапазоне 100-4000 см⁻¹ при спектральном разрешении около 6 см⁻¹. Выходная мощность лазерного излучения составляла 30-50 мВт. Спектры получены при экспозиции 1000 с и накоплении 20-30.

Эмпирические формулы турмалинов рассчитывались на 15 катионов для шерла, дравита и на 6 атомов Si для эльбаита и оленита (Henry et al. 2011). Расчет OH⁻, O²⁻ проводился исходя из баланса зарядов. Расчет Li⁺ проводился как 3 – (Fe_{общ.} + Li⁺ + Mg²⁺ + Mn²⁺ + Al³⁺). Вакансия рассчитывалась как 1 – (Na⁺, K⁺, Ca²⁺), H₂O – по стехиометрии.

Результаты исследований

По данным электронно-зондовых анализов изученные образцы турмалинов относятся к эльбаиту (Липовка), шерлу (Министерская, Казенница, копи Мора, Желтые Ямы и Липовка), олениту (Мокруша, Липовка, Министерская) и дравиту (Буженинов Бор). Результаты представительных химических анализов приведены в Таблице 1.

Эмпирические формулы турмалинов из изученных копей, рассчитанные по средним содержаниям компонентов, следующие:



Химический состав полихромных кристаллов турмалина из гранитных пегматитов Липовки изучен более подробно. В так

Таблица 1

Химический состав турмалинов из гранитных пегматитов Мурзинских самоцветных копей (мас.%)

№ образца	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип	Э	Э	Э	Д	Ш	Ш	О	О	Э	Ш
SiO ₂	37.23	37.39	37.33	36.31	34.32	35.67	38.20	37.85	38.12	35.28
Al ₂ O ₃	38.09	40.17	41.48	32.64	34.92	33.76	39.84	39.65	40.59	37.68
TiO ₂	0.20	0.05	0.03	0.30	0.35	0.52	0.07	0.01	0.06	0.50
FeO	1.31	0.65	0.28	7.11	15.96	10.56	6.85	3.90	1.6	10.33
MnO	2.64	0.75	0.26	0.09	0.29	0.13	1.04	0.95	0.44	0.98
MgO	0.02	0.11	0.04	8.09	0.61	5.06	нпо	1.17	0.29	1.16
CaO	0.65	0.39	0.38	0.50	0.31	0.39	нпо	0.06	0.72	0.09
Na ₂ O	2.12	1.88	1.63	2.25	2.05	2.16	3.01	1.53	1.86	1.89
K ₂ O	–	–	–	0.05	0.06	0.07	нпо	нпо	–	0.04
ZnO	–	–	–	нпо	0.24	нпо	0.22	нпо	–	0.24
Li ₂ O _{рас.}	1.85	1.88	1.63	–	–	–	–	1.05	1.78	–
H ₂ O	2.58	2.77	3.16	3.85	3.54	3.68	3.09	3.56	3.59	3.08
Сумма	86.69	86.04	86.22	91.19	92.65	92.00	92.32	89.73	89.05	91.27
<i>Формульные коэффициенты, рассчитанные на 15 катионов (шерл, дравит) и 6 атомов Si (эльбаит, оленит)</i>										
Na	0.662	0.585	0.508	0.703	0.659	0.680	0.917	0.470	0.568	0.601
Ca	0.112	0.067	0.065	0.086	0.055	0.068	нпо	0.010	0.121	0.016
K	–	–	–	0.010	0.013	0.015	–	–	–	0.008
□	0.225	0.348	0.427	0.200	0.273	0.237	0.083	0.520	0.311	0.375
Σ _х	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Al ^{VI}	1.235	1.598	1.858	0.050	0.521	0.258	1.375	1.408	1.530	1.072
Fe _{общ.}	0.177	0.087	0.038	0.958	2.214	1.435	0.900	0.517	0.211	1.417
Mn ²⁺	0.360	0.102	0.035	0.012	0.041	0.018	0.138	0.128	0.059	0.136
Mg	0.005	0.026	0.010	1.944	0.151	1.226	–	0.277	0.068	0.284
Zn	–	–	–	–	0.029	–	0.026	–	–	0.029
Ti	0.024	0.006	0.004	0.036	0.044	0.064	0.008	0.001	0.007	0.062
Li _{рас.}	1.199	1.181	1.056	–	–	–	0.553	0.670	1.126	–
Σ _у	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Al ^{VI}	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Σ _z	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Si	6.000	6.000	6.000	5.851	5.693	5.795	6.000	6.000	6.000	5.787
Al ^{IV}	–	–	–	0.149	0.307	0.205	–	–	–	0.213
Σ _{тетр.}	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
OH _v	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
OH _w	1.000	0.852	0.552	0.859	0.916	0.989	0.244	0.769	0.771	0.376
OW	–	0.148	0.448	0.141	0.084	0.011	0.756	0.231	0.229	0.624
Σ _w	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Примечание к Таблице 1 см на следующей странице

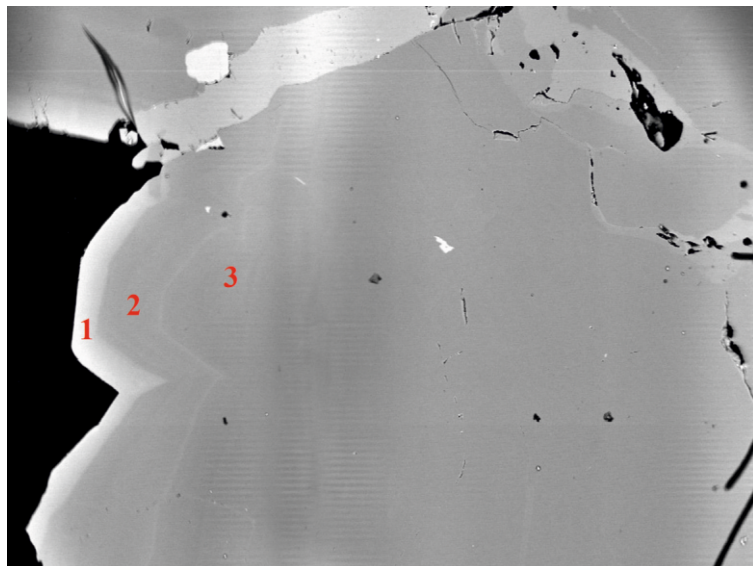


Рис. 4. «Арбузный» эльбаит с поперечной зональностью. Липовка. ГГМ РАН. Инв. МН-33627: 1 – зеленая кайма, 2 – желтая зона, 3 – розовое ядро. Фото в отраженных электронах. Фото Т.А. Гвозденко

называемых «арбузных» турмалинах (эльбаит) со сменой цветов от темно-зеленой каймы к желтой промежуточной зоне и далее к розовому ядру отмечается снижение содержания Fe 0.1770.0870.038, Mn 0.3600.1020.035, Ca 0.1120.0670.065, Na 0.6620.5850.508 и Ti 0.0240.0060.004 (указаны значения формульных коэффициентов, обр. МН-33627) (рис. 4). Результаты химического анализа полихромного кристалла турмалина с черной головкой (обр. МН-33919) показали, что черная часть кристалла сложена обогащенным железом оленитом, а не шерлом, как это может показаться при макроскопическом изучении образца, зеленая часть соответствует эльбаиту.

Примечание к Таблице 1: 1-3 полихромный кристалл эльбаита. Липовка. ГГМ РАН. Инв. МН-33627: 1 – зеленая кайма, 2 – желтая промежуточная зона, 3 – розовое ядро; 4 – дравит, копь Буженинов Бор. Обр.64.2; 5 – шерл, копь Казенница. Обр.5; 6 – шерл, копь Министерская. Обр.43; 7 – оленит, копь Мокруша. ГМ РАН. Инв. МН-62148; 8-9 полихромный кристалл оленита-эльбаита с черной головкой, Липовка. ГГМ РАН. Инв. МН-33919: 8 – черная головка, оленит, 9 – эльбаит; 10 – шерл, копь Желтые Ямы. Обр.12.
нпо – ниже предела обнаружения, «–» – содержание не определялось.

На ИК спектрах образцов шерлов из копей Министерская, Казенница, Копи Мора, Желтые Ямы и Липовка присутствуют диагностические полосы поглощения в следующих интервалах: 3635-3630 см^{-1} (валентные колебания внутренней гидроксильной группы – OH1), 3557-3546 см^{-1} (валентные колебания внешней гидроксильной группы – OH3) и 3485-3484 см^{-1} (OH3). В ИК спектре турмалина из копи Буженинов Бор присутствует слабая полоса поглощения 3640 см^{-1} (OH1) и широкая полоса 3569 см^{-1} (OH3), позволяющие отнести этот образец к дравиту (Fantini et al. 2014). Основные полосы поглощения, отвечающие валентным колебаниям гидроксильной группы в ИК спектрах эльбаита, сдвинуты в более высокочастотную область по сравнению с аналогичными полосами поглощения в ИК спектрах шерла: 3649 см^{-1} (OH1), 3582 см^{-1} (OH3), что связывают с более короткими связями O-H1 и O-H3 в эльбаите. Напротив, полоса поглощения 3452 см^{-1} (OH3) сдвинута в более низкочастотную область, что в свою очередь объясняется большей чувствительностью этой полосы к водородной связи (Castañeda et al. 2000) (рис. 5).

Результаты КР спектроскопии согласуются с данными, полученными с помощью ИК спектроскопии. Так, в КР спектре дравита из копи Буженинов Бор явно различим дублет с максимумами в 239 и 214 см^{-1} , характерный для Mg-содержащих турмалинов (Watenphul et al. 2016). В высокочастотной области этого же спектра отмечены следующие полосы, соответствующие валентным колебаниям OH в КР спектре дравита: 3742 см^{-1} (OH1), 3640 см^{-1} (OH1), 3570 см^{-1} (OH3). Из других особенностей изученных спектров можно выделить КР спектр образца турмалина из копи Казенница, где присутствует полоса с максимумом в 313 см^{-1} , указывающая на наличие Fe^{3+} (рис. 6). Эльбаит не изучался с помощью метода КР спектроскопии.

Заключение

Широкая распространенность минералов надгруппы турмалина и вариативность их химического состава позволяет использовать их в качестве типоморфных. Несмотря на большое количество работ, посвященных Мурзинским самоцветным копиям, комплексного изучения турмалинов из рассмотренных копей не проводилось.

Авторами были изучены 20 образцов турмалинов из Мурзинских самоцветных копей, из которых 9 образцов соответствуют шерлу (Министерская, Казенница, Копи Мора, Желтые Ямы, Липовка), 5 образцов – олениту (Мокруша, Липовка, Министерская), 1 образец – дравиту (Буженинов Бор) и 5 образцов – эльбаиту (Липовка), в том числе 3 полихромных образца с продольной и поперечной

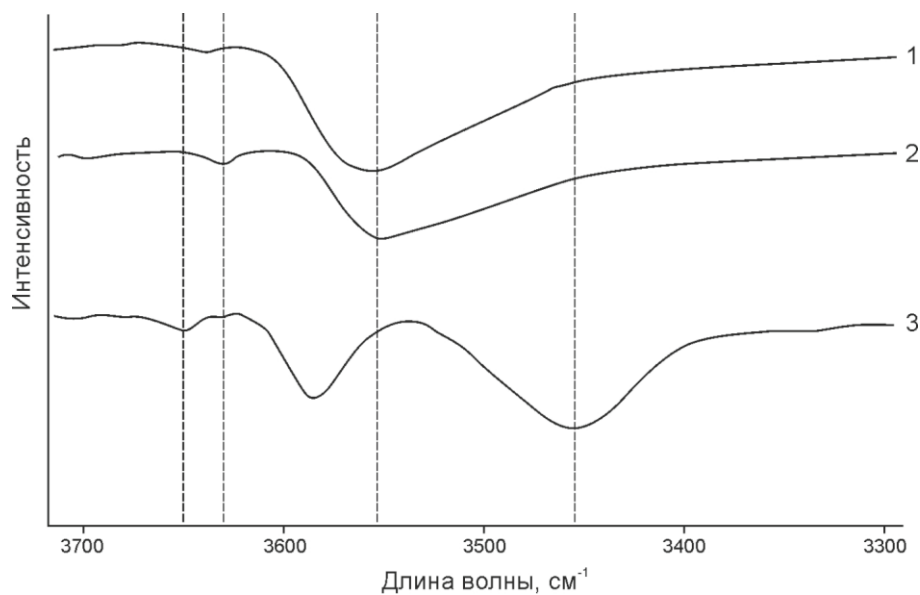


Рис. 5. ИК спектры образцов турмалинов:
1 – дравит, копь Буженинов Бор. Обр. 64.2; 2 – шерл, копь Министерская. Обр. 48; 3 – эльбаит, Липовка. ГГМ РАН. Инв. МН-33793

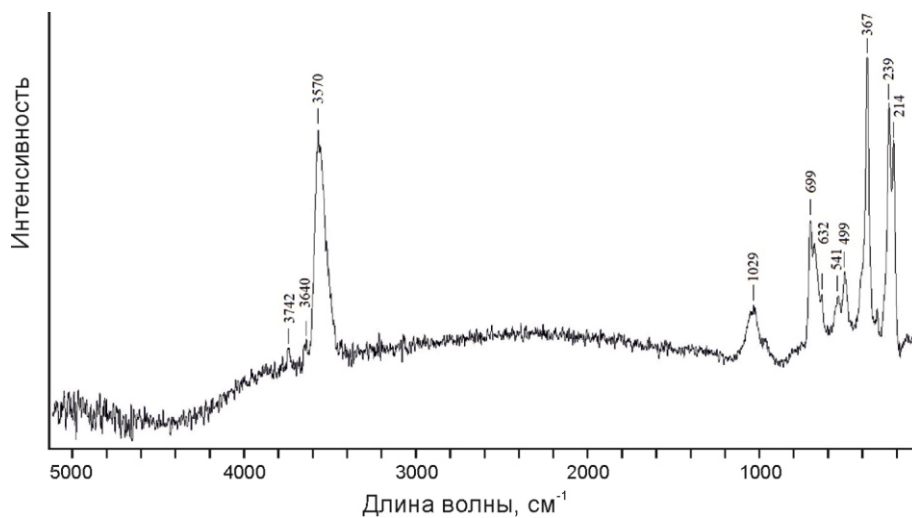


Рис. 6. КР спектр дравита. Копь Буженинов Бор. Обр. 64.2

зональностью. Полученные результаты согласуются с литературными данными, за исключением дравита, установленного в копи Буженинов Бор, что вероятнее всего указывает на контаминацию пегматитов материалом вмещающих пород – серпентинитов. Наличие Fe^{3+} в образце шерла из копи Казенница говорит о более высоком окислительном потенциале при формировании турмалинов в этой копи по сравнению с остальными. Полихромные кристаллы эльбаита отличаются различными типами зональности – продольной и поперечной с заметными изменениями в химическом составе зон.

Нередко макроскопическое определение турмалинов оказывается неверным, что приводит к дальнейшим ошибкам, например, при паспортизации образцов в фондах музеев. Полученные результаты показали необходимость применения аналитических методов исследования для корректного определения минералов надгруппы турмалина и, как правило, нескольких.

Литература

Канонеров А.А., Чудинова Н.Д. Мурзинские самоцветные копи (путеводитель и кадастр минералов). Изд. 2-е: Уральская летняя минералогическая школа. Ект.: Изд. УГГГА, 2000. 41 с.

Киевченко Е.Я. Геология Самоцветов. М.: изд. Земля, ассоциация ЭКОСТ. 2000. 582 с.

Пеков И.В., Меметова Л.Р. Минералы гранитных пегматитов Липовки, Средний Урал // Минералогический альманах. 2008, №13. С.7-44

Попов В.А., Попова В.И. Копь Мокруша: очерк истории освоения и минералогия. Миасс: ИМин УрО РАН. 1999. 71 с.

Таланцев А.С. Камерные пегматиты Урала. М.: Наука. 1988. 144 с.

Ферсман А.Е. Избранные труды. Т.VII Драгоценные и цветные камни СССР. М.: изд. АН СССР, 1962. 692 с.

Ферштатер Г.Б., Бородин Н.С. Мурзинский массив на Среднем Урале как пример межформационного гранитного плутона: магматические источники, геохимическая зональность, особенности формирования // Литосфера. 2018, №18(5). С. 672-691

Castañeda C., Oliveira E.F., Gomes N., et al. Infrared study of OH sites in tourmaline from elbaite-schorl series // American Mineralogist. 2000, Vol. 85. P. 1503-1507

Fantini C., Tavares M.C., Krambrock K., et al. Raman and infrared study of hydroxyl sites in natural uvite, fluor-uvite, magnesio-foitite, dravite and elbaite tourmalines // Phys Chem Minerals. 2014, №41. P. 247-254

Henry D.J., Dutrow B.L. Tourmaline studies through time: contributions to scientific advancements // Journal of Geosciences. 2018, №2, Vol. 63. P. 77-98

Henry D.J., Novák M., Hawthorne F.C., et al. Nomenclature of the tourmaline-supergroup minerals // American Mineralogist. 2011, Vol. 96. P. 895-913

Montero P., Bea F., Gerdes A., et al. Single-zircon evaporation ages and Rb-Sr dating of four major Variscan batholiths of the Urals. A perspective on the timing of deformation and granite generation // Tectonophysics. 2000, №317. P. 93-108.

Watenphul A., Schlüter J., Bosi F., et al. Influence of the octahedral cationic-site occupancies on the framework vibrations of Li-free tourmalines, with implications for

estimating temperature and oxygen fugacity in host rocks // *American Mineralogist*. 2016, Vol. 101, P. 2554-2563

**NEW DATA ON TOURMALINE OF MURZINKA GEMSTONE DISTRICT,
CENTRAL URALS**

T.A. Gvozdenko, Vernadsky State Geological Museum RAS, Moscow, Russia;

t.gvozdenko@sgm.ru

E.I. Gerasimova, Vernadsky State Geological Museum RAS, Moscow, Russia;

gem@sgm.ru

I.A. Baksheev, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia;

baksheev@geol.msu.ru

The Murzinka gemstone district comprises more than 250 mines located within the same granite massif name 100 km to the north of Ekaterinburg. Among 160 minerals of these mines, there are gemstones which have been known since XVII century (amethyst, topaz, tourmaline, aquamarine etc.). The tourmaline-supergrout minerals are represented by elbaite, schorl, uvite, dravite, olenite, foitite and rossmanite. We studied tourmaline samples from the Ministerskaya, Mokrusha, kopi Mora, Buzheninov Bor, Zheltye Yamy, Lipovka and Kazenitsa mines. The dravite, not typical for granite pegmatites, was detected in the Buzheninov Bor mine. Ferric iron has been detected in schorl from the Kazenitsa mine using Raman spectroscopy. Chemical composition of tourmalines has been defined by electron microprobe analysis.

Key words: tourmaline, Murzinka gemstone district, Murzinka granite massif, Central Urals.