

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»
Томское отделение Российского минералогического общества
Кафедра минералогии и геохимии

ГЕММОЛОГИЯ

Материалы V научной конференции

Томск, 17-19 ноября 2011 года



Томск
2011

УДК 549
ББК 26.303
Г33

Г33 Геммология: Сборник статей. Томск: Томский ЦНТИ 2011. – 92 с.

ISBN 978-5-89702-301-1

В сборнике представлены материалы, собранные к юбилейной пятой по счету Геммологической конференции. Они касаются самых разных сторон геммологии, отражая широкий спектр подходов к решению насущных проблем данного направления науки в нашей стране.

Для специалистов в области геммологии, минералогии и любителей прекрасного мира камня.

Редакторы сборника:

С.И. Коноваленко (отв. редактор), А.А. Баёва, Л.А. Зырянова.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Очередной геммологический сборник выходит накануне проведения пятой по счету и следовательно в какой-то мере юбилейной Геммологической конференции Томского государственного университета, получившего не так давно почетный и ко многому обязующий статус национального исследовательского. Это подразумевает в первую очередь существенную активизацию всей научно-исследовательской деятельности сотрудников и студентов ВУЗа. Среди многих приоритетных и бурно развивающихся направлений исследования геолого-географического факультета ТГУ геммология давно и прочно заняла одну из ведущих позиций. Более 10 лет идет постоянно совершенствующаяся подготовка специалистов соответствующего направления, расширяются и укрепляются контакты с потенциальными и реальными потребителями выпускников, налажен процесс повышения квалификации работников производственных организаций и одновременно во все увеличивающихся объемах развиваются научные исследования в самых разных направлениях общей, прикладной и практической геммологии. Своим важнейшим достижением сотрудниками кафедры минералогии и геохимии ТГУ, занимающиеся в области геммологии, считают творческое объединение усилий всех специалистов заинтересованных в развитии нашей науки. Думается, что этому будет способствовать и очередная V конференция, материалы которой собраны в данном сборнике.

Редакционная коллегия

СОДЕРЖАНИЕ

Морфологические и гранулометрические особенности ювелирной шпинели месторождения Горон (Юго-Западный Памир) <i>Ананьев С.А., Коноваленко С.И.</i>	5
Использование фианита в ювелирной промышленности и его геммологические особенности (по материалам геологического музея им. А.А. Чернова) <i>Астахова И.С., Исаенко С.И.</i>	10
Графические сростания в редкометальных пегматитах Монгольского Алтая <i>Байва А.А., Бухарова О.В., М.А. Мишенина</i>	15
Хромдиопсид месторождения Инагли <i>Гадиятов В.Г.</i>	19
Блеск, изящество, богатство содержания и судьбы частных коллекций поделочных и драгоценных камней некоторых знаменитых людей России <i>Индукеев Ю.В.</i>	24
Типоморфизм минералов корундсодержащих кальцифиров месторождения Ормизан (Киргизия) <i>Камкичева О.Н., Бухарова О.В.</i>	30
Природа окраски борных минералов Дальнегорского боросиликатного месторождения <i>Карась О.А., Пахомова В.А.</i>	35
Сравнительная топоминералогия гранитных пегматитов щелочного и нормального ряда Западной Монголии <i>Коноваленко С.И.</i>	39
Коллекционный рай Дальнегорской группы месторождений (Приморье) <i>Коноваленко С.И., Зырянова Л.А., Свешникова В.Л.</i>	46
Ионная имплантация алмаза <i>Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Николаев А.Г., Нурждин В.И.</i>	53
Развитие геммологии на Дальнем Востоке России: проблемы и перспективы развития <i>Пахомова В.А., Тишкина В.Б., Соляник В.А.</i>	58
Систематизация минеральных видов Кыргызстана <i>Попов В.М.</i>	65
Кристаллы кварца и горное давление <i>Смоленцев О.А.</i>	77
Топазы месторождения Забытое (Приморский край): геммология, минеральные ассоциации и физико-химические условия образования <i>Федосеев Д.Г., Пахомова В.А., Буравлёва С.Ю., Тишкина В.Б., Соляник В.А.</i>	78
Камнесамоцветная минерализация Верхне-Шибановского месторождения <i>Шабанова Ю.А., Пахомова В.А.</i>	86

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЮВЕЛИРНОЙ ШПИНЕЛИ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ГОРОН (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ ПАМИР)

С.А. Ананьев¹, С.И. Коноваленко²

¹Институт горного дела, геологии и геотехнологий, СФУ, г. Красноярск
sananiev@mail.ru

²Томский государственный университет, г. Томск
konov@ggf.ru

Летом 1989 г. авторами данной публикации в верховьях долины р. Горон, находящейся в пределах Шахдаринского хребта Юго-Западного Памира, было обнаружено новое проявление благородной шпинели. На тот момент в данном районе это было второе, после знаменитого месторождения Кухилал, местонахождение ювелирной шпинели [2].

Месторождение Горон приурочено к верхней части архейских пород горанской серии, лежащей в основании Ваханской кристаллической толщи. Эти породы в районе проявления представлены сильномигматизированными светло-серыми биотитовыми гнейсами с мощными и протяженными пластами кальцит-доломитовых, доломитовых и доломит-магнезитовых мраморов. В мраморах повсеместно наблюдаются участки и зоны магнезиальных скарнов шпинель-форстеритового, флогопитового и энстатитового составов. Скарны подвержены наложенным процессам оталькования и серпентинизации, причем ювелирная шпинель связана с зонами вторичного изменения только шпинель-форстеритовой их разновидности, где она концентрируется в гнездах и прожилках (до 0,2x1 м) практически биминеральных шпинель-хлоритовых пород.

Шпинель представлена идиоморфными кристаллами розово-фиолетового цвета ювелирного качества, которые достаточно равномерно распределены в агрегате среднечешуйчатого серо-зеленого хлорита. По объему в породе хлорит несколько преобладает над шпинелью, однако по весу шпинель составляет в них 52-54%, а хлорит 45-47%. На остальные минералы в среднем приходится 1%. Наиболее часто встречается оранжевый титанкиногумит (3,35 мас.% TiO₂) в виде крупных (до 5 см) сильнотрещиноватых желваков. Значительно реже наблюдается черный ильменит в виде мелких (до 1 мм) толстотаблитчатых кристаллов. В ряде гнезд отмечена более поздняя по времени формирования ассоциация низкотемпературных гидротермальных минералов, включающая в себя арагонит, гидроталькит, манассеит, образующих отдельные мелкие кристаллы и друзочки. Манассеит встречается иногда в виде бесцветных кайм замещения по краям чешуек хлорита. На контакте со шпинель-хлоритовыми гнездами скарны настолько сильно серпентинизированы, что нередко переходят в массивный серпентинит черно-зеленого цвета. Отдельные слабо переработанные желваки серпентинитов (до 10 см в диаметре) обнаруживаются и внутри шпинель-хлоритовых гнезд.

Размер кристаллов шпинели меняется от 3 до 20 мм. Они обладают идеальной прозрачностью. По составу шпинель отвечает почти чистой магниальной разновидности с небольшой примесью герцинитового минала (4,5-5,0% FeAl_2O_3). Данные оптической и мессбауэровской спектроскопии свидетельствуют о том, что розово-фиолетовая окраска обусловлена ведущей ролью ионов Fe^{2+} . Из других элементов-хромофоров в шпинели в незначительных количествах присутствуют Mn, Cr и Ti. Кристаллы горонской шпинели проявляют александритовый эффект. При дневном освещении их цвет более холодный – фиолетовый, а под лампой накаливания они приобретают заметный розовый оттенок, делающий их более привлекательными. В этом смысле данную шпинель можно считать «вечерним» камнем. Шпинель с аналогичными оптическими свойствами встречается крайне редко. Подобная шпинель известна в Танзании, на Цейлоне и Мадагаскаре.

Шпинель часто образует правильные кристаллы октаэдрического габитуса либо двойники по {111}, а также более сложные сростания с ярко выраженными ступенчато-пластинчатыми скульптурами роста и следами частичного их растворения (рис. 1, 2).



Рис. 1. Кристаллы шпинели со ступенчато-пластинчатыми скульптурами роста



Рис.2. Двойниковый сросток кристаллов по шпинелевому закону

Взаимоотношения кристаллов шпинели с вмещающим клинохлором неоднозначны. Обычно, и одиночные кристаллы шпинели, и их более сложные сростки резко идиоморфны к мелко- и среднечешуйчатым агрегатам хлорита, и листочки последнего вынуждены приспособливаться к уже существующим поверхностям граней, ориентируясь базальной плоскостью вдоль них. Это приводит к тому, что шпинель-хлоритовый агрегат очень легко поддается обогащению. Кристаллы шпинели буквально извлекаются из хлоритовой «кипелки» руками, оставляя «ограниченные» гнезда, несущие на стенках сложный узор отпечатанных октаэдрических граней. С другой стороны, часть кристаллов шпинели обнаруживает узкие щелевидные каналы, выполненные хлоритовым агрегатом.

По морфологии кристаллов и скульптурам на гранях горнская шпинель имеет полное соответствие с октаэдрическими кристаллами алмазов I разновидности по минералогической классификации алмазов Ю.Л. Орлова [1, 3]. Они имеют такие же грубоступенчатые формы граней с правильными пирамидальными углублениями, форма которых соответствует отрицательным трехгранным пирамидам, большинство которых усечены плоским дном. Внутри некоторых кристаллов шпинели встречаются пучки радиально расходящихся тонких каналов. Исходной точкой их обычно является микроскопического размера минеральное включение округлой

формы. Вероятно, это тип включений, называемый «шинель в шпинели». Такие каналы могут достигать поверхности граней и завершаться расширяющимся пирамидальным углублением. Подобные формы растворения возникают на дислокациях, которые имеют вид радиально-лучистых пучков. Присутствие аналогичных дислокаций ранее установлено в кристаллах алмаза [3]. Образование описанных скульптур на гранях горонской шпинели связано с сочетаниями процессов роста и растворения. Результатом последнего являются не только полые каналы и закругленность ребер, но и щелевидные углубления, возникающие иногда в местах выхода на поверхность кристалла двойниковой плоскости.

Данные морфологического и весового анализа представительной выборки кристаллов, извлеченных из образца стандартного типа руды, приведены в таблице.

Таблица

Данные морфологического и весового анализа кристаллов шпинели

№ типа	Морфологические типы кристаллов	Средний размер, мм	Количество кристаллов	Содержание кристаллов, %	Вес кристаллов, г	Содержание от общего веса, %	
1	Октаэдры и фрагменты октаэдров с количеством граней не менее четырех	7-12	11	1,37	16,60	7,89	
		5-7	53	6,58	23,68	11,25	
		3-5	120	14,91	22,86	10,86	
Всего			184	22,96	63,14	29,99	
2	Сростки кристаллов	Двойники	7-15	26	3,23	28,11	13,35
			5-7	45	5,59	20,87	9,91
			3-5	201	24,97	41,74	19,83
		Из трех индивидов	3-10	13	1,61	3,74	1,78
		Их четырех индивидов	3-7	2	0,25	0,81	0,38
Всего			287	35,65	95,27	45,25	
3	Бесформенные кристаллы	5-10	96	11,93	29,63	14,07	
		1,5-5	238	29,57	22,48	10,68	
Всего			334	41,49	52,11	24,76	
Сумма			805	100	210,52	100	

Данные морфологического анализа свидетельствуют о преобладании в выборке бесформенных кристаллов и различных типов сростков. Существенная доля правильных октаэдрических кристаллов и их двойников позволяет считать данный материал не только ювелирным, но уникальным коллекционным. Весовой анализ горонской шпинели показал, что приблизительно четверть от всей ее массы (26,2%) составляют ювелирные кристаллы весом от 1,5 до 11 карат, причем больше половины из них по весу (15,8%) приходится на 6 крупных кристаллов размером 5-11 карат.

Горонская шпинель относится к ювелирному сырью, обладающему высоким качеством и однородностью по цвету и прозрачности. Основная масса ограночного сырья не содержит минеральных включений, что резко снижало бы его качество. В этом случае включения были бы контрастны в связи со светлой окраской камней и их высокой прозрачностью. Огранки приобретают зеркальную полировку и проявляют хорошо выраженную дисперсию в виде «огненных сполохов» и «искр». Наличие сростков не ухудшает качество ограненных камней, так как на фасетах практически не видны двойниковые швы. Ограненная шпинель легко комплектуется в изделиях и прекрасно сочетается с другими ювелирными камнями (рис. 3).



Рис. 3. Колье и серьги со вставками волынских топазов, горонской шпинели и бриллиантов

Опыт огранки горонской шпинели показывает, что средний выход составляет 1 карат ограненных камней с 1 г сырья, хотя выход из крупных правильных кри-

сталлов может достигать 40-50%. Снижение значений выхода ограненных камней связано с наличием у некоторых кристаллов крупных пирамидальных и щелевидных углублений.

В завершении можно констатировать, что горонская шпинель уникальна по многим своим особенностям: необычно большое содержание и равномерное распределение ее в материнской породе; ее легкая обогатимость; высокое ювелирное качество кристаллосырья; уникальное значение идиоморфных октаэдрических кристаллов и двойников по шпинелевому закону с ярко выраженными скульптурами на гранях, как дорогостоящего коллекционного материала; необычные оптические свойства, проявляющиеся в заметной дисперсии и ярко выраженном александритовом эффекте; высокая однородность шпинели по цвету и прозрачности в ограненном виде и хорошая сочетаемость ее в ювелирных украшениях с другими ювелирными камнями.

Литература

1. Геммология алмаза: учебник / Ю.П. Солодова, М.В. Николаев, К.К. Курбатов и др. – Москва, 2008. – 416 с.
2. Коноваленко С.И., Ананьев С.А., Васильева Е.Р., Гаранин В.К., Кудрявцева Г.П. Находка хлоритовых пород с благородной шпинелью в магнезиальных скарпах (Юго-Западный Памир) // Геология рудных месторождений. – 1991. – №6. С. 100-103.
3. Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. Изд. 2-е. – М: Наука, 1984. – 170 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФИАНИТА В ЮВЕЛИРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЕГО ГЕММОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ (ПО МАТЕРИАЛАМ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ ИМ. А. А. ЧЕРНОВА)

И.С. Астахова, С.И. Исаенко

*Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар
astakhova@geo.komisc.ru*

За всю историю существования человечества предпринималось много попыток обрести нечто недоступное, уникальное и красивое. Сотни лет алхимики пытались получить из свинца золото или создать алмаз из горного хрусталя, ведь камни всегда высоко ценились за свои качества и красоту. Купить ювелирное изделие с бриллиантовой вставкой даже сегодня может позволить себе далеко не каждый человек. Здесь на помощь ювелирам приходят «искусственные бриллианты» – фианит или кубический диоксид циркония.

Фианиты появились на ювелирном рынке в начале 1970-х годов. Однако они были созданы не как синтетический материал для имитации бриллианта. В то время велись активные поиски материала для использования в качестве одного из основных элементов лазера. Впервые фианит получили в СССР в середине 60-х годов XX века в Физическом институте Академии наук СССР им. П.И. Лебедева

(ФИАН). Аббревиатура учреждения использована в названии данного синтетического соединения – фианит.

Фианит получают путем кристаллизации из цирконийсодержащего расплава. Его постепенно охлаждают. Рост кристаллов начинается на специальных затравках со скоростью 8-10 мм/час. Этот способ позволяет получить столбчатые кристаллы массой до 400 граммов. Материал получается без видимых дефектов, с твердостью 7,5-8 по шкале Мооса, с показателями преломления (2,17-2,18) близкими к алмазу (2,42), поэтому по игре света ограненный фианит практически неотличим от бриллианта.

С 1972 года фианит производился в СССР в промышленных масштабах. Прекрасные оптические свойства, высокая твердость, очень широкая цветовая гамма получаемых кристаллов в сочетании с относительно невысокой стоимостью делают фианит уникальным синтетическим материалом, не имеющим конкурентов. Фианит нашел применение в оптике (линзы для оптических приборов, оптические устройства для квантовых генераторов), в медицине (микроскальпели с фианитом), в химической промышленности [2, 4].

Более широкое применение фианит нашел в ювелирной промышленности. Фианиты разных цветов могут выступать аналогами цветных камней.

Выделяют несколько групп цветов для фианитов:

1. Простые цвета – устойчивы к воздействию расплавов золота и серебра: бесцветный, розовый, лавандовый, фиолетовый, желтый, оранжевый, шампань, красный, гранатовый, хризолитовый и черный.
2. Сложные цвета – меняют свою окраску при воздействии на них расплавов благородных металлов: синий и зеленый.
3. Двухцветные фианиты характеризуются тем, что имеют две различно окрашенные части с достаточно четкой границей раздела.
4. Фианиты с александритовым эффектом.
5. Цветные фианиты от непрозрачных до полупрозрачных с опалесцирующим эффектом (белый, розовый, лавандовый, желтый, танзанитовый, фиолетовый, бирюзовый, светло-коричневый и др.).

Существуют некоторые особенности ювелирного применения фианита. Он требует аккуратного крепежа в связи с хрупкостью. Выход сырья при огранке обычно не превышает 15%. При огранке различия показателей преломления алмаза и фианита маскируются путем изменения соотношений углов между гранями. Основными центрами по обработке фианита являются страны Юго-Восточной Азии и Европы.

На сегодня мировой ювелирный рынок заполнен вставками из фианитов: синих сапфиров, сиреневых аметистов, золотисто-зеленых хризолитов, желтых цитринов, топазов разных оттенков, ярко-красных гранатов, розоватых шпинелей и т.д. Подлинность камня зависит от добросовестности продавца и поставщика ювелирного материала.

Перед геммологами стоит задача выявить имитации ювелирных камней. Ограненные фианиты и бриллианты, особенно небольшого размера и уже вставленные

в украшения, крайне трудно отличить друг от друга. На первый взгляд опытный специалист выявит природу камня и сделает первую диагностику. Например, по характеру огранки камня (ребра ограненного фианита слегка закруглены в отличие от ограненного алмаза). Кроме того, большинство бесцветных фианитов являются дополнительными камнями в композиции изделия. В бижутерии возможно их использование и в центре украшения [3].

Затруднения возникают с определением фианита, имитирующего недорогие самоцветы. Но и в данном случае опытный глаз может отличить бриллиантовую игру фианита от совершенно отличающегося блеска природного камня.

Вводит в заблуждение покупателя появление на ювелирном рынке довольно многочисленных новых названий фианитов. Зарубежные поставщики зачастую за новыми наименованиями (джевалит, даймонскай, цирконит) скрывают фианит, а некоторые неточности в переводе дают нелепые ошибки (циркон – минерал $ZrSiO_4$, цирконий – химический элемент).

Природное цирконийсодержащее соединение было обнаружено на Тажеранском массиве в Иркутской области. Тажеранит с общей формулой $(Zr,Ti,Ca)O_{2-x}$ является природной кубической модификацией двуокиси циркония с кальцием и титаном. Встречается в виде оранжево-красных мелких вкраплений в породе.

По ценовой характеристике фианит уступает ювелирным камням I порядка, однако он приближается к группе недорогих природных камней (гранат, хризолит, кварц).

В основе научных исследований Института геологии Коми научного центра УрО РАН лежат объекты, большинство которых представляет собой природный геологический материал с территории Северо-Востока европейской части России. В музей довольно часто обращаются люди, которые просят определить название камня и его природу. Сотрудники музея с привлечением лабораторной базы Института геологии проводят исследования геммологических особенностей камней.

Частным лицом были предоставлены ограненные незакрепленные разноокрашенные камни (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид исследованных камней

Для выявления основных диагностических и оптических свойств камней использовалась геммологическая модульная система MODUL 1 EICHORST, элек-

тронный микроскоп Optics, электронные весы, а для выявления химического состава использовалась рамановская спектроскопия (HR800, Horiba Jobin Yvon). Данный геммологический комплекс исследований позволил выявить природу камней.

С помощью электронных весов «СЕ-224-с» установлен вес камней. Микроскопические исследования выявили внешние и внутренние дефекты камней (табл.). Визуально прослежена плохая сохранность камней. Твердость камня по шкале Мооса довольно высокая – более 7. Обнаружены сколы шипа, царапины на площадке и гранях, отдельные ребра имеют сглаженную форму. Данные дефекты значительно снижают ценность камней. Внутренних дефектов (трещин, включений), указывающих на природу камня, не обнаружено. Однако у всех трех камней по всему объему присутствуют газовой-жидкие включения (размером до 0,05 мм), как вытянутой овальной, так и круглой формы. Наличие данных дефектов указало на синтетическую природу камней.

Дальнейшие исследования проводились на геммологическом оборудовании. Полярископические исследования указали на изотропность материала, что дает возможность утверждать о кубической сингонии кристаллов. Исследуя материал на рефрактометре, установлено, что показатель преломления больше допустимых пределов измерения. Люминесцентные свойства проявились у всех камней при длине волны 365 нм.

Таблица

Цвет камня	Тон	Вес, г	Форма огранки	Качество огранки	Люминесценция (365 нм)
Желтого цвета с медовым оттенком	Глубокий (70%)	1,0819	Нестандартная	Г	оранжевая
Аметистосиреневый	Неглубокий (30%)	0,9913	Ов-57	Б	фиолетовая
Бесцветный		0,1693	Ов-57	Б	голубая

Для выявления особенностей химического состава использовалась рамановская спектроскопия. Основные пики совпадали с эталонным образцом, но некоторые имеют небольшое смещение или по интенсивности не выражены (рис. 2). Общий характер спектров позволил дать заключение о том, что весь исследованный материал можно назвать фианитом [1].

Химический состав фианита в основном состоит из двуокиси циркония и окиси иттрия. В цветных фианитах к этим основным компонентам добавляются различные «красители» – церий и другие редкоземельные элементы. Вхождение Се придает фианиту желтую окраску, Ег – розовую.

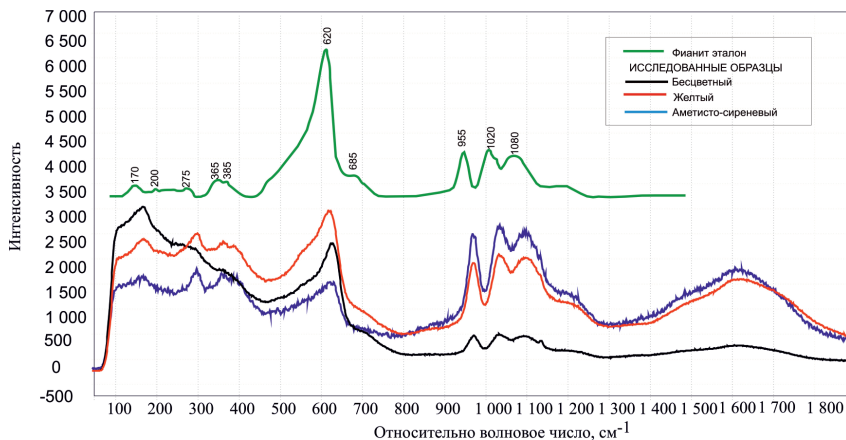


Рис. 2. Спектры комбинационного рассеяния исследованных образцов

Проведенные исследования позволили выявить имитацию ювелирных камней, сделать обобщенное заключение о качестве сырья, его названии, тем самым подготовить материал для дальнейшего изготовления ювелирного украшения. Для ювелира очень важно знать, какой камень будет использован в украшении. Например, для изготовления золотых украшений рабочая температура сплава должна быть $700-800^{\circ}\text{C}$, однако аметисты меняют цвет и переходят в цитриновую окраску уже при 500°C . Исследованный аметистоподобный фианит может быть подвергнут более высокой температурной обработке и применяться для литья с камнями [4].

Литература

1. Колесников Б.А. Раман-спектроскопия в неорганической химии и минералогии. – Новосибирск: Из-во СО РАН, 2009. – 189 с.
2. Смит Г. Драгоценные камни. – М.: Мир, 1980. – 587 с.
3. Солодова Ю.П., Андреев Э.Д., Гранадчикова Б.Г. Определитель ювелирных и поделочных камней. – М.: Недра, 1985. – 223 с.
4. Элзулл Д. Искусственные драгоценные камни. – М.: Мир, 1986. – 160 с.

ГРАФИЧЕСКИЕ СРАСТАНИЯ В РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ПЕГМАТИТАХ МОНГОЛЬСКОГО АЛТАЯ

А.А. Баёва, О.В. Бухарова, М.А. Мишенина
Томский государственный университет, г. Томск
annab@ggf.tsu.ru

Для отнесения минерала или горной породы к категории ювелирно-поделочных камней он должен обладать в первую очередь декоративными качествами, а также определенными физико-механическими свойствами. Декоративность камня определяют такие свойства как окраска, рисунок и степень прозрачности. Под окраской понимают не только основной цвет и его оттенки (дополнительные цвета), а также тональность цвета, то есть степень его густоты, насыщенность. Рисунок создается сочетанием структуры и текстуры горной породы, цветовой тональностью минеральных агрегатов ее слагающих.

Одним из цветных камней, совмещающим в себе все вышеперечисленные свойства, является графический пегматит или, как его называли в древности, «еврейский камень». Из-за своего необычного рисунка, напоминающего древние письмены, он используется не только как прекрасный коллекционный материал, но и как оригинальный ювелирно-поделочный камень, стоимость которого низка, а эстетический эффект очень силен. Графику чаще используют для изготовления подставок, столешниц, шкатулок, часов (рис. 1), реже ее можно увидеть в виде вставок в ювелирных изделиях: брошах и подвесках.

В графическом пегматите важен рисунок, образованный ихтиоглиптами кварца. Чем они ярче выражены и более контрастны по отношению к фону, тем выше ценится такой камень. Его декоративность зависит и от окраски фона, создаваемого полевым шпатом, которая изменяется от белой, бледно-розовой до ярко-розовой и мясо-красной. Иногда полевой шпат обладает перламутровым отливом, который повышает стоимость материала.

Графическая структура образуется исключительно в гранитных пегматитах, слагая в них одноименную зону. Основной объем добычи «еврейского камня» связан с гранитными пегматитами мусковитовой и керамической формации [6].

Существует три точки зрения на способ образования кварц-полевошпатовых срастаний. Одни исследователи считают пегматиты графической структуры продуктами эвтектической кристаллизации [9], другие – резуль-



Рис 1. Настольные часы («Страница ночи») Материал: яшма, тигровый глаз, хрусталь, графический пегматит. Ручная работа [1]

татом собирательной перекристаллизации мелкозернистого кварц-полевошпатового агрегата [3], а третьи склоняются к метасоматической гипотезе образования кварцевых вростков [5]. В зависимости от условий и механизма роста, взаимной ориентировки срастающихся минералов и ряда других факторов выделяются три разновидности кварц-полевошпатовых сростаний [2]. К первым относятся первично-магматические классические письменные структуры, лучисто-венчиковые графические сростки и порфириовидно-графические структуры. Сегрегационно-метасоматические (переходные) структуры представлены скелетно-графическими и пегматоидно-графическими агрегатами. Исключительно метасоматическими (в том числе и автометасоматическими) являются прожилково-кварцевые письменные и псевдописьменные сростания.

Работая на территории Монгольского Алтая и исследуя пегматиты проявлений Харгат, Шорот и Булгут, генетически связанных с верхнепалеозойскими гранитоидами Индертинского массива, было выявлено, что зона графики встречается во всех изученных телах. Пегматиты образуют как крупные одиночные штоки залегающие в породах ранней фазы внедрения гранитов, так и мелкие жильные серии отжатые за пределы материнского массива. Эти пегматитовые тела локализованы во вмещающих массив кристаллических сланцев и гнейсах. Для пегматитов характерен практически одинаковый мусковит-микроклин-олигоклазовый состав, но разная степень их дифференциации. В хорошо дифференцированных линзах и крупных штоках насчитывается до шести зон (от края к центру): гранит-пегматитовая, мелко-среднезернистая графика с лейстовым биотитом, кварц-полевошпатового пегматоида, блокового олигоклаза, блокового калишпата с гнездами ельчатого мусковита и кварцевое ядро. Графическая зона, с классическими письменными структурами, приурочена к краевым частям пегматитовых тел (рис. 2). Ее мощность варьирует от 0,5 до 5 метров. Наиболее мощно она проявлена в хорошо дифференцированных телах – в Шоротской жиле и Булгутском штоке, где на долю графики приходится около 30% от объема всего тела. Зона графики сложена полевым шпатом (70%), кварцем (27%) и редким лейстовым биотитом (3%).

Максимальный размер выделений кварца не превышают 1,0 см. От периферии к центру отмечается увеличение толщины ихтиоглиптов от тонко до среднезернистых. Кварцевые индивиды имеют коробчатую, треугольную, удлиненно-угловатую форму. На поверхности вростков наблюдается индукционная штриховка, свидетельствующая об одновременной кристаллизации минерала-вростка и минерала-хозяина. Цвет кварца дымчатый, зерна полупрозрачны.

Полевой шпат представлен решетчатым микроклин-пертитом, который подвержен пелитизации. Пертитовые вростки имеют линзовидную, неправильно-удлиненную форму и соответствуют сегрегационному типу. Рентгеноструктурный анализ полевого шпата показал, что он представлен максимальным микроклином с рентгеновской триклинностью ($\Delta\alpha$) от 0,93 до 0,83, степенью моноклиной упорядоченности (Δz) от 0,93 до 0,88. Содержание ортоклазового компонента (%Or) в КПШ составляет 81%. Окраска полевого шпата зоны графики изменяется от молочно-белой до кремовой.



Рис. 2. Классические графические срастания (Шорот)

Помимо первично-магматических графических структур в пегматитах встречаются и сегрегационно-метасоматические образования (рис. 3), которые располагаются неравномерно в тонкозернистой графической зоне, плавно переходящей в пегматоид.

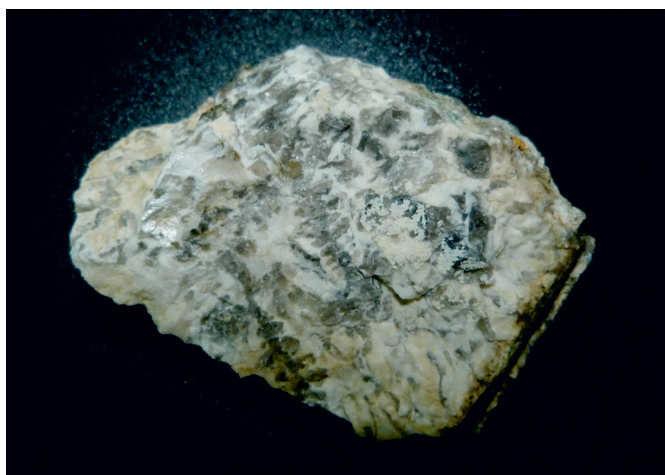


Рис. 3. Скелетно-графические срастания (Шорот)

Данные агрегаты отличаются симметричным строением с всесторонне развитыми двухглавыми сростаниями, имеющими хорошо развитые вершинные формы роста. Это позволяет отнести их к скелетно-графическому типу. Ихтиоглипты обладают крестообразными очертаниями, напоминающими по форме «снежинки», размер которых не превышает 8 см. Окраска кварца изменяется от светло- до темно-серой.

Полевой шпат скелетно-графических сростаний, как и в классических графических структурах, представлен максимальным микроклином ($\Delta\rho=0,99$; $\Delta z=0,85$; $\%O_2=79$).

Необходимо отметить, что данная структура в пегматитах встречается нечасто, отличается своеобразной морфологией и, несомненно, может представлять интерес как коллекционный материал.

Согласно техническим требованиям ОСТа-41-07-90 «Основные требования к качеству камнесамоцветного сырья», к первому сорту относят графический пегматит розового, желтого, серовато-белого цвета с четко выраженными мелкими вростками кварца, с размерами блоков 150×150×100 мм.

Таким образом, графический пегматит из жил Индертинского поля соответствует предъявляемым требованиям к сырью, обладая высокими декоративными характеристиками. Однако данный материал не является востребованным ювелирами Монголии, которые используют в своих изделиях более традиционные материалы, такие как сердолик, бирюза, коралл.

Литература

1. Бакуменко И.Т. О Формах скелетного роста на примере кварца из пегматитов // ЗВМО, 1962. Ч. 91. Вып. 6. – С. 662-671.
2. Бакуменко И.Т. Закономерные кварц-полевошпатовые сростания в пегматитах и их генезис. – М.: «Наука». 1966. – 173 с.
3. Заварицкий А.Н. О пегматитах как образованиях, промежуточных между изверженными горными породами и рудными жилами // Изв АН СССР. Сер. геол. , 1947. №1. – С. 37-50.
4. «Интернет магазин изделий с камнями и самоцветами» – <http://galleris.ru/shop/luxury-vip-podarki/izgotovlenie-na-zakaz/36661/> (дата обращения 10.09.2011).
5. Никитин В.Д. Строение и генезис письменных гранитов в пегматитовых жилах. Зап. Ленингр. Горного ин-та, 1958. Вып 2.
6. Киевленко Е.Я., Сенкенкенс Н.Н. Геология месторождений поделочных камней. – М.: Недра, 1983. – 263 с.
7. Корнетова В.А. Атлас текстур и структур гранитных пегматитов. М.: Наука, 1983. –124 с.
8. Путолова Л.С., Менчинская Т.И., Баранова Т.Л., Вдовенко А.П. Декоративные разновидности цветного камня СССР. М.: Недра, 1989. – 272 с.
9. Ферман А.Е. Письменная структура пегматитов и ее причины возникновения // Изв АН СССР. Серия 6. – 1915.

ХРОМДИОПСИД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИНАГЛИ

В.Г. Гадиятов

*Воронежский государственный университет, г. Воронеж
gadiatovvg@mail.ru*

Месторождение Инагли находится в центральной части Алданского щита, в 30 км западной г. Алдана, в пределах одноимённого массива щелочных-ультраосновных пород. В геологическом строении месторождения принимают участие дуниты, пегматиты и полевошпат-хромдиопсидовые метасоматиты [4]. Практически все запасы ювелирного хромдиопсида сосредоточены в одной мономинеральной жильной зоне.

Изучение хромдиопсида проводилось рентгенофлуоресцентным анализом и методом оптической и растровой электронной микроскопии с микрорентгеноспектральным анализом. Рентгенофлуоресцентный анализ применялся для определения качественного и полуколичественного элементного и фазового состава хромдиопсида. Исследование минералов проводилось с применением энергодисперсионного спектрометра ED-2000 фирмы «OXFORD INSTRUMENTS» с полупроводниковым кремний-литиевым детектором.

С целью определения химического состава включений исследования выполнялись методом SEM EDX (сканирующая электронная микроскопия с рентгеновским микроанализом) с использованием аналитического комплекса TESCAN «VEGA LMU» с рентгеновским микроанализатором ADD INCA x-act фирмы «Oxford Instruments».

Для изучения были составлены 4 выборки хромдиопсида следующих оттенков зеленого цвета: бурого, светло-зелёного, зелёного, ярко-зелёного. Цвет определялся визуально. Для каждого оттенка цвета проанализированы по 3 пробы. Изученный хромдиопсид характеризуется следующим составом, приведённом в таблице 1: кремнезём 40,77-46,23, глинозём – 0,39-0,49, оксид железа – 2,56-3,97, оксид кальция – 39,86-43,21, оксид хрома – 0,39-1,17, оксид магния – 10,91-11,24. Кроме того, содержится Mn (0,13-0,16), Na (0,11-0,43), V (0,008-0,017), Ni (0,07-0,23), Zn (0,0003-0,9), Sr (0,37-0,56), Zr (0,03-0,05) и Ba (0,002-0,022).

Окраска инаглинского хромдиопсида имеет большое количество оттенков зеленого цвета. Среди них темно-зеленый, ярко-зеленый, травяно-зеленый с желтоватым оттенком, темно-бурый, желтовато-зеленый, серовато-зеленый. Между отмеченными разностями существуют взаимопереходы. Как правило, хромдиопсид грязных оттенков зеленого цвета (бурый, оливковый) встречается на контакте с вмещающими высокомагнезиальными дунитами. На месторождении основную массу составляет хромдиопсид зеленого цвета.

Таблица 1

Химический состав хромдиопсида месторождения Инагли, (вес. %)

Номер пробы	Компоненты							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Cr ₂ O ₃	MgO	MnO	Na ₂ O
7	42,05	0,41	3,26	41,47	0,83	10,88	0,16	0,43
5ю	43,08	0,4	3,97	39,86	0,39	11,24	0,14	0,11
8	42,59	0,49	2,95	40,78	1,02	11,07	0,15	0,31
9	42,36	0,39	2,63	42,16	0,69	10,85	0,14	0,24
10	43,01	0,46	2,74	41,19	0,58	11,09	0,14	0,26
2с	40,89	0,42	2,71	43,21	1,02	10,94	0,14	-
11	42,92	0,46	2,70	41,00	0,77	11,18	0,16	0,08
3с	40,77	0,46	2,99	40,55	1,17	11,07	0,15	0,05
13	42,38	0,44	2,56	41,74	1,01	10,91	0,14	0,028
14	43,01	0,39	2,81	40,95	0,74	11,16	0,13	0,11

Продолжение таблицы 1

Цвет	Номер пробы	Компоненты					
		V	Ni	Zn	Sr	Zr	Ba
Бурый	7	0,017	0,077	0,0003	0,38	0,035	-
-	5ю	0,016	0,160	0,038	0,53	0,049	0,011
Светло-зеленый	8	0,013	0,019	0,006	0,56	0,051	0,002
-	9	0,014	0,078	-	0,42	0,037	0,008
-	10	-	0,080	0,0052	0,41	0,033	0,002
Зеленый	2с	0,008	0,079	-	0,51	0,044	0,022
-	11	0,0088	0,230	-	0,45	0,037	-
Ярко-зеленый	3с	0,012	0,087	0,900	0,55	0,046	0,014
-	13	0,009	0,080	0,005	0,41	0,036	-
-	14	0,011	0,070	0,210	0,37	0,030	0,020

Ранее было установлено, что на окраску хромдиопсида оказывают влияние железо и хром [1]. Инаглинский хромдиопсид разного цвета образует свои поля (рис. 1). Лучшее по цвету, ювелирное сырье ярко-зеленого и зеленого цветов определяются следующими параметрами: Cr₂O₃ = 0,26-1,17; Fe₂O₃ = 0,62-3,97. То есть, с увеличением содержания Fe и уменьшения Cr зеленая окраска изменяется в сторону желтой части спектра.

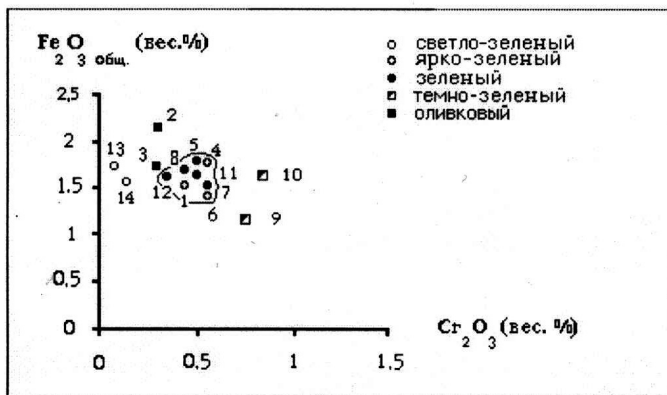


Рис. 1. Диаграмма распределения Cr_2O_3 и Fe_2O_3 в инаглинском хромдиопсиде разных оттенков зеленого цвета

Это подтверждается результатами данных исследований. Разный по цвету хромдиопсид характеризуется следующими содержаниями Cr_2O_3 и Fe_2O_3 : бурый – Cr_2O_3 – 0,39-0,83; Fe_2O_3 – 3,26-3,97; зелёный – Cr_2O_3 – 0,77-1,02; Fe_2O_3 – 2,70-2,71; ярко-зелёный – Cr_2O_3 – 0,74-1,17; Fe_2O_3 – 2,56-2,99; светло-зелёный – Cr_2O_3 – 0,58-0,69 (до 1,02); Fe_2O_3 – 2,63-2,95. При этом хромдиопсид бурого цвета отличается повышенным содержанием оксида железа, хромдиопсид других цветов различается по содержанию хрома (рис. 2).

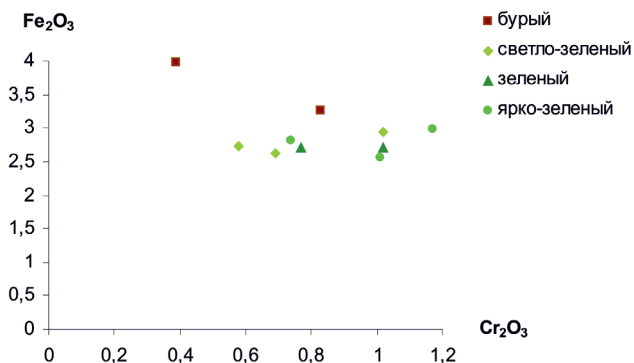


Рис. 2. Диаграмма распределения Fe_2O_3 и Cr_2O_3 в инаглинском хромдиопсиде разных оттенков зелёного цвета по данным рентгенофлуоресцентного анализа

При сравнении инаглинского хромдиоксида с хромдиоксидом из разных месторождений и из кимберлитов Якутской алмазоносной провинции установлено следующее:

1. Инаглинский хромдиоксид характеризуется относительно невысокими содержаниями хрома, железа, титана и высоким – магния и карбоната;
2. По сравнению с хромдиоксидом из других месторождений и проявлений мира [2] инаглинский хромдиоксид является более железистым (рис. 3);
3. А по сравнению с хромдиоксидом из кимберлитов Якутской алмазоносной провинции [3] менее хромистым (рис. 4).

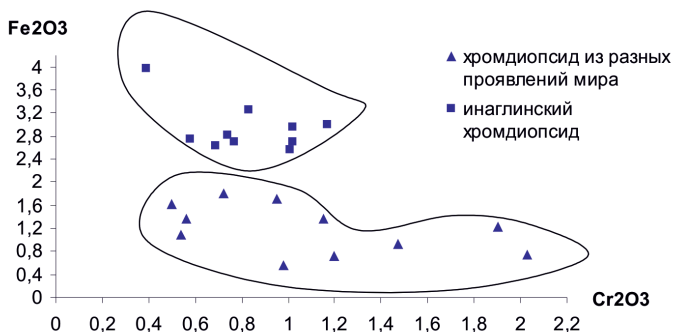


Рис. 3. Диаграмма распределения Fe₂O₃ и Cr₂O₃ в инаглинском хромдиоксиде и хромдиоксиде из разных месторождений мира

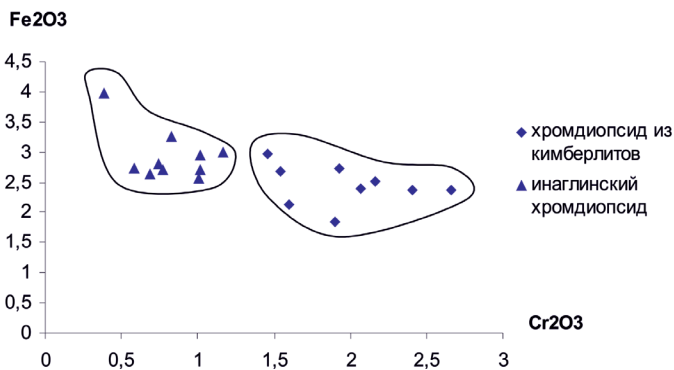


Рис. 4. Диаграмма распределения Fe₂O₃ и Cr₂O₃ в инаглинском хромдиоксиде и хромдиоксиде из кимберлитов Якутской алмазоносной провинции

С помощью электронного сканирующего микроскопа выявлены изученные включения в хромдиоксиде (рис. 5). В их составе установлены Si⁴⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe^(2+, 3+), Cr³⁺, K⁺, Al³⁺, Na⁺, Cl⁻ (табл. 2).

**Химический состав включений в хромдиопсиде
Месторождения Инагли, (вес.%)**

Номера образцов	SiO ₂	CaO	MgO	FeO	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O
20- 1	55,00	24,85	18,56	1,06	0,52	-	-	-
20- 2	57,10	2,27	19,70	17,37	1,98	1,26	0,33	-
33- 1	52,37	30,35	15,29	1,53	-	0,46	-	-
33- 2	22,41	41,04	10,01	7,57	-	2,02	-	-
33- 3	44,38	39,55	11,09	2,17	-	2,81	-	-
40- 1	54,44	25,96	18,05	0,89	0,43	0,23	-	-
40- 2	54,50	24,73	18,66	1,63	0,48	-	-	-
70- 1	55,16	23,14	19,90	1,02	0,51	0,21	-	-
70- 2	54,80	22,88	17,62	1,10	-	-	-	2,56
70- 3	55,83	21,95	20,79	0,98	0,45	-	-	-
70- 5	53,44	24,87	17,31	1,15	-	3,24	-	-
77- 1	54,24	26,23	17,58	1,15	0,29	-	-	0,50
77- 2	54,50	26,2	17,58	1,20	0,51	-	-	-
77- 3	54,32	26,48	17,49	1,20	0,51	-	-	-
80- 1	53,92	27,68	16,82	1,12	0,45	-	-	-
80- 2	53,55	27,55	17,14	1,26	0,51	-	-	-
81- 1	54,42	26,93	16,86	1,16	0,63	-	-	-
81- 2	53,48	27,48	16,78	1,65	0,60	-	-	-
81- 3	53,69	28,68	16,24	1,40	-	-	-	-

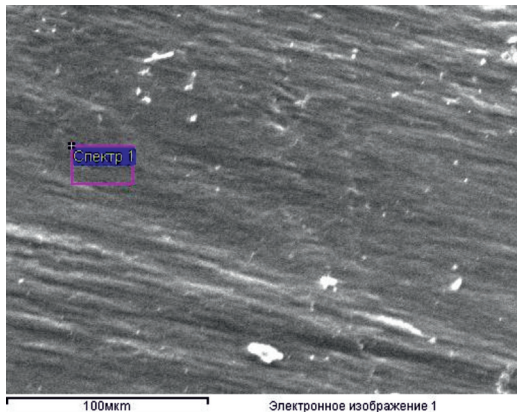


Рис. 5. Включения в хромдиопсиде

Большинство включений по составу соответствуют диопсиду, в некоторых значительно повышены содержания СаО и понижены MgO и Cr₂O₃, не обнаружены Al₂O₃, K₂O, Na₂O.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о связи окраски хромдиопсида с входящим в состав железом и хромом и о разном составе хромдиопсида месторождения Инагли и хромдиопсида из других месторождений мира и из кимберлитов Якутской алмазоносной провинции.

Литература

1. Гадиятов В.Г. Критерии оценки ювелирного хромдиопсида // Новые идеи в науках о Земле: материалы 6 междунар. конф. – 2003. – Т.2. – С. 93.
2. Гадиятов В.Г. Камнесамоцветные формации северо-востока Азии. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2005. – 272 с.
3. Илупин И.П. Новые данные о хромдиопсиде из кимберлитов Якутии // Отечественная геология. – 1996. – №12. – С. 15-20.
4. Корчагин А.М. Инаглинский плутон и его полезные ископаемые. – М.: Недра, 1996. – 157 с.

БЛЕСК, ИЗЯЩЕСТВО, БОГАТСТВО СОДЕРЖАНИЯ И СУДЬБЫ ЧАСТНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ ПОДЕЛОЧНЫХ И ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ НЕКОТОРЫХ ЗНАМЕНИТЫХ ЛЮДЕЙ РОССИИ

Ю.В. Индукаев

*Томский государственный университет, г. Томск
elits@mail2000.ru*

Природа – великий художник. Удивительные камни «самоцветы», кристаллы, друзья, закономерные, затейливые сростки создает она. Человек своим мастерством открывает эту изумительную красоту в виде разнообразных ювелирных изделий. Каменное многоцветие в виде коллекции ювелирных изделий, декоративно-прикладных предметов из камня всегда покоряли людей своей изумительной красотой. Эти коллекции драгоценностей делали жизнь человека красивой и интересной. Особенно это касается «прекрасного» пола.

Ясно, что наиболее выдающиеся шедевры ювелирного искусства хранятся в музеях. Однако, известны частные коллекции, которые характеризуются своей уникальностью. К числу таких собраний относится коллекция народной артистки СССР Л.Г. Зыкиной. Все, кто знал Л.Г. Зыкину, в один голос уверяют: любовь к красивым камням было одним из главных увлечений ее жизни.

На покупку драгоценностей Л.Г. Зыкина тратила все свои гонорары. Она завела дружбу с директорами комиссионных и ювелирных магазинов, скупая драгоценности еще в советское время, как только там появлялась информация о новинках. Как утверждает один из друзей Л.Г. Зыкиной, в ювелирный магазин кто-то сдал цен-

нейшее кольцо с драгоценными камнями, принадлежащее когда-то дворянской семье, получив информацию, она его купила.

Друзья певицы утверждают, что в коллекцию Л.Г. Зыкиной попали изделия, вывезенные после войны из Берлина.

Один из антикваров отмечал, что Л.Г. Зыкиной не надо было искать того, у кого купить украшения, ей сами все приносили, зная, что у нее есть большие деньги.

Певица предпочитала бриллианты ручной огранки, выполненные старинными (XIX в.) мастерами. Старинные драгоценности – увлечение, которое могут позволить себе только люди с деньгами. У Л.Г. Зыкиной были такие возможности.

Ю. Пузырева (бывшая подруга певицы) отмечает, что Л.Г. Зыкина была великолепной женщиной, гениальной певицей, умнейшим человеком и коллекция украшений была под стать.

Коллекция драгоценностей Л.Г. Зыкиной была красивая и дорогая. Серьги от Фаберже необыкновенной красоты носила. Кольцо с огромным изумрудом (самое любимое), цепочку (из крупного золота), а на ней висели крестик и маленькие расписанные золотые яйца Фаберже, иконки и кольцо с бриллиантом (ее талисман).

Во всей бриллиантовой коллекции Л.Г. Зыкиной было одно ожерелье, которое она хранила как зеницу ока. Это – золотое ожерелье, в центре которого был уникальный двухцветный бриллиант в 40 карат. Певица надевала это украшение в особых случаях и прекрасно знала как «западают» на камень знатоки-ювелиры.

Самый компетентный комментарий о коллекции Л.Г.Зыкиной дала ее подруга Юлия Пузырева, эксперт геммолог, вице-президент ювелирной компании «Кристалл мечты». Она прекрасно разбирается в ювелирных украшениях и лично видела драгоценности, которые носила Л.Г. Зыкина. Певица сама рассказывала Ю. Пузыревой, что в советские годы, собирая коллекцию, она соперничала с Галиной Брежневой и Екатериной Фурцевой – у кого украшения изысканней.

Ю. Пузырева подчеркивает, что любимыми украшениями Л.Г. Зыкиной были классические модели, когда в середине (в центре изделия) – крупный камень находится в окружении небольших бриллиантов. Так подчеркивается его красота и создается богатый вид. Такие украшения любят королевские особы и все люди с безупречным вкусом. Одно из ее любимых украшений – комплект с великолепными сапфирами огранки «кабошон», добытыми в индийском Кашмире. Каждый камень весом около 25 карат, ярко-синий и без дефектов. По утверждению Ю. Пузыревой, такое украшение носила еще только принцесса Диана. Ориентировочная цена изделия – пятнадцать миллионов рублей. Вторым по популярности камнем у Л.Г. Зыкиной был изумруд. В частности, Ю. Пузырева отмечает, что очень часто певица носила серьги с уральскими изумрудами из Малышевского месторождения, огранки «кушон» насыщенного цвета и практически без включений. Общий вес камней – около 40 карат, стоимость – двадцать млн. руб.

Самым любимейшим и ценным в коллекции Л.Г. Зыкиной был перстень с бриллиантом огранки «маркиз» весом 17 карат, совершенно бесцветный, без включений. Это – уникальный, продолговатый с острыми углами бриллиант стоил примерно 55 млн. руб.

В свое время Л.Г. Зыкина купила роскошные ватихинские уральские аметисты, которые уже почти не существуют в природе. Там была подвеска в 56 карат, брошь в 25 карат, браслет с 7 камнями по 20 карат и серьги – 2 камнями по 10 карат. Все это стоило примерно 700 тысяч рублей.

Наряду с этим у Л.Г. Зыкиной были знаменитые малышевские уральские изумруды, окантованные бриллиантами.

Отец Гермоген (большой друг Л.Г. Зыкиной) так описывает историю создания ювелирного шедевра коллекции артистки. Бриллианты, из которых был собран комплект – серьги и кольцо, я держал в руках, когда они еще были просто образцами (алмазами). Один – в 5, другой – в 6,5, третий – в 7 карат. Эти бриллианты имели желтоватый оттенок. Ювелир, который обрабатывал камни и делал украшения, отметил, что даже если он возьмет 5% за работу от стоимости алмазов, то цена все равно будет колоссальной.

Один очень знаменитый ювелир Урала видел всю коллекцию Л.Г. Зыкиной и назвал очень высокую стоимость (многие десятки млн. долларов) (рис. 1).

Естественно, возникает закономерный вопрос – где в Советском Союзе можно было столько заработать, чтобы собрать такую дорогостоящую коллекцию. Отчасти уже отмечалось, что Л.Г. Зыкина все свои заработки тратила на покупку драгоценностей. Что-то дарили. Так во время гастролей



Рис. 1. Украшения Л.Г. Зыкиной

во Франции одна из хозяек ювелирных салонов подарила редкостные сапфиры. Ходит «байка», что однажды уникальный бриллиант Л.Г. Зыкиной преподнес миллиардер Онассис, восхищенный ее голосом. Что-то Л.Г. Зыкина приобретала по более низким ценам, так как это был конфискат. В этом случае она могла покупать такие изделия благодаря своим огромным связям.

Людмила Георгиевна как женщина неординарная и вещами старалась себя окружать уникальными. В частности, ей нравились изысканные наряды и украшения, имеющие высокую художественную ценность и созданные в единственном экземпляре. В этом случае каждому конкретному платью, определенного цвета существовал свой набор драгоценностей.

Вообще, Л.Г. Зыкина возила драгоценности с собой в изящном чемоданчике, где они содержались в полиэтиленовых мешочках. У нее под каждое конкретное

платье был свой гарнитур. Если она выходила на сцену в зеленом платье, то надевала изумруды, если в чем-то темном – сапфиры с бриллиантами, в светлом – жемчуга и т.д. (рис.2).



Рис. 2. Драгоценные украшения Людмилы Георгиевны Зыкиной

После неожиданной кончины Л.Г. Зыкиной коллекция драгоценностей оказалась разрозненной, в разных местах, у различных лиц. До сих пор не разрешился скандал вокруг наследства Л.Г. Зыкиной, в частности пропавших бриллиантов. Ясно, что данная коллекция должна поступить в государственный музей, но для этого ее надо собрать. Между тем, в настоящее время рассматривается уголовное дело о «пропавших бриллиантах».

Наряду с этим, в редакцию газеты «Комсомольская правда» обратились бывшие помощники знаменитой дрессировщицы Натальи Дуровой, рассказавшие, что теперь настала очередь испариться и ее драгоценностям.

Известно, что семейство Дуровых историю фамилии знают и чтят как полагается людям дворянского сословия. Этот род уникален своей «непотопляемостью» - и в царское время в нем были люди приближенные к вельможам, и в советские годы, видимо, благодаря связям род Дуровых не был истреблен. Дуровы сумели не потерять свое богатство. К тому же, в роду многие увлекались коллекционированием антиквариата, в том числе и драгоценностей. Наследство оказалось в руках дрессировщицы Натальи Юрьевны Дуровой. В большей степени она берегла голубые бриллианты царицы Екатерины – главную изюминку ее коллекции, а также личный бриллиантовый перстень с вензелем кавалерист-девицы Надежды Дуровой (прототип фильма «Гусарская баллада»). По различным оценкам стоимость коллекции составляет от 10 и более миллионов долларов. В данный момент родные Натальи Юрьевны делают ее наследство.

Перечень уникальных частных коллекций можно продолжить. Так можно назвать коллекцию жены писателя Алексея Николаевича Толстого – Любови Ильиничны Толстой. У графа Толстого бывшая секретарша была четвертой женой, и он ее баловал дорогими подарками. Утверждают, что коллекция драгоценностей Л.И. Толстой была уникальной. Только бриллиантовое кольцо с камнями в десять карат достойно хранения в Алмазном фонде. Значительную ценность коллекции составляла так называемая «Бурбонская лилия» – брошь в уникальной форме – в виде трех лепестков лилии (символа французского королевского двора) (рис.3). Как рассказывала вдова Толстого – бриллианты были крупные, но плоские. К сожалению, брошь была украдена, также как были похищены уникальные сережки-солитеры (крупный бриллиант, вставленный в украшение отдельно без других камней). К сожалению, эта уникальная коллекция испытала свою драматическую детективную историю с полным исчезновением отдельных экспонатов. Однако, отдельные изделия как «Бурбонская брошь» и другие вошли в историю ювелирного искусства [6].



Рис.3. Драгоценная брошь «Бурбонская лилия»

Таким образом, краткое знакомство хотя бы с тремя интересными частными коллекциями позволяют с одной стороны показать их динамичность, блеск, изящество, богатство содержания, а с другой стороны – их уязвимость в отношении хищения вплоть до уничтожения. При всем этом следует отметить – все они имеют общую судьбу, какую наблюдаем в случае коллекции драгоценностей Л.Г. Зыкиной, когда экспонаты растаскиваются дальними, близкими родственниками, случайными людьми.

Так было и с наследством народной артистки СССР О.В. Лепешинской, подобное происходит с наследством Л.Г. Зыкиной и Н.Ю. Дуровой. Все это находит свое объяснение.

Человек – общественное существо, его жизнь возможна лишь при условии коммуникации отдельного индивида с другими [2]. В этом смысле формы его поведения, способности, потребности предопределены. Люди живут в реальном исторически конкретном, изменяющемся мире. Общественные процессы позволяют с предельной выразительностью выявить «истинное современное человеческое».

Анализ ювелирных украшений в музейных условиях и в ситуациях использования частных коллекций позволяет понять общность и разницу общения человека с самоцветами. Музейное общение показывает, что человек свою любовь к камню пронес через всю историю эволюции человеческой цивилизации [3, 4]. Начиная с древнейших времен, он использовал камень как орудие различного предназначения. Наряду с этим, камень выступал в качестве культовых (религиозных) атрибутов и выполнял роль амулетов и украшений. С развитием человеческих цивилизаций драгоценные и поделочные камни стали обрабатываться и превращались в ювелирные изделия. Последние, часто имели как декоративный, так и высокохудожественный характер. При всем при этом, человек с древних времен верит в чудодейственную (магическую) силу самоцветных камней (в виде талисманов, амулетов, различных ювелирных украшений и т.д.). Подобное обусловлено тем, что для определенных групп людей многовековой опыт различных поколений, суждения исторических личностей, ученых прошлого и настоящего времени и существующие легенды [1, 3, 4, 5, 7, 8] порождают у них веру в магические свойства кристаллов.

Фактически, наблюдая взаимоотношения женщин с самоцветами подобную личность можно видеть в действительности. Так обладание ожерельем или кольцом со сверкающими бриллиантами, чистым жемчугом, яркими «пылающими» рубинами и небесно-голубыми сапфирами и сегодня заставляет сердце женщины учащенно биться и вызывает румянец удовольствия на ее щеках. Все это делает жизнь женщины более радостной и достойной. Данная ситуация возникает не как заблуждения, а конкретная реальность. При этом, данная женщина по-прежнему полна забот и нет необходимости пренебрегать ничем из того, что увеличивает совокупность невинных удовольствий.

Сверхтонкое чувство дает возможность некоторым женщинам наделять свои драгоценности определенной индивидуальностью и, руководствуясь этим, «ощущать», что эти холодные неодоушевленные предметы участвуют в человеческих переживаниях? Французская писательница мадам Катулл Менде говорила в связи с этим, что всегда надевает столько колец, сколько возможно, так как ее драгоценности бывают оскорблены, когда она их не носит. Она отмечала: «У меня есть рубин, который стал тусклым, две бирюзы, которые становятся бледными как смерть, аквамарины, подобные глазам сирен, полным слез, когда я надолго забываю о них. Как печально мне будет, если драгоценные камни не будут любить меня».

Таким образом, минералы, самоцветы облагораживают и украшают жизнь человека, поднимают настроение, влияют на его поведение, часто вселяя в него чувство уверенности, достоинства и своеобразия (индивидуальности). Яркие окраски минералов, прозрачность, правильность геометрических форм, игра цветов и многие другие физические и химические свойства оказывают магическую власть над человеком, вызывая восторг, восхищение, удивление прекрасными чудесами природы, обеспечивает ему спокойствие, душевное равновесие, уверенность в жизни и благородстве поступков.

Литература

1. Велигжанина А. Такие сапфиры как у Зыкиной носила только принцесса Диана // КП. 18-25 VIII, 2009. – С. 6-7.
2. Велигжанина А. Бриллианты Натальи Дуровой достанутся десятилетней девочке // КП. 26 VIII-2 IX, 2010. – С. 8-9.
3. Индукаев Ю.В. Мир ювелирного зодчества и магичность природных и искусственных камней // Геммология. Томск. Томс. гос. ун-т, 2004. – С. 107-118.
4. Индукаев Ю.В. История развития ювелирного зодчества и современные тенденции его эволюции (на основе музейных и выставочных коллекций) // Геммология. Томск.: ФГУ. Томский ЦНТИ, 2006. – С. 52-59.
5. Николаев С.М. Камни и легенды. Н-ск. Сиб. унив. изд-во, 2005.– 230 с.
6. Плешакова А. Бриллианты вдовы Алексея Толстого достались ее водителю // КП. 2-9 IX, 2010. – С. 39.
7. Ферсман. А.Е. Из истории культуры камня в России. – Л.: Изд-во АН СССР, 1946. –55 с.
8. Ферсман А.Е. Кристаллография алмаза. Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – 566 с.

ТИПОМОРФИЗМ МИНЕРАЛОВ КОРУНДОСОДЕРЖАЩИХ КАЛЬЦИФИРОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОРМИЗАН (КЫРГЫЗИЯ)

О.Н. Камкичева, О.В. Бухарова

Томский государственный университет, г. Томск

getina@ggf.tsu.ru

Драгоценные камни и золото были и остаются показателем состоятельности, благополучия и успешности. Однако не все драгоценные камни одинаково популярны и востребованы на ювелирном рынке.

Согласно классификации природных камней Е.Я. Киевленко [3], различают 3 группы камней: ювелирные, ювелирно-поделочные и поделочные. В группу ювелирных камней отнесены те, которые по своей природе являются прозрачными. Среди них одни из самых дорогих и желанных для потребителя камней: алмаз, рубин, изумруд, сапфир, александрит и природный морской жемчуг. Камнесамоцветные ресурсы Российской Федерации уникальны. Страна является одним из ведущих поставщиков алмазного сырья на мировой рынок, в меньшей степени изумруда, александрита, демантоида и ряда прозрачных камней 2-4 порядка. Однако в России не выявлено крупных месторождений рубина, сапфира, шпинели, впрочем, были открыты проявления на Урале (Вишневые и Ильменские горы, Полярный Урал) и Кольском полуострове. А между тем, рубины и сапфиры, благодаря своей цветовой гамме, имеют широчайший круг почитателей. Возможно, неслучайно синтетические рубины стали символом состоятельности советских граждан 80-х -90-х прошлого века.

Известно, что месторождения благородного корунда весьма редки, поскольку прозрачные кристаллы могут формироваться лишь при благоприятных условиях роста. К наиболее важным коренным источникам благородного корунда относятся мрамора и скарнированные мрамора содержащие рубиновую минерализацию, а также

сапфиросные базальты. Традиционно лучшие камни поступают на рынок из азиатского региона. Это месторождения Могок, Монг Шу и Намья (Бирма). Небольшое количество рубинов дает месторождение Индии (штат Кашмир). Известны месторождения благородного корунда в Таджикистане, Афганистане (месторождение Джигдаллек), Пакистане. Определенная часть благородных корундов на рынке ювелирного сырья представлена индивидами из Танзании (месторождение Лонгидо и Умбы).

Одно из территориально близких месторождений благородного корунда было разведано на территории Кыргызстана, в пределах Тянь-Шаньской складчатой области [5]. Корунд месторождения Ормизан по заключению геммологической экспертизы, в целом, сравним с материалом из Памира и Таиланда. Образцы корундосодержащих кальцифиров месторождения Ормизан дополнили коллекцию Минералогического музея им. И.К. Баженова Томского государственного университета (переданы 2009 г. главным геологом экспедиции «Кыргызсамоцвет» В.М. Поповым). Было выполнено полное минералого-петрографическое исследование образцов. Анализ полученных данных показал наличие типоморфных признаков второстепенных минералов месторождения Ормизан.

Геологическое строение района и петрологическая характеристика пород месторождения Ормизан

В геологическом строении объекта принимают участие палеозойские и четвертичные образования. Палеозойский комплекс представлен толщей мраморов и кристаллических сланцев (S₂-D[?]ms).

Толща мраморов и кристаллических сланцев, по преобладанию той или иной составляющей, разделена на две пачки. Верхняя пачка сложена преимущественно мраморами (S₂-D[?]ms), нижняя - кристаллическими сланцами. Породы интенсивно дислоцированы - широко развита изоклиальная складчатость и сопутствующие ей продольные разломы.

На месторождении Ормизан установлено два пространственно разобщенных продуктивных горизонтов мраморов. Для них характерно блочное строение, обусловленное наличием корундовой минерализации. Корундосодержащие кальцитовые мраморы - это светло-серые породы с мелко- среднезернистой структурой массивно-слоистой, иногда пятнисто-полосчатой текстурой. В основной матрице породы отчетливо различимы редкие (около 1 %) вкрапления фиолетово-розового корунда, размеры которого могут достигать 1 см. «Пустые» блоки имеют темно-серую окраску средне-крупнозернистую структуру, плотную массивную текстуру. Они представлены на 80 % метаморфизованным кальцитом, в матрице которого выделяются обособленные агрегаты неправильной формы, состоящие из силикатов. Строение агрегатов неоднородное, реже зональное.

Методы исследования минералов месторождения Ормизан

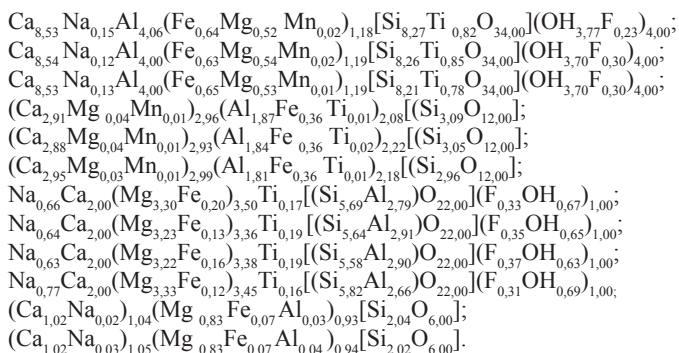
Исследования типоморфизма минералов базировалось на изучении и уточнении химических особенностей четырех второстепенных минералов месторожде-

ния Ормизан: везувиана, граната, амфибола, пироксена, поскольку именно они, в силу большой изоморфной емкости, могут характеризовать особенности минералообразующей среды. Анализы минералов проводились на базе аналитического комплекса РЭМ «VEGA II LMU» совмещенного с энергодисперсионным спектрометром (Oxford INCA Energy350) (ЦКП «Аналитический центр геохимия природный систем»). Результаты химических анализов и их пересчет на кристаллографические формулы приведены ниже (табл.).

Таблица

**Химический состав минералов кальцифиров
месторождения благородного корунда Ормизан, (вес. %)**

№	Оксиды Мин.вид	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	FeO	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	Сум-ма
1	везувиан	37,38	15,60	4,93	3,48	1,57	0,01	35,98	0,34	99,29
2	везувиан	37,19	15,45	5,08	3,39	1,59	0,10	35,90	0,30	99,00
3	везувиан	36,79	15,26	4,69	3,52	1,62	0,04	35,70	0,30	97,92
4	гранат	39,13	20,15	0,25	5,49	0,32	0,22	34,38	0,00	99,94
5	гранат	39,09	20,11	0,31	5,46	0,31	0,19	34,47	0,00	99,94
6	гранат	39,18	20,20	0,24	5,60	0,29	0,14	34,28	0,00	99,93
7	амфибол	44,02	17,09	1,66	1,11	16,79	0,00	13,86	2,99	97,52
8	амфибол	42,52	18,67	1,94	1,19	16,25	0,00	13,83	2,53	96,93
9	амфибол	42,01	18,56	1,88	1,43	16,19	0,00	14,11	2,45	96,63
10	амфибол	44,02	17,09	1,66	1,11	16,79	0,00	13,86	2,99	97,52
11	пироксен	55,82	0,62	0,00	2,14	15,01	0,00	25,95	0,29	99,83
12	пироксен	55,34	0,91	0,00	2,16	15,17	0,00	25,98	0,36	99,92



Обсуждение результатов

Везувиан месторождения Ормизан образует зернистые изометричные агрегаты оранжево-коричневого цвета. По данным химического анализа видно, что для везувиана месторождения Ормизан характерен небольшой недостаток кальция, повышенное содержание титана, в небольшом количестве присутствует натрия (до 0,34%). Отчетливо наблюдается изоморфизм между железом, магнием, марганцем, при этом количество железа существенно доминирует относительно магния и марганца. Поскольку содержанием титана в исследуемом везувиане может достигать 4,69-5,08 %, что позволяет его отнести к титанвезувиану [2]. Преимущественно высокое содержание титана присуще для везувиана базальтов и ультрамафитов. В данном случае повышенное содержание является типоморфным признаком везувиана месторождения Ормизан.

Гранат месторождения Ормизан имеет красно-коричневую окраску, образует вкрапленные зернистые обособления, реже плотные сливные агрегаты. По данным химического состава исследуемые индивиды относятся к гранатам гроссуляр-андрадитового ряда. Заметим, что алюминий (около 20%) преобладает над железом (5,6%). В качестве незначительной примеси присутствуют магний (0,3%), титан (0,2-0,3%) и марганец (0,14-0,22%).

Раскрывая основные особенности химизма гранатов Ормизан, был произведен расчет миналов (гипотетических молекул). На гроссулярный минал приходится около 85%. На долю андрадита приходится 10 %. Альмандиновая составляющая составляет около 1 %, пироповая - 4 %.

Таким образом, изучение граната из месторождения Ормизан показало, что гранаты относятся к кальциевому ряду и по содержанию в них CaO, согласно классификации Н.В. Соболева [5], генетически связаны с кальцифирами, мраморами, что полностью соответствует генезису месторождения Ормизан. В качестве изоморфных примесей в гранате присутствует Ti (до 0,30 вес. %), что можно рассматривать как типохимический признак гранатов изучаемого месторождения. Гранат месторождения Ормизан относится к минеральному виду гроссуляр, в который входит до 5 % пиропового и альмандинового миналов, а повышенное содержание Al в гранатах можно отнести к типоморфному признаку гранатов кальцифиров содержащих корундовую минерализацию.

В изучаемых образцах месторождения Ормизан были обнаружены небольшие линзовидные обособления минерала с тонкоигльчатой формой зерен, медово-коричневого цвета, со специфическим алмазным блеском и твердостью около 5. Полученная рентгенограмма показала 90 % совпадения дифракционных максимумов с эталонной рентгенограммой роговой обманки.

Химический анализ показал, что роговая обманка месторождения благородно-го корунда Ормизан отличается повышенным содержанием алюминия, титана и магния. Таким образом, исследуемый амфибол на 85 % состоит из керсутитового минала, на тремалитовый приходится около 11%, а актинолитовая составляющая равна 4%. Известно, что титанистая высокоглиноземистая роговая обманка –

керсутит $(\text{Na}, \text{K})_{0-1}(\text{Ca}_{1,34-2} \text{Na}_{0-0,66})[(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}, \text{Al})_{4-4,5} \text{Ti}_{0,5-1} [\text{Si}_{5,3-6,5} \text{Al}_{1,5-2,7} \text{O}_{22}]](\text{OH}, \text{F}, \text{Cl}, \text{O})_2$. — редкий амфибол, который встречается в основном в щелочных базальтоидных и габброидных породах, очень редко в сиенитах и гранитоидах. Керсутит ($\text{Fe} > 2$) и феррокерсутит ($\text{Fe} 2,5-5$) являются позднемагматическими и послемагматическими минералами, они образуются по пироксенам и другим минералам [4]. Сам факт обнаружения керсутита в минеральной ассоциации кальцифиров месторождения Ормизан позволяет отнести эту разновидность к типоморфным минералам пород с корундовой (в меньшей степени, шпинелиевой) минерализацией. Такой нетипичный для роговой обманки цвет (медово-коричневый) обусловлен содержанием и соотношением таких элементов как железо, титан и магний.

По результатам макроскопического описания образцов, а также при петрографическом их исследовании, в породах месторождения Ормизан был обнаружен пироксен. Пироксен относится к минеральному виду диопсид, в котором порядка 15-17 % приходится на геденбергитовый минал. Такой пироксен типичен для пород метаморфического генезиса (скарнов и кальцифиров). Для диопсида месторождения Ормизан характерно повышенное содержание алюминия, что является его типоморфной чертой.

Заключение

В результате проведенных исследований были выделены типоморфные признаки ряда минеральных групп месторождения Ормизан (Кыргызстан), которое является источником благородных корундов, в меньшей степени, благородной шпинели.

Типохимизм минеральной ассоциации кальцифиров месторождения Ормизан заключается в повышенной титанистости, глиноземистости и, в меньшей степени, магниальности анализируемых второстепенных минералов.

Изучение типоморфных особенностей сквозных минералов кальцифиров и мраморов с камнесамоцветной минерализацией, а также создание банка геохимических и минералогических данных позволит минимизировать затраты на стадии поисково-разведочных мероприятий.

Литература

1. Булах А.Г. Руководство и таблицы для расчета формул минералов / А.Г. Булах. — М.: Недра, 1967. — 143 с.
2. Годовиков А.А. Минералогия / А.А. Годовиков. — М.: Недра, 1970. — 520 с.
3. Киевленко Е.Я. Геология месторождений драгоценных камней / Е.Я. Киевленко, Н.Н. Сенкевич, А.П. Гаврилов. — М.: Недра, 1982. — 279 с.
4. Литвин А.Л. Кристаллохимия и структурный типоморфизм амфиболов / А.Л. Литвин. — Киев: Наукова думка, 1977. — 236 с.
5. Попова О.М. Генезис и минералогия месторождения благородного корунда Ормизан // Геммология: Сборник статей. Томск: ФГУ «Томский ЦНТИ», 2006, С. 92-96.
6. Соболев Н.В. Парагенетические типы гранатов / Н.В. Соболев. - М.: Наука, 1964. - 219 с.
7. Типоморфизм минералов: Справочник / Под ред. Л.В. Чернышевой. — М., Недра, 1989. — 560 с.

ПРИРОДА ОКРАСКИ БОРНЫХ МИНЕРАЛОВ ДАЛЬНЕГОРСКОГО БОРОСИЛИКАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

О.А. Карась, В.А. Пахомова

*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток
okaras@yandex.ru*

Окраска минералов – способность минералов отражать и преломлять свет, создавая определённое ощущение цвета. Из всех оптических свойств цвет (окраска), пожалуй, имеет наибольшее значение, особенно для непрозрачных камней, поскольку эффект воздействия света на драгоценный камень определяет его красоту. Цвет минерала значим сам по себе, и имеет наибольшее значение для непрозрачных камней, а привлекательность прозрачных камней зависит от их «игры», цвета и блеска. Природа окраски минералов окончательно не выяснена. Известно, что в ряде случаев цвет минералов зависит от их внутренней структуры, от механических примесей и, главным образом, от присутствия элементов-хромофоров. В последнем случае механизм появления той или иной окраски не всегда ясен, поскольку один и тот же химический элемент окрашивает разные драгоценные камни в различные цвета. Так, примесь Сг вызывает зеленую окраску в изумруде и красную окраску в рубине.

В научной литературе для обозначения окраски минералов выделяются следующие группы окрасок:

- идиохроматическая, собственная окраска, связанная с внутренними свойствами минерала, как правило, свойствами ионов примесей, внедрившихся в кристаллическую решетку;
- аллохроматическая, чужеродная окраска, не связана напрямую с природой минерала, и определяется окрашенными минеральными примесями;
- псевдохроматическая окраска, вызывается интерференцией падающего света в прозрачных или полупрозрачных минералах, возникающей при отражении от внутренних поверхностей, трещин спайности.

При обозначении типа окраски необходимо учитывать ее природу, основанную на понимании физических механизмов ее формирования, что стало возможно с развитием квантовой физики спектроскопии твердого тела.

Наиболее корректной, адаптированной к современному уровню знаний о механизмах возникновения и причинах окраски минералов, представляется классификация окрасок минералов, предложенная М.В. Морозовым [1] на основании анализа отечественной и зарубежной литературы. Она приближена к современному физическому пониманию причин окраски и предполагает следующие характерные для природных минералов ситуации:

- естественная окраска соответствует теоретической конституции минерала, т.е. его идеальному составу и кристаллической структуре;
- дефектная окраска соответствует определенной разновидности минерала и

вызвана изоморфными примесями и другими точечными дефектами кристаллической структуры;

- агрегативная окраска вызвана присутствием посторонних фаз (минеральных и флюидных включений).

Известно, что цвет минералов зависит от их внутренней структуры, от механических примесей и, главным образом, от присутствия элементов-хромофоров, т.е. элементов – носителей окраски. Это Fe^{3+} (красно-бурый), Fe^{2+} (зеленый), Mn^{3+} (розовый), Cr^{3+} (зеленый и красный, в зависимости от содержания окиси хрома), Cr^{6+} (оранжевый), Cu^{2+} (зеленый и синий, в зависимости от количества кристаллизационной воды), Co^{2+} (розовый), Ni^{2+} (зеленый и желтый), V^{3+} (зеленый), Ti^{4+} (синий) и некоторые другие. Эти элементы могут быть основными элементами минерала (Cu в малахите; Mn в родоните), а могут входить в состав минерала лишь в виде примесей.

Относительно окраски интересующих нас минералов в последние годы зарубежными учеными проведены фрагментарные исследования методами лазерной абляции и спектроскопии. Авторы статьи [3] исследовали аксинит с цветовой зональностью, где сравнили голубые и светло-коричневые зоны при помощи метода лазерной абляции. Результаты их исследований показали присутствие в голубой зоне большего количества Ti и Mn (0,09 vs. 0,01 wt.% TiO_2 ; 0,31 vs. 0,18 wt.% MnO), чем в светло-коричневой. Спектры, полученные при исследовании голубого аксинита ультрафиолетовой спектроскопией [2], показали присутствие ванадия (579 nm), примесь которого вызывает голубой цвет. Исследования окраски датолита и данбурита в доступных литературных источниках не обнаружены, не считая упоминания химического состава желтого данбурита, которое приводится в статье [5], где, кроме главных компонентов, отмечается присутствие Sr . Причина желтой окраски в статье не обсуждается.

Прежде, чем перейти к обсуждению полученных данных, необходимо, прежде всего, обозначить месторасположение района работ. Дальнегорское боросиликатное месторождение расположено в центральной части одноименного рудного района, оруденение которого весьма разнообразно. Здесь, кроме обсуждаемого боросиликатного месторождения-гиганта, локализируются месторождения прожилково-вкрапленных олово-полиметаллических руд, скарновые и жильные свинцово-цинковые месторождения и золото-серебряные жильные рудопроявления. Скарновое рудное тело с аксинит-данбурит-датолитовой минерализацией Дальнегорского боросиликатного месторождения приурочено к толщам средневерхнетриасовых рифогенных известняков, которые представляют собой фрагменты в раннемеловой аккреционной призмe. Скарновое рудное тело имеет сложное внутреннее строение, обусловленное наличием блоков незамещенных пород, тектонических нарушений, даек диабазовых порфиритов. Датолитовое, в меньшей степени датолит-данбуритовое и аксинит-датолитовое оруденение является наложенным и сформировалось в инфильтрационных известковых скарнах. Установлено, что масштабы оруденения зависят от степени изменения скарнов, которая

уменьшается на глубину. Геденбергитовые, гранатовые, волластонитовые и другие скарны пространственно совмещены с интрузивом, который обеспечил температурные условия для метасоматоза.

Нами для выяснения природы окраски борных минералов проведены исследования аксинита, даголита и данбурита различными методами, ориентированными на выяснение их состава и структуры. Химический состав борных минералов, как следует из приведенных данных микрозондового анализа (табл. 1), близок к теоретическому.

Таблица 1

Средние химические составы боросиликатов Дальнегорского месторождения

	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	MnO	Fe ₂ O ₃	Сумма
Данбурит	0,28	0,3	49,78	22,85	-	0,4	73,65
Аксинит	0,27	17,33	41,21	19,34	9,48	3,11	90,74
Датолит	-	-	37,42	34,01	-	-	71,43

Изучались кристаллы аксинита, преимущественно коричневого цвета, с различными оттенками. Иногда в аксинитах с преобладающей коричневой окраской наблюдаются голубые зоны шириной не более 1-1,5 мм [4]. Существенных различий в составе коричневой и голубой зон не обнаружено. Применение атомно-силового микроскопа также не привело к выявлению значимой зависимости структуры разноокрашенных зон и окраски аксинита.

Методом атомной абсорбции были определены элементы-примеси (Fe, Mn, Cu, Na, K, V) в коричневом и коричневом с зеленоватым оттенком аксинитах (табл. 2), в голубом и зеленом даголите, в бесцветном данбурите. Установлено, что в качестве основных элементов, ответственных за окраску аксинитов, выступают Fe, Cu, V, Ti и Mn. Трехвалентное железо, выявленное в составе интенсивно окрашенных коричневых аксинитов методом ЭПР, обуславливает коричневую окраску, в зеленых аксинитах различных оттенков присутствуют двухвалентное железо, ванадий и медь. Голубая окраска вызвана титаном и марганцем. Вероятно, зеленый цвет даголита объясняется большим содержанием Cu. Элемент-хромофор, отвечающий за голубой цвет, пока нами установлен не был.

Таким образом, окраска аксинита связана, по-видимому, с присутствием элементов-хромофоров и механическими примесями и является, согласно современной классификации, агрегативной, что подтверждается нашими наблюдениями в шлифах и пластинах. Агрегативная окраска вызвана присутствием посторонних фаз, таких как мелкие кристаллы других минералов и флюидные включения, т.е. ее определяет характер минерального агрегата, в котором имеется один минерал-хозяин, а остальные фазы играют роль подчиненных, но участвующих в процессе поглощения и рассеяния света, проходящего сквозь минерал-хозяин.

**Содержание элементов-примесей в борных минералах
Дальнегорского месторождения**

Минерал	Элементы-примеси					
	Fe	Mn	Cu	Na	K	V
1. даголит (голубой)	0,05	0,0049	0,001	0,29	0,1	-
2. даголит (зеленый)	0,2	0,0052	0,002	0,25	0,09	-
3. данбурит (бесцветный)	0,13	0,0037	-	0,26	0,14	-
4. аксинит (зеленоватый)	2,76	5,62	0,0066	0,29	0,13	0,0017
5. аксинит (коричневатый)	3,47	5,26	0,0041	0,39	0,11	0,00056

Аксинит принадлежит к группе минералов, весьма насыщенными включениями. В нем установлены как минеральные, представленные эпидотом, сфеном, биотитоподобной слюдой, хлорит-тюрингитом, гранатом (гроссуляр-андрадитого ряда), так и флюидные включения. Участки, наименее заполненные минеральными и флюидными включениями, обладают менее интенсивной окраской. Окраска даголита, согласно современным представлениям, по природе относится к дефектной и вызвана изоморфными примесями.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ДВО РАН № 11-III-B-08-194, № 11-III-B-08-184.

Литература

1. Морозов М.В. «Собственная» и «чужеродная» окраска минералов: разночтения в современной минералогической терминологии // Доклады VIII международной конференции «Новые идеи в науках о Земле», 2007. Т.4. – С. 126-129
2. Arlabosse J., Rondeau B., Fritsh E. A blue manganaxinite. // *Gems and Gemmol.* 2008. V. 44. N 1. p. 81.
3. Fritz E.A., McClure S.F., Laurs B.M., Simmons W.B., Falster A.U. Color-zoned axinite from Pakistan. // *Gems and Gemmol.* 2007. V. 43. N 3. p. 254-255.
4. Karas O.A., Pakhomova V. A., Ushkova M.A., Laptash N.M., Zarubina N.V. Axinite of the Dal'negorsky borosilicate deposit (the Primorsky Region, Russia): origin of coloration // *The Journal of the Gemmological Association of Hong Kong*, P.56-58
5. Kiefert L. Unusual danburite pair. // *Gems and Gemmol.* 2007. V. 43, N 2. P. 167-168

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТОПОМИНЕРАЛОГИЯ ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ ЩЕЛОЧНОГО И НОРМАЛЬНОГО РЯДА ЗАПАДНОЙ МОНГОЛИИ

С.И. Коноваленко

Томский государственный университет, г. Томск

Гранитные пегматиты всегда рассматривались как сложные по составу минералогические объекты, несущие помимо основной рудной (Li, Be, Ta, Nb, Cs, Sn, Y и др.) и нерудной (полевошпат, мусковит, морион, топаз, берилл, турмалин и др.) минерализации широкий спектр редких, а также ультраредких коллекционных минералов. Специфику последних в конкретных пегматитовых провинциях и полях обычно определяла петрология и геохимия материнских гранитов и в меньшей степени химизм пород рамы пегматитоносных массивов, куда внедрялись пегматитовые жилы. Это можно хорошо показать на примере западной части Монголии, где различные гранитные пегматиты, топоминералогией которых автор занимался на протяжении последних десяти лет, распространены очень широко.

Пегматиты являются обычными поздними производными многих гранитных массивов Западной Монголии как нормального так и щелочного ряда. При определенном сходстве в характере распространения, внутренней зональности, валового минерального состава, основу которого представляет кварц-калцишпатовая матрица с подчиненной ролью кислого плагиоклаза, особенности акцессорной и рудной минерализации тех и других пегматитов, безусловно, весьма специфичны и отражают индивидуальную геохимическую специализацию предшествовавших им расплавов в свою очередь, связанную с особенностями источника или источников магм. Это можно наглядно показать на примере двух наиболее хорошо изученных и одновременно наиболее сложных по минералогии пегматитовых полей региона, одно из которых – Халдзан-Бурэгтейское – находится в раннекаледонской Озерной зоне, а другое – Индертинское – расположено в каледонидах Монгольского Алтая. Сравнительной топоминералогии этих объектов и посвящена данная работа. Халдзан-Бурэгтейское пегматитовое поле пространственно и генетически связано с одноименной группой массивов щелочных гранитов среднепалеозойского возраста (391-395 млн. лет), которые активно изучаются, начиная с 80-тых годов прошлого века вплоть до настоящего времени, в первую очередь потому, что с данными породами связано крупное комплексное месторождение Nb, Zr, TR, Y, U, Th и Be [1, 5]. Формирование собственно Халдзан-Бурэгтейского массива отличалось длительностью и глубокой дифференциацией исходного магматического расплава и протекало в следующей последовательности (от ранних фаз к поздним): 1 – нордмаркиты и синхронные с ними долериты; 2 – щелочные граниты и синхронные с ними долериты; 3 – экериты, мелкозернистые щелочные граниты, пегматиты; 4 – пантелириты; 5 – редкометалльные щелочные граниты; 6 – дайковые калиевые щелочные базиты и, условно, лейкократовые сиениты; 7 – миароловые редкометалльные щелочные граниты [5]. Установлено, что в формировании месторождения

редкометалльных щелочных гранитов участвовало два типа магм, имевших источником преимущественно внутриплитную геодинамическую природу. Один из них был близок по составу к породам группы сиенитов – пантелиритов, другой – экеритов 3-ей фазы [4]. Продуктом конечной дифференциации расплавов второй группы как раз и являются щелочно-гранитные пегматиты массива. Специфика их состава по [4] обязана влиянию с одной стороны островодужных комплексов, а, следовательно, родоначальной для них метасоматизированной мантии мантийного клина (ЖАВ), за счет которых возникали указанные расплавы, а с другой контаминированных континентальных комплексов (СС).

В пределах массива щелочногранитные пегматиты наиболее широко распространены на его северном окончании в Халдзан-Цахиринской зоне. Здесь известно несколько десятков пегматитовых тел двух морфологических типов шлирового и жильного. Шлировые пегматиты имеют неправильную, но в целом субизометричную форму, мелкие размеры (до первых метров в поперечнике) и характеризуются постепенными переходами к материнским породам. Жильные тела – пластинообразные или линзовидные, с четкими, секущими контактами. Мощность их колеблется от дециметров до 2-3 м, протяженность обычно составляет первые десятки метров, до 100 м и более. Оба типа пегматитов имеют зональное строение, однако в секущих жильных телах зональность всегда полнее и выражена четче, чем в шлировых. В эндоконтакте жильных тел присутствует мелкозернистый гранит – пегматит, далее идет зона графического пегматита, постепенно переходящего в апографический, а затем пегматоидный. В центре наблюдается блоковая микроклиновая зона и в большинстве случаев осевое кварцевое ядро, обычно не сплошное, а разлинзованное в цепочку вытянутую по простиранию тел. В шлировых пегматитах краевой зоной является грубозернистый агрегат пегматоидного строения, переходящий в блоковый микроклиновый, а затем кварцевое ядро. В пегматитах широко развиты метасоматические процессы: альбитизация калишпата, эгиринизация щелочного амфибола, окварцевание, флюоритизация, образование сложных по составу псевдоморфоз замещения эвдиалита. По трещинам развиваются гидротермальные прожилки эпидота, кальцита, пирита.

Минеральный состав пегматитов весьма сложен (таблица) и в настоящее время насчитывает 48 минеральных видов [5]. Большая часть их, по мнению П.М. Карташева и др. [3] связана с постмагматическими процессами автотметасоматоза в жилах, в ходе которых разлагались первичные минеральные фазы, происходило разделение лантаноидов, окисление катионов переменной валентности, гидротация безводных соединений и т.д. Анализ таблицы показывает, что в пегматитах Халдзан-Бурэгтейского поля видообразующими являются 29 химических элементов, большая часть которых относится к так называемым некогерентным. С учетом числа выявленных в пегматитах минеральных видов, коэффициент $K = (\text{число минеральных видов} / \text{число видообразующих элементов})$ для объекта равен 1,65. Таким образом, по классификации Б.В. Чеснокова [7], который ввел в практику минералогических исследований коэффициент K , пегматиты Халдзан-Бурэгтега от-

носятся к минералогически сложным объектам. Эта сложность во-многом определяется, как видно из таблицы, разделением в ходе процессов минералообразования лантаноидов, что приводит к появлению сразу нескольких групп минералов селективно обогащенных отдельными редкоземельными элементами (пирохлоры, алланиты, хинганиты). Существующий набор видообразующих элементов и минералов в целом отражает редкометальную специфику массива щелочных гранитов и позволяет отнести пегматиты поля к редкометально- редкоземельной формации и цирконий – редкоземельному минерагеническому эволюционному ряду согласно классификации Б.М. Шмакина [8, 9].

Второе пегматитовое поле – Индертинское – пространственно и генетически связано с одноименным гранитным массивом раннемезозойских биотитовых гранитов (218 ± 10 млн. лет) и располагается в среднем течении р. Булган-гол [2, 6]. Размещение гранитного массива контролируется зоной сочленения крупного субширотного Карагайтинского разлома с поперечными меридиональными нарушениями. Массив представляет собой гигантский штокверк, вытянутый с юго-востока на северо-запад и в целом подчиненный северо-западному простиранию складчатых структур района. Многочисленные согласные и секущие апофизы и жилы гранитов существенно осложняют морфологию контактовой поверхности плутона, свидетельствуя об апикальном уровне его среза. В участках отщепления апофиз крупнопорфировидные граниты ранней фазы переходят в среднезернистые лейкократовые, двуслодяные и биотитовые разновидности с пегматоидными обособлениями, которые в свою очередь, часто связаны постепенными переходами с разнозернистыми пегматоидными гранитами и пегматитами. Массив окружен ореолом метаморфических пород, среди которых наиболее распространены биотитовые и двуслодяные сланцы с силлиманитом и ставролитом. Пегматиты представлены двумя типами тел, общее число которых достигает многих десятков. Численно преобладают фазовые пегматиты жильной формы, отжатые во вмещающие породы. Нередко они являются продолжением тел залегающих в гранитах или выступают частью гранитных апофиз. Мощность жильных тел колеблется от дециметров до первых метров, длина по простиранию меняется от 10 м до 100 м и более. Второй тип пегматитов представляют внутригранитные фациально-фазовые тела штокообразной, линзовидной или жилообразной формы. Они сравнительно немногочисленны (около десятка тел), однако часто очень крупные по размерам (30-50 м поперечником) и наиболее интенсивно минерализованы. Все пегматиты Индертинского поля обнаруживают зональное внутреннее строение, исключительно ярко проявленное, прежде всего в самых крупных штокообразных телах. Контакты их с окружающими гранитами фациальные. Наблюдается постепенный переход изотропных средне- крупнозернистых биотитовых гранитов в средне- крупнозернистый гранит-пегматит с мусковитом. Далее следует зона мелко-среднеграфического пегматита с редким лейстовым биотитом. Она сменяется зоной относительно крупных (десятки см) чередующихся блоков кварца и полевого шпата. Затем идет сплошной блоковый полевой шпат и в осевой зоне расположено кварцевое ядро, се-

рое или белое с краев по окраске и розовое в центре. Специфической особенностью вещественного состава многих пегматитовых тел поля является преобладание в них кислого плагиоклаза над калиевым полевым шпатом, причем этот плагиоклаз связан с первичными комплексами кристаллизации, а не участками автотасоматического замещения. По составу он отвечает альбит-олигоклазу или даже альбиту (№ 10-15) Второй особенностью состава, возможно вытекающей из первой, является отсутствие в пегматитах типичного кварц-мусковитового комплекса замещения, связанного с гидролизом калишпата, на фоне широкого развития гнездообразных линзовидно-ленточных скоплений гиганто-кристаллического ельчатого мусковита зоны первичной кристаллизации в обрамлении крупных блоков альбит-олигоклаза и альбита. В соответствии со своим валовым составом отдельные пегматитовые тела Индертинского поля относятся к микроклин-олигоклаз-мусковитовому, олигоклаз-мусковитовому или альбит-мусковитовому и реже микроклин-мусковитовому типу.

Комплексы замещения развиты в пегматитах слабо. Чаще всего это участки или гнезда альбитизации, с которыми связана редкометалльная минерализация. В отдельных телах мощно проявлен необычный серицит-турмалиновый агрегат, образованный вероятно в ходе переработки пегматитовым расплавом попавших в него ксенолитов вмещающих сланцев. Следствием данного процесса является обогащение таких тел, турмалином с появлением гигантских (до 2х6 м) параллельношестоватых сростков кристаллов шерла. Под кварцевыми ядрами наиболее дифференцированных тел встречаются небольшие камеры остаточной кристаллизации (до 0,5) с кристаллами мориона и полевого шпата на стенках.

Таблица

Минеральный состав гранитных пегматитов Западной Монголии

Класс / минерал	Формула	1	2
Сульфиды и их аналоги			
Пирит	FeS ₂	-	+
Пирротин	FeS	-	+
Галенит	PbS	+	-
Фториды			
Флюорит	CaF ₂	+	+
Оксиды и гидрооксиды			
Кварц	SiO ₂	+	+
Гематит	Fe ₂ O ₃	+	+
Рутил	TiO ₂	+	-
Ильменит	FeTiO ₃	+	+
Ильменорутил	(Ti,Nb,Fe ³⁺) ₃ O ₆	+	-
Фергусонит-(Y)	(Y, Nd)NbO ₄	+	-

Бета-фергусонит-(Y)	Y NbO ₄	+	-
Ферсмит	CaNb ₂ O ₆	+	-
Ферроколумбит	FeNb ₂ O ₆	+	+
Манганколумбит	(Mn,Fe)(Nb,Ta) ₂ O ₆	-	+
Поликраз-(Y)	(Y,Ca,Ce,U,Tn)(Ti,Nb,Ta) ₂ O ₆	-	+
Уранпирохлор	(U,Ca,Ce) ₂ (Nb,Ta) ₂ O ₆ (OH,F)	+	+
Итробетафит-(Y)	(Y,U,Ce)(Ti,Nb,Ta) ₂ O ₆ (OH)	-	+
Гетит	FeO(OH)	-	+
Карбонаты			
Кальцит	CaCO ₃	+	-
Бисмутит	Bi(O ₂ ,ICO ₃)	-	+
Сульфаты			
Барит	BaSO ₄	+	-
Фосфаты			
Апатит	Ca ₅ (PO ₄) ₃ F	-	+
Монацит-Се	Ce(PO ₄)	+	-
Ксенотим-(Y)	Y(PO ₄)	+	-
Триплит	(Mn,Fe ²⁺ ,Mg,Ca) ₂ (PO ₄)(F,OH)	-	+
Силикаты островные			
Фаялит	Fe ₂ [SiO ₄]	+	-
Циркон	Zr[SiO ₄]	+	+
Торит	Th[SiO ₄]	+	-
Топаз	Al[SiO ₄](F,OH)	-	+
Титанит	CaTi[SiO ₄]O	+	-
Спессартин	Mn ₃ Al ₂ [SiO ₄] ₃	-	+
Ставролит	HFe ₂ Al ₉ Si ₄ O ₂₄	-	+
Эпидот	Ca ₂ FeAl ₂ [SiO ₄][Si ₂ O ₇]O(OH)	+	+
Алланит-(Ce)	CaCeFeAl ₂ [SiO ₄][Si ₂ O ₇]O(OH)	+	+
Алланит-(Nd)	CaNdFeAl ₂ [SiO ₄][Si ₂ O ₇]O(OH)	+	-
Ферриалланит-(Ce)	CaCeFe ²⁺ Fe ³⁺ Al[SiO ₄][Si ₂ O ₇]O(OH)	+	-
Цахиринит-(Ce)	CaCeFe ²⁺ Fe ₂ ³⁺ Al[SiO ₄][Si ₂ O ₇]O(OH)	+	-
Чевкинит-(Ce)	Ce ₄ Fe ₂ Ti ₃ [Si ₂ O ₇] ₂ O ₈	+	-
Тернебомит-(Ce)	Ce ₂ Al[SiO ₄] ₂ (OH)	+	-
Гадолинит-(Y)	YFeBe ₂ [SiO ₄] ₂ O ₂	+	-
Кальциогдолинит-(Y)	CaYFeBe ₂ [SiO ₄] ₂ O ₂	+	-
Хинганит-(Y)	(Y,Yb)BeSiO ₄ (OH)	+	-
Хинганит-(Ce)	(Ce,Yb)BeSiO ₄ (OH)	+	-
Хинганит-(Nd)	NdBeSiO ₄ (OH)	+	-

Ильваит	$\text{CaFe}_2\text{Fe}[\text{Si}_2\text{O}_7](\text{O},\text{OH})$	+	-
Кайнозит-(Y)	$\text{Ca}(\text{Y},\text{Ce})_2\text{Si}_4\text{O}_{12}(\text{CO}_3)_2\text{H}_2\text{O}$	+	-
Эвдиалит	$\text{Na}(\text{Ca},\text{Ce})_2(\text{Fe}^{2+},\text{Mn},\text{Y})\text{ZrSi}_8\text{O}_{22}(\text{OH})$	+	-
Кольцевые			
Берилл	$\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$	-	+
Шерл	$\text{NaFe}_3\text{Al}_6[\text{Si}_6\text{O}_{18}](\text{BO}_3)_3(\text{OH},\text{F})_4$	-	+
Цепочечные			
Эгирин	$\text{NaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	+	-
Геденбергит	$\text{CaFe}[\text{Si}_2\text{O}_6]$	+	-
Энигматит	$\text{Na}_2\text{Fe}_5\text{Ti}[\text{Si}_6\text{O}_{18}]_2\text{O}_5$	+	-
Бавенит	$\text{Ca}_4\text{Be}_2\text{Al}_2[\text{Si}_9\text{O}_{26}](\text{OH})_2$	+	-
Миларит	$\text{KCa}_2\text{AlBe}_2[\text{Si}_{12}\text{O}_{30}]$	+	-
Ленточные			
Арфедсонит	$\text{Na}_3\text{Fe}_4^{2+}\text{Fe}_4^{3+}[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	+	-
Рибекит	$\text{Na}_2\text{Fe}_3^{2+}\text{Fe}_2^{3+}[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	+	-
Катафорит	$\text{Na}_2\text{CaFe}_4^{2+}\text{Fe}^{3+}[\text{Si}_7\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	+	-
Слоистые			
Мусковит	$\text{KAl}_2[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH},\text{F})_2$	-	+
Биотит	$\text{K}(\text{Fe},\text{Mg})_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH},\text{F})_2$	+	+
Полилитнионит	$\text{KLi}_2\text{Al}[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{F},\text{OH})_2$	+	-
Стильпомилан	$\text{K}(\text{Fe},\text{Mg})_8(\text{Si},\text{Al})_{12}(\text{O},\text{OH})_{27}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	+	-
Каркасные			
Ортоклаз	AlSi_3O_8	+	-
Микроклин	AlSi_3O_8	+	+
Альбит	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	+	+
Гентгельвин	$\text{Zn}_4[\text{Be}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}\text{S}]$	+	-

Примечание. 1 – пегматиты щелочных гранитов Халдзан-Бурэгтгейского массива. 2 – пегматиты гранитов стандартного типа Индертинского массива.

Согласно нашим исследованиям и материалам предшествующих работ [6] состав пегматитов определяют сегодня 28 минеральных видов (таблица). С учетом того, что видообразующими в них выступают 23 химических элемента коэффициент сложности K равен 1,22. Он хотя и уступает соответствующему значению ранее рассмотренных щелочно-гранитных пегматитов Халдзан-Бургэгтгейского массива, но тоже превышает единицу, что заставляет считать и пегматиты Индертинского

поля минералогически сложным объектом. По характеру развитой в них минерализации они такие должны быть отнесены к редкометалльно-редкоземельной формации, но в отличие от Халдзан-Бургэгтейских пегматитов не к цирконий-редкоземельному, а к бериллий-редкоземельному эволюционному ряду, поскольку ведущими элементами в них выступают Be, Nb и Y, при резко подчиненной роли легких лантаноидов и циркония. Показательно появление в составе летучих бора, полностью отсутствовавшего в расплавах щелочных гранитов Халдзан-Бургэгтейского массива.

Что же касается коллекционной значимости двух рассмотренных объектов, то она конечно неравноценна. Минералогические редкости явно доминируют в щелочно-гранитных пегматитах Халдзан-Бургэгтейского массива. Достаточно сказать, что в них открыто к сегодняшнему дню два новых минеральных вида – цахириноит – (Ce) и ферриалланит – (Ce), обнаружены такие редкие минералы как кальциогадолинит, хинганит, кайнозит. В тоже самое время эти пегматиты, увы, не могут похвастаться крупными выделениями или хорошо образованными кристаллами не только редких, но и обычных минералов. Гранитные пегматиты нормального ряда, напротив, уступая по обилию редкостей, довольно часто содержат очень крупные выделения второстепенных и аксессуарных минералов: турмалина (до 6 м), берилла (до 1 м), мусковита (до 0,5 м), алланита – (Ce) (до 20 см), манганколумбита (до 5 см), итробетафита – (Y) (до 5 см), триплита (до 20 см) и некоторых других. Часть минералов данных жил полупрозрачны (розовый кварц, берилл, морион) или даже прозрачна (кварц, берилл), что заставляет относить их к поделочным или ювелирным разновидностям. Безусловно однако, что как те, так и другие пегматиты заслуживают дальнейшего минералогического изучения и в состоянии преподнести много сюрпризов.

Литература

1. Андреев Г.В., Рипп Г.С., Шаракшинов А.О., Минин А.Д. Редкометалльная минерализация щелочных гранитоидов Западной Монголии. – Улан-Уде, 1994. – 137 с.
2. Goverdovsky V.A., Borisenko A.S., Obolenskiy A.A. и др. Геодинамические обстановки и возрастные рубежи формирования редкометалльного оруденения Западной Монголии. // Природные ресурсы Горного Алтая. – Горно-Алтайск. 2005. - №1 – С. 63-67.
3. Карташов П.М., Волошин А.В., Пахомовский Я.А. О зональном кристаллическом гадолините из щелочно-гранитных пегматитов Халдзан-Бургэгтэга (Монгольский Алтай). // Зап. ВМО. 1993. – Ч.122, №3. – 65-79.
4. Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Козловский А.М. и др. Два типа источников магм редкометалльных щелочных гранитоидов // Геология рудн. месторождений. 2007. – Т. 48, №6. – С.506-534.
5. Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Сальникова Е.Б. и др. Халдзан-Бургэгтейский массив щелочных и редкометалльных магматических пород: строение, геохронология и геодинамическое положение в каледонидах Западной Монголии // Петрология. 2004. – Т.12, 3 5. – С. 467-494.
6. Хасин Р.А., Чернявский В.И. Пегматиты района среднего течения р. Булган-Гол в Западной Монголии. // Материалы по геологии МНР. – М.: Госгеолтехиздат, 1963. – С. 191-218.
7. Чесноков Б.В. Клэффицент К – новая характеристика минералогических объектов // Уральский минералогический сборник. – Миасс, 1997. - №7. – С. 264-268.

8. Шмакин Б.М. О разнообразии акцессорных минералов гранитных пегматитов редкометалльно-редкоземельной формации // ЗВМО. – Ч.136, №4. – С.16-23.
9. Шмакин Б.М., Загорский В.Е., Макагон В.М. Редкоземельные пегматиты. Пегматиты необычного состава / – Новосибирск: Наука, 2007. – 432 с.

КОЛЛЕКЦИОННЫЙ РАЙ ДАЛЬНЕГОРСКОЙ ГРУППЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ПРИМОРЬЕ)

С.И. Коноваленко, Л.А. Зырянова, В.Л. Свешникова

Томский государственный университет, г. Томск

luiza@ggf.tsu.ru

Скарновые полиметаллические и боросиликатные месторождения Дальнегорского рудного поля расположены в среднем течении реки Рудной, стекающей с восточного склона хребта Сихотэ-Алинь в Японское море.

Эти месторождения известны с 1887 г., а их эксплуатация началась в 1940 г. Согласно сложившимся представлениям о геологии Дальнегорского рудного поля (В.И. Смирнов, Д.И. Горжевский, А.Е. Лисицын, И.Н. Говоров и др.) в его строении участвуют породы двух структурных этажей [1, 2]. Нижний этаж, формирующий складчатый фундамент, состоит из геосинклинальных образований каменноугольного, пермского, триасового, юрского и нижнемелового возраста. Эти толщи сложены кремнистыми брекчиями, кремнистыми сланцами, алевролитами, песчаниками и известняками общей мощностью около 8 км. Породы фундамента смяты в складки, осложненные разрывными нарушениями, определяющими блоковую структуру нижнего этажа. Верхний этаж, формирует вулканический чехол. Он образован вулканогенными и вулканогенно-осадочными толщами верхнего мела и палеогена общей мощностью свыше 1 км, выполняющими грабенообразные структуры. Вулканыты представлены раскристаллизованными лавами, игнимбритами, лавобрекчиями и туфами наземного происхождения, преимущественно среднего состава в основании разреза и кислого в его верхних частях. Вулканические породы включают гипабиссальные и субвулканические тела диоритов, гранит-порфиров и сиенит-порфиров позднемелового, а также малые тела диоритов, гранитов и дайек диоритовых и диабазовых порфиритов палеогенового возраста.

Главным в Дальнегорском рудном поле считается месторождение Верхнее, к настоящему времени существенно отработанное, кроме него, известны месторождения: Первое Советское, Второе Советское, Партизанское, Тигровое, Николаевское и др. Часть из них выявлена недавно и представляет не выходящие на дневную поверхность объекты (месторождения Николаевское и Садовое). Все перечисленные месторождения сходны по геологическому положению, морфологии рудных тел, минеральному составу руд, времени и механизму рудообразования, что позволяет объединить их в единое рудное поле.

В 1945 году, вскоре после окончания Великой Отечественной войны, побывавший в Приморье академик С.С. Смирнов, увидев в минералогическом музее Дальнегорского рудника кристаллы прозрачного датолита, обратил внимание местных геологов на этот минерал, как на возможный источник бора. И уже в следующем году сотрудники института Горнохимического сырья провели массовое опробование на бор в окрестностях бывшего поселка Тетюхе и установили, что скалы по бортам долины реки сложены не известняком, как считалось ранее, а датолитом. Так было открыто крупнейшее в России месторождение бора, в то время, названное Тетюхе, а позднее переименованное в Дальнегорское по имени рядом расположенного рудничного поселка.

Дальнегорское боросиликатное месторождение находится в центральной части одноименного рудного района. На его территории распространены терригенно-карбонатно-кремнистые отложения триасово-нижнемелового возраста. Структура месторождения имеет сложное складчато-блоковое строение. Здесь широко развиты разрывные нарушения, различные по размерам, ориентировке в пространстве, генетическим и морфологическим типам, характеру смещений и возрасту. Само месторождение парагенетически связано с двумя постлеорогенными магматическими комплексами, установленными в пределах рудного района – сихалинским и долинным. Сихалинский комплекс относится к калиево-щелочному типу и представлен малыми интрузиями (штоками, дайками, лакколитами) шонкинитов, эссексит-диабазов, трахиандезитов, лейцитовых трахитов, развитых в центральной части месторождения. Долинный комплекс магматических пород представлен преимущественно калиевыми гранитами, относящимися к гранитам латитового ряда.

Месторождение представлено несколькими бороносными скарновыми телами, простирающимися согласно складчатой структуре на 3,5 км и приуроченными к линзам известняков с горизонтами переслаивающихся песчаников и алевролитов. Главное рудное тело, находящееся в центральной части месторождения, имеет мощность более 500 м при почти вертикальном падении. Породообразующими минералами скарнов являются: геденбергит, волластонит и гранат гроссуляр-андрадитового ряда. В скарнах широко развиты кварц и кальцит.

Основным промышленным минералом бора главного рудного тела является датолит. На северо-восточном фланге небольшую часть руд слагают датолит-данбуритовые агрегаты с преобладанием последнего. В настоящее время данбуритовые руды практически выработаны, и предметом добычи служит датолит. С учетом состава выделены геденбергит-датолитовая, гранат-датолитовая, кальцит-датолитовая, гранат-кальцит-датолитовая природные минеральные разновидности руд. Они различно окрашены и имеют полосчатые и кокардовые текстуры.

В сентябре 2011 г. авторам посчастливилось посетить действующий карьер Дальнегорского боросиликатного месторождения, входящего в группу месторождений Дальнегорского рудного поля с целью отбора коллекционных образцов для минералогического музея Томского государственного университета и для пополнения минералогических учебных коллекций. Со всем разнообразием коллекционного материала Дальнегорской группы месторождений удалось познакомиться при посеще-

нии городского краеведческого музея, минералогического музея комбината «Бор», местных коллекционеров г. Дальнегорска, а также геолого-минералогического музея Дальневосточного геологического института ДО РАН (г. Владивосток).

Большая часть образцов была отобрана при посещении карьера Дальнегорского боросиликатного месторождения. Основным источником коллекционных образцов служат так называемые продушины, представляющие собой друзовые пустоты, выполненные различными, характерными для месторождения минералами. Размеры и форма продушин весьма разнообразны.

Авторам удалось отобрать коллекционные образцы из продушин 3-х типов. В первых из них образцы представляют собой сильно уплощенных ромбоэдрических кристаллов кальцита, покрытых кристаллической корочкой кварца, весьма напоминающие «розы». В продушинах второго типа отобраны друзы пирамидально-призматических, иногда скипетровидных кристаллов кварца с формами многоглавого роста на гранях призмы. Часть таких друз содержит налеты и пленки гидроксидов железа, а на других отмечены наростшие ромбоэдрические кристаллы кальцита. Размеры отдельных индивидов кварца в друзах непостоянны и достигают 10 см. Продушины третьего типа выполнены кристаллическими корочками граната гроссуляр-андрадитового ряда с четко проявленным ромбодэдэкаэдрическим габитусом.



Рис. 1. Короткопризматические кристаллы ильванита на кальците.
Месторождение первое Советское. Дальнегорск, Приморье. Фото А.А. Баёвой



Рис. 2. Кристаллы галенита, кальцита на щетке мелкокристаллического кварца. Месторождение Николаевское. Дальнегорск, Приморье. Фото А.А. Баёвой



Рис. 3. Друза уплощенных ромбоэдрических кристаллов розового кальцита. Месторождение Второе Советское, Приморье. Фото А.А. Баёвой



Рис. 4. Друза расщепленных кристаллов розового кальцита.
Месторождение Второе Советское. Дальнегорск, Приморье. Фото А.А. Баёвой



Рис. 5. Автоэпитаксия уплощенных ромбоэдрических кристаллов кальцита («опята»).
Месторождение Второе Советское. Дальнегорск, Приморье. Фото А.А. Баёвой

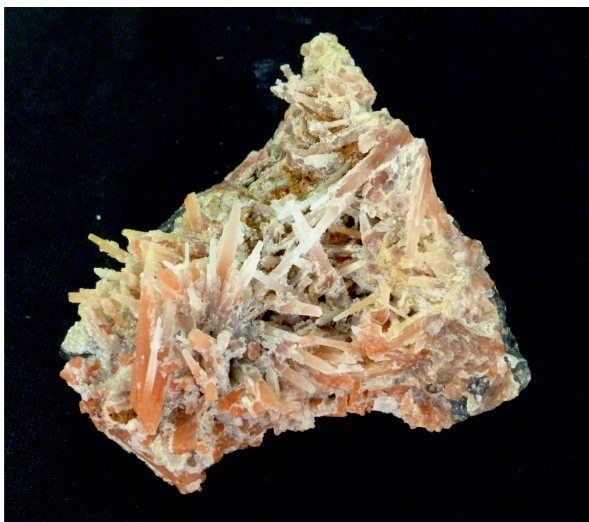


Рис. 6. Друза разноориентированных красновато-оранжевых шестоватых кристаллов кварца. Месторождение Второе Советское. Дальнегорск, Приморье. Фото А.А.Баёвой

В пределах карьера наблюдались также небольшие продушины в форме узких щелей, выполненные кристаллами горного хрусталя, размеры отдельных индивидов которого достигали 5 см в длину.

Отобранные в карьере образцы кальцита разнообразны по форме проявления кристаллов. Одни из них представляют собой автоэпитаксию уплощенных ромбоэдрических кристаллов, за внешнее сходство названные нами «опятами» (рис. 5), другие – достаточно крупные (до 5 см по ребру), изометричные ромбоэдрические кристаллы водяно-прозрачного кальцита, в которых иногда наблюдается оптический эффект, напоминающий иризацию лунного камня.

В карьере собрана также небольшая коллекция образцов геденбергита, представленного хорошо образованными радиально-лучистыми, веерообразными агрегатами. Собранные здесь же образцы желтоватого и светло-зеленого датолита обнаруживают друзовые сращения толстотаблитчатых кристаллов размером до 3 см, на гранях которых иногда наблюдаются корочки мелкокристаллического апофиллита.

Часть коллекционных образцов с других месторождений Дальнегорского рудного поля была приобретена у коллекционеров или получена от них в дар. Несомненный интерес среди них представляют образцы ильваита – минерала, хотя и типичного для контактово-метасоматических месторождений, но не всегда встречающегося в виде хорошо образованных кристаллов, размеры и совершенство которых приемлемы для коллекционирования. Коллекционный ильваит встречается на ме-

сторожении «Первое Советское» и «Верхнее». Образцы месторождения «Первое Советское» сложены кристаллическим кальцитом, густо покрытым короткопризматическими почти черными блестящими кристаллами ильваита размером до 5 мм (рис. 1). В образцах с месторождения «Верхнее» ильваит образует мелкокристаллическую сыпь на гранях длиннопризматических кристаллов кварца.

Весьма эффектные и неожиданны псевдоморфозы длиннопризматических разноориентированных прозрачных и полупрозрачных кристаллов кварца по данбуриту с месторождения «Бор». Самая крупная псевдоморфоза, которую удалось увидеть в минералогическом музее комбината «Бор» имеет размер около 60 см по длине.

Мелкие уплощенные призматические кристаллы (до 2 см по длине) прозрачно ювелирного данбурита были отобраны нами на ныне отработанном данбуритовом карьере. Здесь же найдены представляющие минералогический интерес мутные корродированные кристаллы данбурита размером до 4x2x1 см, частично замещенные зернистым кварцем, и отобраны более крупные (до 20 см по удлинению) и более редкие псевдоморфозы, у которых при сохранении внешней данбуритовой корочки центральные части выполнены замещающим зернистым минеральным агрегатом.

Николаевское месторождение в собранной коллекции представлено эффектными образцами сульфидов. Это хорошо известные коллекционерам кристаллы галенита размерами до 4 см (рис. 2), представляющие комбинацию гексаэдра с подчиненным развитием граней октаэдра часто со следами коррозии и растворения, сростки тетраэдрических расщепленных и блочных кристаллов сфалерита и халькопирита. Но наибольший коллекционный интерес представляют образцы толсто-таблитчатых гексагональных кристаллов пирротина размерами до 7x1 см, образующих незакономерные или параллельные сростки с галенитом, пиритом, халькопиритом, кварцем. Некоторые из них частично замещены галенитом.

Нельзя не отметить «изюминки» среди подаренных нам образцов. Это друзы нежно-розового марганцовистого кальцита (рис. 3, 4), друзы кубических кристаллов водяно-прозрачного, так называемого оптического флюорита, и зеленого флюорита, образующего сферокристаллические корочки расщепленных кристаллов, называемые местными коллекционерами «мармеладками».

Достаточно редки в природе, а поэтому интересны как коллекционный материал, образцы псевдодипирамидальных кристаллов горного хрусталя размером до 3 см. Эстетически весьма привлекательны короткопризматические кристаллы размером до 5 см аметистовидного кварца нежного лилово-фиолетового цвета. Несомненно, интересны не имеющие аналогов и весьма ценимые в коллекционном мире так называемые «тектонические кварцы», представляющие собой кристаллы горного хрусталя многократно пересеченные тонкими субпараллельно ориентированными пластинками кальцита. Класс карбонатов представлен в нашей коллекции не только кристаллическим кальцитом, поражающим разнообразием форм проявления, но и арагонитом, образующим радиально-лучистые и листоватые агрегаты иногда с нарощенными на них ромбоэдричными кристаллами кальцита.

Собрана неплохая коллекция аксинита, широко распространенного на всех месторождениях Дальнегогорска, представленного эффектными друзами коричневых клиновидных кристаллов с размерами отдельных индивидов до 4-5 см.

Визитной карточкой коллекционных образцов Дальнегогорска по праву можно считать друзы разноориентированных красновато-оранжевых шестоватых кристаллов кварца, весьма ценных не только среди отечественных коллекционеров, но и за рубежом на международных минералогических выставках и аукционах (рис. 6). Не меньший интерес для коллекционеров представляют образцы одиночных кристаллов и друз темно-зеленого кварца с включениями актинолита Сиверченского месторождения.

Вышесказанное позволяет утверждать, что минералогический музей ТГУ пополнился весьма ценными экспонатами, достойно представляющими Дальнегогорскую группу месторождений.

Авторы выражают глубокую благодарность всем, кто содействовал успешности нашей поездки: В.А. Пахомовой, В.Е. Дмитриеву, А.Г. Ефименко, В.А. Кобыльченко, В.А. Соляник, В.А. Коваленко, А.Г. Глотова, Г.М. Вовне, А.И. Федотову, К.А. Мойсюку.

Литература

1. Лисицын А.Е., Малинко С.В. Дальнегогорское борное месторождение – уникальный минералогический объект // Мир камня, 1994, №4. С. 13-17.
2. Рудные месторождения СССР. – М.: Недра, 1978. С. 171-177.

ИОННАЯ ИМПЛАНТАЦИЯ АЛМАЗА

О.Н. Лопатин, Р.И. Хайбуллин, А.Г. Николаев, В.И. Нуждин

*Казанский государственный университет, г. Казань
anatolij-nikolaev@yandex.ru*

Нет никакой необходимости делать рекламу алмазу – этот минерал общеизвестен как один из самых дорогих самоцветных камней, знакомых человечеству с глубокой древности. С научной, минералогической точки зрения, данный минеральный вид представляет собой одну из полиморфных модификаций самородного углерода.

В геммологии (науке о драгоценных камнях) и в ювелирном деле используются в основном бесцветные, прозрачные кристаллы алмаза, которые после огранки называются бриллиантами. Следует отметить, что нередко как природные, так и искусственные алмазы бывают окрашены в бледные, пастельные тона: бледно-розовый, бледно-желтый, бледно-голубой. Дефектные алмазы с механическими инородными включениями и примесями характеризуются грязно-коричневым или грязно-черным цветом, называются «борт», «карбонадо» и используются в технических целях. Особый и весьма редко реализуемый в природных условиях слу-

чай – когда алмазы окрашены в яркие цвета, и цвет этот равномерно распределен по всему объему кристаллов. Такая сочная и однотонная окраска называется фантазийной, и именно такие алмазы характеризуются наиболее высокой рыночной стоимостью. Из-за редкости подобных камней их рынок в настоящее время весьма специфичен, продажа их осуществляется зачастую через специализированные аукционы типа Сотби (Sotheby's) или Кристи (Christie's). По данным Rapaport Diamond Report – 2009, стоимость самых дорогих фантазийных алмазов красного цвета может достигать 300 000 долларов за 1 карат. В этом отношении легко объясним ажиотаж, связанный в средствах массовой информации с пресловутыми «черными бриллиантами». Таким образом, существует значительный финансовый стимул облагораживания, т.е. получения фантазийной окраски алмазов искусственным путем.

Авторским коллективом была предпринята попытка решить задачу облагораживания алмазов и получения у них высокодекоративной фантазийной окраски. Работы по геммологическому облагораживанию различных ювелирно-подделочных камней в течение последних лет интенсивно проводятся на кафедре минералогии и петрографии Казанского госуниверситета в альянсе с лабораторией радиационной физики Казанского физико-технического института РАН. На примере оксидных и силикатных минеральных матриц на сегодняшний день накоплен значительный опыт изменения окраски драгоценных камней с использованием методики высокодозной ионной имплантации [1-12]. Изучены кристаллохимические особенности целого ряда минералов-имплантантов, отработаны режимы ионно-лучевой обработки и постимплантационного воздействия, выявлены возможные механизмы локализации имплантированных ионов в пространстве кристаллических структур различных минералов и их синтетических аналогов, тем самым разработаны основы нанотехнологии облагораживания драгоценных камней.

Методика ионной имплантации подразумевает нанотехнологическую ионно-лучевую обработку поверхности вещества потоком высокоэнергетичных ионов различных химических элементов. Имплантация ускоренных до энергии 40 кэВ ионов химических элементов в образцы минералов и их синтетических аналогов выполняется на специализированной установке, т.н. ионно-лучевом ускорителе ИЛУ – 3 при комнатной температуре в остаточном вакууме 10^{-5} Торр. Доза облучения при этом, как правило, варьируется в интервале от $0,1 \times 10^{17}$ до $3,0 \times 10^{17}$ ион/см² при постоянной плотности ионного тока порядка 10 мкА/см². При данных режимах имплантации средний пробег ионов в матрицах подавляющего большинства изученных ранее минералов составляет 20 – 30 нм и большая часть внедренной примеси залегает в приповерхностном слое образцов на глубине до 100 нм. Как уже было отмечено, процесс торможения высокоэнергетичных ионов при высоких значениях дозы облучения приводит зачастую к полной структурной аморфизации приповерхностного слоя образца. В связи с этим, для отжига радиационных дефектов, рекристаллизации структуры и разгона внедренной примеси по кристаллу обычно требуется постимплантационная термическая обработка облученной матрицы.

Нами предпринята попытка изменения окраски природных алмазов с помощью метода ионной имплантации. Образцами при проведении настоящей работы служили два ограненных алмаза (бриллианта), имеющие происхождение с якутского рудника «Мирный», любезно предоставленные для экспериментальных исследований руководством компании «Алмаз-Холдинг». Исходные бриллианты были бесцветны, прозрачны, без видимых инородных включений и дефектов, огранены по стандарту Кр-57 категории «А». Оценка цвета по ГОСТ 52913-2008 – «5», по Международной системе GIA – «L». Вес ограненных камней составил 0,12 карат.

Проведена имплантация ионов легкого, инертного химического элемента (гелия). Режимы ионно-лучевой обработки: энергия 40 кэВ, плотность ионного тока $I = 3,0 \pm 0,5$ мкА/см², доза облучения $1,0 \times 10^{16}$ ион/см², время имплантации 9 мин. Результат: бриллиант окрашен в ярко-желтый цвет с золотистым янтарным оттенком (фото 1). При изменении режимов и параметров ионно-лучевой обработки в сторону увеличения, а именно при плотности ионного тока $I = 3,0 \pm 0,5$ мкА/см², дозе облучения $7,0 \times 10^{16}$ ион/см², времени имплантации 1 час, второй бриллиант был окрашен в интенсивный черный цвет (фото 2). Никакой постимплантационной термической обработки при этом не потребовалось. Микроскопическое изучение облученных кристаллов с применением методик стандартного петрографического анализа в поляризованном свете, в иммерсионных жидкостях и с использованием специализированного геммологического инструментария позволило констатировать равномерное распределение наведенной окраски по всему объему ограненных камней. В первом случае фантазийная ярко-желтая окраска высокой насыщенности и чистоты является идентичной лучшему природному аналогу «Fancy Light Yellow» (GIA).

Были проведены исследования в инфракрасной области для выявления изменения структурных неоднородностей алмаза в процессе ионной имплантации. Для выявления результатов использовался ИК фурье-спектрометр TENSOR 27 с ИК-микроскопом Nuregon, а также ИК фурье-спектрометр комбинационного рассеяния RAM II на базе VERTEX 70 с лазером 1,064 мкм. Диапазон съемки – 400-4000 см⁻¹. В ИК-спектре алмаза до имплантации были выявлены азотные центры типа А, В₁, В₂ и С. После имплантации ионами гелия в алмазах были выявлены только центры – тип А.

Проделанная работа показала, что методика высокодозной ионной имплантации является эффективным способом изменения колориметрических и квантово-оптических свойств (окраски) минералов, алмазов в частности, и представляет собой экспрессный способ геммологического облагораживания драгоценного минерального сырья. По сравнению с предыдущими вышеописанными подходами, предлагаемая авторским коллективом нанотехнология обработки алмазов (бриллиантов) характеризуется надежной прогнозируемостью результатов, высокой продуктивностью, относительно малыми энергетическими и временными затратами, экологической чистотой. Углубление методов ионной имплантации до уровня промышленных технологий позволит в перспективе создать новый класс драгоценных камней – имплантантов.

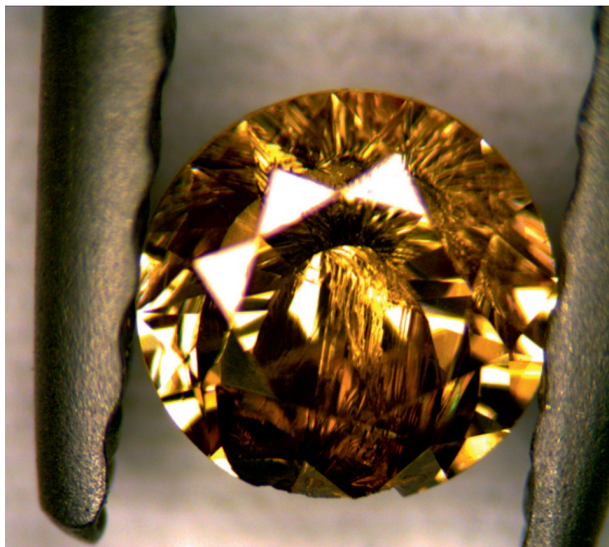


Фото 1. Бриллиант фантазийного ярко-желтого цвета, полученного путем имплантации ионов гелия с дозой $1,0 \times 10^{16}$ ион/см²

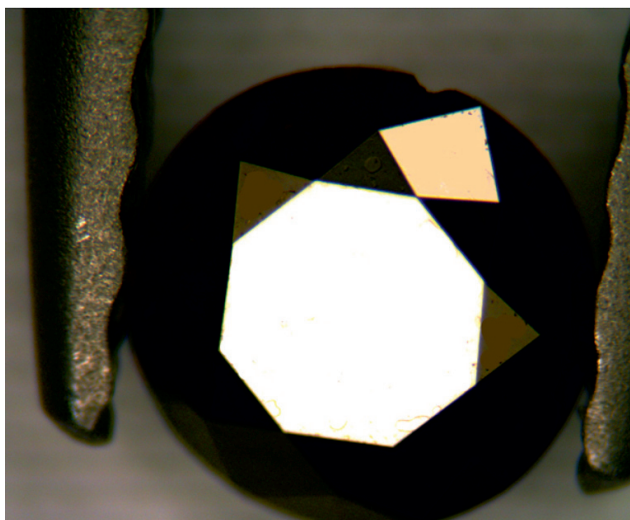


Фото 2. Бриллиант фантазийного черного цвета, полученного путем имплантации ионов гелия с дозой $7,0 \times 10^{16}$ ион/см²

За любезно предоставленные для исследований образцы бриллиантов авторы благодарят руководство компании «Алмаз-холдинг» и ювелирного завода «Алмаз» в лице Генерального директора Гумирова Фариды Фагемовича и начальника производства Фахреева Ильдара Рафаэлевича.

Работа выполнена при финансовой поддержке госконтракта по линии Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России».

Литература

1. Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Вагизов Ф.Г., Базаров В.В., Бахтин А.И., Хайбуллин И.Б. Имплантация ионов железа в кристаллическую структуру природного берилла // ЗВМО, N4, 2001. С. 122-127.
2. Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Ибрагимов Ш.З., Бахтин А.И., Хайбуллин И.Б. Имплантация ионов железа в кристаллическую структуру природного кварца // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. N 6, 2002. С. 35-41.
3. Khaibullin R.I., Lopatin O.N., Vagizov F.G., Bazarov V.V., Bakhtin A.I., Khaibullin I.B., Aktas B. Coloration of natural beryl by iron ion implantation // Nucl. Instr. And Meth. in Phys. Research. B 206, 2003. P. 277-281.
4. Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Королев Э.А., Бахтин А.И., Хайбуллин И.Б. Имплантация ионов марганца в кристаллическую структуру синтетического корунда // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. N 3, 2005. С. 17-19.
5. Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Королев Э.А., Бахтин А.И., Хайбуллин И.Б. Кристаллохимия корунда, имплантированного ионами кобальта // Ученые записки КГУ. Т. 147, Кн. 3, 2005. С. 65-72.
6. Трошина Ю.И., Хайбуллин Р.И., Базаров В.В., Гатиятов Р.Г., Лопатин О.Н., Бахтин А.И., Хайбуллин И.Б. Окрашивание кристаллов рутила путем имплантации ионов марганца, железа и кобальта // Ученые записки КГУ. Т. 148, Кн. 1, 2006. С. 71-81.
7. Бахтин А.И., Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Хайбуллин И.Б. Оптические свойства и кристаллохимия синтетического рутила, имплантированного ионами кобальта // ЗРМО. № 6, 2006. С. 79-88.
8. Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Бахтин А.И., Хайбуллин И.Б. Возможности ионной имплантации в геммологии // Ученые записки КГУ. Т. 148, Кн. 4, 2006. С. 105-112.
9. Бахтин А.И., Лопатин О.Н., Хайбуллин Р.И., Хайбуллин И.Б. Люминесценция синтетического рутила, имплантированного ионами кобальта // Кристаллография, Т. 52, № 5, 2007. С. 910-914.
10. Bakhtin A.I., Lopatin O.N., Khaibullin R.I., Khaibullin I.B. Optical Properties and Crystal Chemistry of Synthetic Rutile Implanted with Cobalt Ions // Geology of Ore Deposits. V. 49, N 7, 2007. P. 652-658.
11. Лопатин О.Н. Ионно-лучевая нанотехнология модификации свойств минералов. Материалы Междунар. Семинара «Минералогическая интервенция в микро- и наномир». Сыктывкар, Геопринт, 2009. С. 381-383.
12. Guller S., Rameev B., Khaibullin R.I., Lopatin O.N., Aktas B. EPR-study of Mn-implanted single crystal plates of TiO₂ rutile // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2010. V. 322. P. 113-117.

РАЗВИТИЕ ГЕММОЛОГИИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

В.А. Пахомова, В.Б. Тишкина, В.А. Соляник

*Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток
pakhomovainator@gmail.com*

Современная геммология в России базируется на опыте, накопленном А.Е. Ферсманом, Е.Я. Киевленко, Д.В. Рундквистом, В.В. Букановым и получившем развитие в работах Ю.П. Солодовой, В.П. Дроздова, А.В. Татарина, Г.А. Юргенсона, Е.П. Мельникова, В.Г. Гадиятова, И.В. Коваленко. За последние десятилетия в разных регионах России созданы основы поисков месторождений цветных камней, разработаны теоретические принципы прогнозно-минерагенических исследований, наконец, обосновано новое научное направление – геммологическая минерагения [1, 9, 14]. Однако основные положения геммологического направления в классической геологии еще только разрабатываются. Как и при выделении рудных формаций, существуют сложности и противоречия в подходах к классификационным признакам при обозначении и выделении камнесамоцветных формаций. Дифференциация и пространственно-временная специфика минерагения самоцветов отдельных регионов мира и особенности структурно-вещественных комплексов определяются разнообразием геодинамических обстановок на протяжении геологической истории Земли. Важнейшей задачей геммологии является выявление провинций самоцветов определенного парагенезиса в качестве самостоятельных минерагенических и тектонических структур во взаимосвязи с составом вмещающих пород, особенностями петрологии, геохимии.

В последние годы геммология как самостоятельная наука развивается особенно интенсивно, поскольку на помощь геммологам пришли новые, современные методы исследования: рентгенография, адсорбционная оптическая спектроскопия, электронная микроскопия. Существуют несколько крупных геммологических центров, старейший из которых – Геммологическая ассоциация Великобритании – была создана в 1908 году. Современная Европейская Федерация геммологического образования создана на базе двенадцати ведущих институтов из восьми стран (Австрия, Англия, Германия, Бельгия, Франция, Италия, Голландия, Испания).

Несмотря на то, что самоцветы за последние десятилетия заняли достойное место в ряду важных полезных ископаемых России, нормативный документ, определяющий основные правовые отношения в сфере оборота драгоценных камней (ФЗ №41 от 26.03.98 г.) все еще «нуждается в переработке или хотя бы внесении поправок» [4], так как, кроме перечня камней, не содержит разъяснений относительно определения признаков отнесения этих камней к драгоценным. В документах технического регулирования, таких как ТУ, ГОСТы, Стандарт организации, – приведены разноречивые сведения, не позволяющие однозначно устанавливать, является ли камень драгоценным. Еще критичнее ситуация с законодательными

ми документами Комиссии Таможенного союза [2], и номенклатурой ТВЭД, в которых по-прежнему фигурируют такие понятия, как полудрагоценный, поделочный и т.д. В связи с вступлением России в ВТО, термин «полудрагоценный», остался в научных классификациях как дань уважения Евгению Яковлевичу Киевленко (1924-2000) – геологу, крупнейшему специалисту в области геологии месторождений драгоценных камней, который почти полвека создавал геологическую школу исследователей цветных камней в стране. Им была разработана классификация, весьма полезная и значимая для того времени. Современные правила, применяемые в торговле ювелирными камнями включают перечень ювелирных камней, природных органических веществ и искусственных продуктов, которые подразделяются на 2 категории: 1) драгоценные, ювелирные и поделочные камни; органические вещества и 2) синтетические камни, составные камни, камни-имитации, реконструированные камни, имитации органических веществ и не допускают применение термина «полудрагоценный». Еще в прошлом веке геммологи отказались от существовавшей продолжительное время классификации, согласно которой все минералы подразделялись на три группы – драгоценные, полудрагоценные и поделочные, или малоценные, камни. Это ставило одни минералы в привилегированное положение по отношению к другим и, следовательно, вводило в заблуждение потребителя, создавая у него ложные представления. Для неискушенного потребителя термины «полудрагоценный» и «поделочный» были синонимами слов неполноценный, ущербный, посредственный. Ярким примером искаженных представлений может служить отнесение к группе полудрагоценных таких минералов, как турмалин, жадеит, чароит, лучшие разновидности которых на рынке ценятся в сотни и тысячи раз выше, чем природные низкосортные алмазы, изумруды, рубины, сапфиры. Все минералы, применяемые для изготовления украшений, было решено называть ювелирными или драгоценными камнями. Главными критериями при оценке ювелирных камней, очевидно, станут не название камня, как это было прежде, а его конкретные характеристики, а также редкость.

В начале двадцатых годов прошлого века представители нескольких европейских стран сформировали основу конфедерации, предназначенной для представления интересов торговли ювелирными изделиями. С 1961 г. вышеупомянутая конфедерация называется «СІВЮ» (Международная конфедерация по ювелирным камням, изделиям из серебра, алмазам и жемчугу). В состав «СІВЮ» входят национальные организации более тридцати стран, и количество их постоянно растет. «СІВЮ» управляет Ассамблея Делегатов, которая собирается каждые два года, чтобы пересмотреть определяющую терминологию и правила, применяемые в торговой практике. Основные правила применения терминов предполагают использование термина «Ювелирный камень» только для природных веществ. Понятие «полудрагоценный» ошибочно и недопустимо. Неприемлемо также применение названий минералов как атрибут окраски. (Например, выражения «рубиновая шпинель», «александритовый сапфир»). Ювелирные камни с оптическим эффектом могут иметь этот феномен в своем названии, но название самого камня должно быть его

частью (например, «звездчатый сапфир», кварц «кошачий глаз»). Термины «синтетический» и «искусственный» необходимо давать непосредственно перед названием искусственно полученного материала (например, синтетический изумруд). Для обозначения составных материалов применяют понятие «дуплет» и «триплет». В определенных составных материалах должны использоваться непосредственные названия отдельных частей камня (например, «гранат-стекло-дуплет») [3].

Исследование современного состояния рынка ювелирной отрасли России показывает, что продукция отечественной ювелирной промышленности с началом кризиса стала особенно интенсивно вытесняться импортными ювелирными изделиями.

Дальневосточный регион, особенно Приморский край, относится к активно развивающимся ювелирную отрасль. Внутренний рынок Дальнего Востока ориентирован на торговые потоки из стран Юго-Восточной Азии – Китая, Таиланда, Мьянмы, Индии, Шри-Ланки, Гонконга, Сингапура, Вьетнама, а также Японии, Кореи, США.

В последнее время в России в связи с легализацией импорта и снижением таможенной пошлины на импорт ювелирных изделий (опубликованное сообщение Таможенного союза РФ) ввоз ювелирных изделий из ближнего и дальнего зарубежья увеличился. Казалось бы, в такой ситуации одна из важнейших проблем государства – совершенствование администрирования таможенного оформления импорта ювелирных изделий, создание условий для быстрого продвижения товаров на рынок, недопущение занижения таможенной стоимости импортной продукции, особенно со вставками из драгоценных камней.

Однако, эти вопросы в России на таком важном направлении, потенциальном для расширения экспорта готовой продукции и увеличения таможенных сборов в казну государства, не решаются. Официально считается, что в России существует по меньшей мере пять специализированных таможенных постов: 1) ЦАТ, т/п специализированный, Москва; 2) ЦАТ, Северо-Западный акцизный т/п (специализированный) – закрыт; 3) ЦАТ, Смоленская таможня, Заднепровский, (специализированный); 4) Уральское таможенное управление, Екатеринбургская таможня, т/п Малахит; 5) Дальневосточное таможенное управление, Магаданская таможня, т/п Аэропорт Магадан (специализированный). По факту из перечисленных постов работает только один – московский. Это создает дополнительные проблемы для участников рынка, особенно в Дальневосточном регионе, так как требует дополнительных расходов на доставку товаров в Москву, проживание, охрану и т.д. В такой ситуации не может быть и речи о развитии отрасли, так как процедура легализации повышает стоимость изделий, по статистике, в два – три раза, что отнюдь не способствует развитию отрасли. Создание в Дальневосточном регионе специализированного поста могло бы значительно облегчить работу в ювелирной отрасли. Однако, несовершенство законодательства, налогообложение и чиновничий бюрократизм по-прежнему являются серьезным тормозом развития геммологии.

А.Е. Ферсманом в его известной монографии «Гранитные пегматиты», заложены, по сути, начала геммологической минералогии. Рассматривая районы распространения самоцветов, А. Е. Ферсман упоминал о пяти районах добычи камней в

древнем мире, к которым на территории СНГ он относил Урал и побережье Балтийского моря. В начале XX века, кроме уральских самоцветов, были известны нефрит и лазурит Прибайкалья, бирюза Средней Азии, топазы и бериллы Украины.

Сведения о дальневосточных месторождениях самоцветов весьма ограничены и противоречивы. В связи с возрастанием роли этих месторождений в горнорудной промышленности, вопрос об оценке перспектив слабо изученных объектов региона, генезис которых недостаточно ясен, представляется весьма актуальным.

В последнее время (с 1999 года) усилиями сотрудников геммологической лаборатории ДВГИ ДВО РАН при разработке НИР (Минеральные месторождения типовых геодинамических обстановок зоны перехода континент-океан (закономерности размещения, условия формирования, прогнозирование, комплексное освоение полезных ископаемых и рациональное природопользование) (№01.2.00 315171), а также в ходе выполнения проектов РФФИ (Гранты РФФИ «Сапфиры Приморья», проекты № 01-05-96913 и № 08-05-12029 «Разработка и создание методологии оперативного выявления камнесамоцветных объектов в различных геодинамических обстановках Сихотэ-Алиня») проведены исследования камнесамоцветных объектов Дальневосточного региона, и на основе анализа изучения типовых объектов намечены функциональные связи между факторами, контролирующими их минерогению.

За десятилетний период существования лаборатории создан рабочий вариант генетической и формационной классификации месторождений самоцветов Сихотэ-Алиня, проведена оценка геммологических характеристик самоцветов месторождений и для отдельных типовых объектов разработаны критерии прогноза. Например, предложен подход к проблеме происхождения корундов, включающий выявление наиболее значимых элементов исследования и позволяющий обнаруживать подобные месторождения в других регионах Дальнего Востока России.

Одно из самых перспективных в России россыпное месторождение благородных корунда (сапфира) и циркона (гиацинта) Незаметнинское известно как коренное и россыпное золото-вольфрам-оловянное месторождение. Район месторождения расположен в пределах Самаркинской аккреционной призмы Сихотэ-Алиня. Магматические образования, главным образом гранитоиды маревского интрузивного комплекса, представлены штоками и дайками раннемеловых биотитовых гранитов, гранит-порфиров, аплитов, граносиенитов, сиенитов и гранодиоритов. Известны также редкие маломощные дайки позднеюрских габброидов, кварцевых диоритов, спессартитов и вогезитов; неогеновых базальтоидов и долеритов. Все породы месторождения, за исключением неогеновых базальтоидов, в той или иной степени подвергнуты метасоматическим изменениям. Из аксессуарных минералов в метасоматитах постоянно присутствуют апатит, рутил, циркон, вольфрамит, шеелит, флюорит, реже монацит, колумбит, корунд и циркон.

Еще один пример подобного комплексного рудно-камнесамоцветного объекта – участок Березовый в западной части Сихотэ-Алиня, на юге Хабаровского края, где известны проявления самоцветов в золотоносных россыпях, в том числе юве-

лирных корундов. Наибольший интерес в этом отношении представляют массивы гранитоидов раннемеловой хунгарийской серии, такие как Вяземский, Васильевский, Горбунский, Бирский, Подхоренковский. Перспективные участки в геологическом отношении представляют собой контакты гранитоидов хунгарийской серии с осадочными породами джаурской серии, расположенные в пределах Самаркинского террейна Сихотэ-Алиня. В гранитоидах этих массивов установлены высокоглиноземистые фации двуслюдяных гранитов, содержащих кордиерит, силлиманит, андалузит, гранат, корунд [11]. Корундовая минерализация Сихотэ-Алиня развивается, как правило, совместно с другими типами камнесамоцветной (циркон, герцинит) и рудной (золото, олово, вольфрам) минерализации, что объясняется единством материнской (щелочно-гидридной) системы и различиями продуктивных осадителей глинозема в виде оксида.

Изучение особенностей распределения и условий образования месторождений и проявлений корунда в разных комплексах пород Сихотэ-Алиня и анализ литературных данных показывают, что полигенность корунда магматической генетической группы является кажущейся чертой его минерогении. Определяющими факторами для образования корунда является наличие в геологическом пространстве с одной стороны – «сиенитизации» как процесса ощелачивания («ощелоченные магмы», по Д.С. Коржинскому, с другой – известково-глиноземистых толщ продуктивных систем литосферных плит [12].

Коренные выходы корундовых пород – марундитов – установлены в пределах россыпного месторождения золота Сутара (ЕАО). Изучен состав корундов и их минеральных включений. В результате исследований выяснено, что корундовая минерализация является результатом десиликации гранитных пегматитов при их внедрении в продукты метаморфизма карбонатных пород [10].

Проанализированы основные факторы и параметры образования вмещающих опаловую минерализацию андезитов и благородных опалов месторождения Радужное.

Выявлены РТ-параметры образования андезитов: температура начала кристаллизации интрателлурических вкрапленников плагиоклаза соответствует интервалу 1150-1100°C, давление – 3,5-4 кбара. Установлено гетерогенное состояние магмы в период кристаллизации плагиоклаза, ее маловодность и обогащенность углекислотой. По характеру метасоматических процессов и минеральным ассоциациям в изучаемых андезитах (монтмориллонит, гидрослюда, опал, халцедон, реже хлорит и гидромусковит), они отнесены к пропилитам. Установлен изотопный состав благородных и обыкновенных опалов: $d^{18}O_{SMOW}$ – около 19,5‰. Определена максимальная температура образования благородного опала, которая составляла 160°C. Рассмотрен механизм образования опала; предполагается, что вмещающие опаловую минерализацию андезиты относятся к породам, формирующимся в обстановке континентальных окраин. По классификации Энтони Смолвуда (Anthony Smallwood, 2006), на месторождении Радужное большинство опалов отнесены по тону к №№4-9, степень прозрачности образцов различна, большая часть исследованных образцов имеет не менее трех цветов игры. Структурные исследования под-

твердили существование зависимости размера глобул от длины волны дифрагируемого света, определяющей цвет опалесценции, благодаря открытию которой благородные опалы успешно синтезируют в течение более чем полувека в разных странах мира. Для выявления причин различий в окраске фона благородных и обыкновенных опалов изучен состав этих минералов. Определена группа «ответственных» за окраску фона благородных опалов элементов-примесей. В качестве основных элементов, ответственных за окраску опалов, выступают Fe, Mn, Ti и Ni, для которых четко устанавливается общая прямая зависимость насыщенности и интенсивности окраски. Интенсивно окрашенным опалам свойственны максимальные содержания железа; согласно данным ЭПР, в желтых, коричневых и красном образцах присутствует Fe^{3+} , в зеленых различных оттенков – Fe^{2+} [7].

Проведены сбор и исследование камнесамоцветного сырья в пределах рудного поля Верхне-Шибановского месторождения, известного как олово-вольфрамовое, где, кроме рудных полезных ископаемых, обнаружен уникальный ограночный и коллекционный материалы: кристаллы и друзы мориона, дымчатого кварца, амethysta, горного хрусталя, касситерита, берилла. Среди слагающих пегматиты минералов изучены первичные включения в кварце. Выявлены РТ- параметры образования кварца хрусталеносных пегматитов Верхне-Шибановского месторождения: температура соответствует интервалу 450-465°C, давление 350-105 Па, состав растворов: хлориды Li, Ca, Na, концентрация раствора 36,7% эквивалента NaCl. Исследование включений имеет и практическое (поисковое) значение. Известно, что повышенные содержания лития (а также Rb, Cs, Be, Sn, Ta, Nb, в меньшей степени Р и В и пониженные содержания Ва и Sr) в минералах пегматитов - признак эволюции ветви пегматитов, которая завершается жильными сериями, содержащими тела с камнесамоцветной минерализацией [8].

Несмотря на большой объем проведенных исследований, за пределами рассмотрения остались месторождения, проявления и точки минерализации самоцветов, упоминания о которых встречаются в литературных источниках и фондовых материалах: топаз, хризолит, берилл, гранат, турмалин, малахит, агат, халцедон, сердолик, переливт, амethyst, мраморный оникс, агальматолит, родонит, известняк, окаменелое дерево, яшма, вулканическое стекло (обсидиан), декоративные конгломераты и брекчии, коллекционное сырье [5, 6].

Дальнейшее совершенствование рациональной классификации месторождений самоцветов и построение генетических моделей типовых объектов сделает возможным прогнозирование новых типов промышленных месторождений камнесамоцветного сырья в пределах Дальневосточного региона. Потенциал и перспективы Дальнего Востока еще далеко не раскрыты. Камнесамоцветные ресурсы, сосредоточенные на Дальнем Востоке, могут быть основой мощной сырьевой базой для формирования новых центров их добычи.

Это возможно при соблюдении нескольких условий: развитие фундаментальной науки в сотрудничестве с производственной геологией, формирование законодательной базы, создание площадки для обсуждения проблем геммологии и юве-

лирной отрасли, а также вывод продукции дальневосточных самоцветных объектов на мировой рынок.

Литература

1. Гадиятов В.Г. Камнесамоцветные формации Северо-Востока Азии. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005. 272 с.
2. Збойков В.А. Законодательное обеспечение оборота драгоценных камней в Таможенном союзе // Доклады X международной конференции «Новые идеи в науках о Земле». – М.: 2011. Том 1. С. 152.
3. Основы геммологии. Учебное пособие. Министерство образования и науки РФ.
4. Федеральное агентство по образованию. ИГТУ. Кафедра геммологии. – Иркутск. 2006. 99 с.
5. Рыбалко М.А., Фролова И.В. Законодательство в сфере оборота драгоценных камней: актуальность или анахронизм? // Доклады X международной конференции «Новые идеи в науках о Земле». – М.: 2011. Том 1. С. 162.
6. Соляник В.А., Пахомова В.А., Буравлева С.Ю. Аристократы в мире камней. Вестник ДВО РАН. 2008. № 4. С. 155-159.
7. Соляник В.А., Пахомова В.А., Михайлова А.Д. Цветные камни Приморья // Журнал Вестник ДВО РАН, Владивосток, 2009. С. 179-182.
8. Тишкина В.Б., Пахомова В.А., Михайлова К.Д., Залищак Б.Л., Жарченко С.Ю., Игнатьев А.В., Лапаш Н.М., Софронов П.П. Окраска опалов месторождения Радужное (Дальний Восток России). Материалы III научной конференции «Геммология». Томск, 2008. С.78-83.
9. Шабанова Ю.А., Пахомова В.А., Залищак Б.Л., Кононов В.В., Карабцов А.А., Карманов Н.С. Хрусталеносные пегматиты Верхне-Шибановского месторождения (Сихотэ-Алинь, Приморский край). Известия ВУЗов, Геология и разведка, 2008. № 5. С 40-44.
10. Юргенсон Г.А. К обоснованию геммологической минерагении. Вестник ЧитГУ, №3, 2011. С.125-131.
11. Buravleva S.U., Pakhomova V.A., Ekimova N.I., Fedoseev D.G. Inclusions in corundums and marundites of the Sutara deposit, Russian Far East // ACROFI III & TBG XIV, 2010, Novosibirsk, Russia, p. 40-41.
12. Buravleva, S.U., Pakhomova, V.A.; Zalishchak, B.L. Inclusions in corundum (south-western part of the Khabarovsk Krai, Russia // ECROFI-XX, Granada, Spain, 2009 с. 45-46
13. Khanchuk A., Zalishchak B., Pakhomova V., Odarichenko E., Sapin V. Genesis and Gemmology of Sapphire from the Nezametnoye Deposit, Primorye Region, Russia // Australian Gemmologist, Vol. 21, 2003. p. 329-335.
14. Pakhomova V.A., Zalishchak B.L., Odarichenko E.G., Lapina M.I., Karmanov N.S. Study of melt inclusions in the Nezametnoye corundum deposit, Primorsky region of the Russian Far East: Petrogenetic consequences. Geochemical Exploration 2006. №89, p. 302-305.
15. Yurgenson G.A. Gemmological Minerageny // Proceedings for the 5th International Symposium on Geological and Mineragenetic correlation in the Contiguous Regions of China, Russia and Mongolia. Changchun, China Oct.8 –10, 2003. – Changchun: International Centre for Geoscientific Research and Education in Northeast Asia, Jilin University, 2003. P.22 –25.

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВИДОВ КЫРГЫЗСТАНА

В.М. Попов

Южно-Кыргызская геологическая экспедиция, г. Ош.

К моменту написания данной работы по материалам опубликованных источников [1, 2, 3, 4 и др.] и фондовых материалов ЮКГЭ в Кыргызстане установлено 530 минералов и 240 разновидностей, в число которых входят впервые установленные в Республике минералы, декоративные и минеральные виды – хайдарканит, таласкит, тлюямунит, березанскит, кароколит, кузнецевит, акаевин, диоксидовый кошачий глаз (ДКГ), «нефелиновые цветы», пржевальскит, туранит «кварцевые розы предгорий», «баритовые цветы». Следует отметить, что первоначально название хайдарканит предписывалось минералу с формулой $As[SbS_2]$, впервые найденному на ртутно-сурьмяном месторождении Хайдаркан в годы Великой отечественной войны. Однако он не был официально зарегистрирован и позже получил название гетчелит по названию рудника или местности Гетчел в штате Невада, США.

Учитывая отсутствие в республике стабильной минералогической базы, за основу систематизации принята классификация А.Г. Бетехтина 1950 г [5] с добавлениями и поправками по классификации, принятой в справочнике «Минералы» 1960, 1963, 1965, 1967, 1972 [6] по классификациям Х. Штрунца 1962 [7] с учетом данных У.А. Дира, Р.А. Хауи, Дж. Зусмана 1965, 1966 [8] и ряда последних работ по отдельным группам минералов.

За основную единицу при систематизации природных химических соединений принят минеральный вид, обладающий обычно определенным химическим составом и определенной кристаллической структурой (для твердых минеральных соединений). С этой точки зрения полиморфные модификации одного и того же кристаллического вещества будут представлять собой самостоятельные минеральные виды. Под разновидностью подразумеваются такие, одинаковые или почти одинаковые по кристаллическому строению минералы, которые незначительно отличаются по химическому составу или (и) по физическим свойствам.

Названия минералов начинается с большой буквы, их разновидностей – с маленькой после названия минералов в линейном порядке. В кавычки взяты геммологические названия, в скобки – распространенные синонимы. Точкой (°) выделены минералы, встречающиеся на территории Кыргызстана в аксессуарном количестве или отмечены в виде единичных находок, звездочкой (*) – редкие и очень редкие минералы, в международном масштабе вошедшие в мировую литературу по минералогии. Курсивом выделены горные породы, в основном, мономинерального состава, фигурирующие в геммологических источниках и классифицированные по основному (доминирующему) минеральному виду.

I. Раздел Самородные элементы и интерметаллические соединения.

1.Группа золота – меди.

Золото электрум порпецит* Серебро
кюстелит аникимит Свинец* Медь

2.Группа ртути.

Ртуть Потарит Амальгама серебра° Амальгама золота°

3.Группа железа-платины

Железо Палладий* Камасит палладистая платина Платина Поликсен ферроплатина купроплатина сперрилит куперит ниглиит Платинистый иридий (самородный иридий) Осмирид

4.Группа осмия-рутения (осмистого иридия)

Невьянскит Сысертскит Аллопалладий*

5.Прочие самородные металлы

Цинк Олово* Тантал (?)

6.Группа полуметаллов

Мышьяк Сурьма* Аллемонтит* Висмут

7.Интерметаллические соединения

Хизлевудит Дискразит (?) Домейкит

8.Группа серы

Сера α -сера β –сера(?) Селен* Теллур*

9.Группа углерода

Алмаз* Графит тремехеерит шунгит* графитит(?) *Гагат*

10.Группа благородных и других самородных газов

Гелий Водород Кислород Азот

II. Раздел Карбиды, нитриды и фосфиды

Когенит(?) Муассанит м.сурьянный (м.сурьянистый)

III. Раздел Сульфиды, сульфасоли и подобные им соединения

1 класс. Простые сернистые и им подобные соединения

1.Группа сероводорода

Сероводород

2.Группа халькозина

Аргентит Акантит Берцелианит ° Петцит* Халькозин кубический халькозин Штрмейерит Гессит(?)

3.Группа галенита

Галенит свинчак моласкит Алабандин* Алтаит(?) Тиллит Клаусталит°

4.Группа сфалерита

Сфалерит клейофан марматит Тиманит* Вюртцит Гринокит* Киноварь к. селенитая Метациннабарит* онофрит* тиллит *

5.Группа пирротина

Пирротин Никелин Миллерит Пентландит Куперит*

6.Группа халькопирита

Халькопирит Станнин Борнит

7.Группа ковеллина

Ковеллин

8.Группа кубанита

Кубанит Штернберgit*

9.Группа линнеита

Линнеит(?) Виоларит

10.Группа аурипигмента

Аурипигмент Реальгар

11.Группа антимонита

Антимонит (стибнит) Висмутин

12.Группа тетрадимита

Тетрадимит

13.Группа калаверита

Калаверит* Креннерит Нигглиит

14.Группа молибденита

Молибденит Тунгстенит* Патронит*

15.Группа пирита

Подгруппа пирита

Пирит мельниковит Бравоит* Марказит

Подгруппа кобальтина

Кобальтин Герсдорфит Ульманит* Сперрилит

Подгруппа леллингита

Лёллингит Сафлорит Мелонит* Фробергит*

Подгруппа арсенопирита

Арсенопирит данаит Глаукодот* Гудмундит*

16.Группа скуттерудита

Чатамит чинельскуттердит Скуттерудит

смальтин (шмальтин) хлоантит

2 класс. Сульфосоли

1.Группа тетраэдрита (блеклых руд)

Теннантит Тетраэдрит Фрейбергит шватцит биннит

2.Группа энаргита

Сульванит* Энаргит Фаматинит Люционит*

3.Группа эмплектита

Халькостибит* Виттехинит Эмплектит

4.Группа бурнонита

Бурнонит Айкинит (патринит) * Бенжаминит*

5.Группа прустит

Прустит Пираргирит

6.Двойные сульфосоли серебра и свинца

Овихиит*

7. Прочие сульфосоли серебра

Полибазит полиаргирит* Стефанит* Канфельдит*

8. Сульфосоли свинца

Баумгауерит* Менегенит* Дюфренуазит* Галеновисмутит Гетероморфит* Козалит Цинкенил* Геокронит Джемсонит* беегерит* Буланжерит* Франкеит* Лиллианит* Цилиндрит*

9. Сульфосоли прочих металлов

Бертьерит* Ливингстонит*

IV. Раздел Галоидные соединения (галогениды)

1 класс. Фториды

1. Группа флюорита

Флюорит иттрофлюорит *Селлаит* иттроцерит°

2. Прочие фториды

Гарксутит* Кридит*

2 класс. Хлориды, бромиды и иодиды

1. Группа галита

Галит (каменная соль) Гидрогалит Нашатырь* Сильвин

2. Группа карналлита

Бишофит Карналлит

3. Группа кераргирита-нантокита

Хлораргирит (кераргирит) иодиригит (иодирит)* Бромирит* Эмболит Каломель*

4. Оксигаллоидные соединения

Цирклерит* Перцилит Атакамит Парааткамит Эглестонит*

V. Раздел Окислы (оксиды)

1 класс. Простые и сложные окислы

1. Группа льда

Лед

2. Группа куприта

Куприт

3. Группа периклаза-цинкита

Периклаз* Тенорит*мелаконит* Сурик Известь* Палладит (паладинит)* Бромеллит Массикот Цинкит* Глет*

4. Группа корунда-ильменита

Корунд рубин° к. благородный сапфир° лейкосапфир° Гематит гидрогематит «железная роза» Маггемит Мартит Ильменит манганоильменит *Наждак*

5. Группа браунита

Браунит Биксбиит

6. Группа шпинели

Шпинель ш.альмандиновая ш.-балэ° рубицелл° кандит (плеонаст) Галаксит Франклинит* плеонаст (цейлонит) Герцинит Ганит (гамошпинель) Магнетит Хромшпинелиды: Хромит* Гетеролит Гаусманит хромпикотит Хризоберилл алюмохромит

7.Группа рутила

Рутил нигрин° Ильменорутил Брукит* Колумбит Танталит Пиролозит варломит Анатаз Тапиолит Касситерит

8.Группа перовсита

Перовскит кнопит(?)

9.Группа пирохлора

Пирохлор (пиррит) коппит° гатчетолит (Уранопирохлор)° Бетафит адипоцерит Стибионит Биндгеймит Ромеит Манганостибнит Лопарит

10.Группа фергюсонита-эвксенита-самарскита

Фергюсонит* Браннерит Эшинит Самарскит Циркелит

11.Группа уранинита

Бадделейт* Кюриит(?) Торианит* Уранинит (урановая смолка) бреггерит* питтинит «урановая чернь» клевейт ураноцерит настуран Ураноферит

12.Прочие сложные окислы тяжелых металлов

Плюмбоферрит Магнетоплюмбит Нигерит

13.Группа кварца

Кварц к. аметистовый, битуминозный, вавилонский°, волосистый (волосатик)°, варисцитовый, жильный, низкотемпературный, нитевидный, кавантюриновый°, артишковый°, порошокватый (конилит) пылевидный (маршалит), голубой°, резанный, черный (морион), дымчатый (раухтопаз), желтый (цитрин), красный «компостельский рубин», молочный, розовый «кварцевые розы предгорий», *авантюрин кварцит*

Халцедон х.обокновенный, холцедон-агат, лирицит, массик, моларит, халцедон-оникс, карнеол, карнелиан, сердолик, хризопраз°, плазма, глаз кошачий кварцевый°, оникс, гелиотроп°, марикит

Агат а.ацтетский°, восковой (церагат), глазчатый°, дендритовый°, деревянистый (ксилолит), облачный°, полосчатый (бандагат)

Яшма я.агатовая, австралийская°, зебровая, кровавая, ландшафтная°, льди-стая°, моховая, опаловая, перстроцветная, полосчатая, тигровая, фарфоровая, шаровая°, кристобалит люссатит° ксилолит (дерево окаменелое) роговина.

14.Группа опала

Опал о. белый о. восковой о. древесный (литоксил) о. железистый о. калмыцкий (кахолонг) о. смоляной° о. молочный о. моховой° о. обыкновенный о. яшмовый (яшма-опал) опал-агат (опал-оникс) изопир° о. опенистый° менилит.

15.Группа арсенолита

Сенармонтит Стибиконит Валентинит Арсенолит Сервантит

16. Группа углекислоты и двуокиси серы

Теллурит

2 класс. Гидроокислы или окислы, содержащие гидроксил

Группа брусита

Брусит немалит Пирохроит(?) коннелит*(?)

Группа гидраргиллита

Гиббсит (гидроаргиллит)

Группа гидроталькита Гидроталькит Заратит (саратит)*

Группа лепидокрокита-гётита

Бёмит, Диаспор Манганит гидромаганит (слюда рубиновая) Лепидокрокит (рубиновая слюдка) Гётит лимонит турьит (бурый железняк)

Группа псиломелана псиломелан Асболан лампадит вернадит (?)

Прочие гидроокислы металлов Тунгстит Гидротунгстит *

VI. Раздел Кислородные соли (окисоли)

1 класс. Иодаты

2класс. Нитраты

натриевая селитра калиевая селитра

Герхардит (гергардит)* Нитрокалит

3 класс. Карбонаты

Безводные карбонаты

1.Карбонаты щелочей

2.Двойные карбонаты щелочей и щелочных земель

Шортит

3.Группа кальцита

Ряд кальцита

Кальцит Pb-к Mg-к Fe-к Mn-к Sr-к к- агат (стронциокальцит), к-волосистый, к. натечный (накипь известковая), исландский шпат папиршпат пещерный жемчуг, мраморный оникс, камень атласный (атласный шпат) антроконит°, алебастр египетский Магнезит Ферромагнезит (брейнерит) Мanganокальцит Сидерит олигонит (мангосидерит) Доломит Родохрозит, Анкерит Смитсонит *Кальцифиры Мрамор Травертин*

Ряд арагонита

Арагонит «железные цветы» цейрингит иглит шпреуштейн Церуссит Стронцианит Витерит стронциокальцит баритокальцит*

4.Группа бастнезита

Бастнезит, Синхизит*, Паризит*, иттропаризит*

5.Группа малахита

Малахит медная зелень Аурихальцит Азурит медная синь Гидроцинкит

6.Карбонаты висмута

Бисмутит (гидробисмутит), базобисмутит(висмутит)

Водные карбонаты

1.Водные карбонаты натрия

Сода Трона

2.Водные карбонаты магния

Гидромагnezит*

3.Двойные карбонаты алюминия с одно- и двухвалентными металлами

Алюмогидрокальцит

4.Карбонаты урана

Шрекингерит

4 класс. Сульфаты, селенаты, теллулаты

1.Группа барита

Целестин Барит алломорфит баритоцелестин «баритовые цветы» Англезит

2.Ангидрит и группа гипса

Ангидрит Гипс гипс-селенит «марьино стекло» алебастр

3.Сульфаты щелочных металлов

Тенардит Мирабилит

4.Двойные сульфаты щелочных и щелочноземельных металлов

Глауберит Астраханит Каинит Полигалит (?)

5.Группа эпсомита-мелантерита

Эпсомит* Мелантерит*Биберит* Геарксутит*

6.Группа халькантита

Халькантит*

7.Группа кизерита

Кизерит

8.Сульфаты трехвалентных металлов

Алуноген

9.Группа алунита

Алунит Ярозит Плюмбоярозит Биверит* Копиапит

10.Группа квасцов

Натриевые квасцы Калиевые квасцы Калинит

11.Группа галотрихита

Галотрихит Билинит

12. Прочие двойные сульфаты Al и Fe с одно и двухвалентными металлами

Магнезиокопиапит

13.Основные сульфаты меди, цинка и свинца

Брошантит Караколит (?) Линарит

14.Сульфаты прочих металлов

Циппеит

15. Телулаты

Монтанит

16. Телуриды

Сильванит

5 класс. Хроматы

Крокоит Форнасит*

6 класс. Молибдаты и вольфраматы

1.Группа вольфрамита

Гюбнерит Вольфрамит Ферберит

2.Группа шеелита

Повеллит Шеелит молибдошеелит Штольцит (шеелит свинцовый)* Вульфенит

3.Прочие молибдаты и вольфраматы

Ферритунгстит* молибдит ферромолибдит

7 класс. Фосфаты, арсенаты, ванадаты

Безводные

А. Кислые безводные фосфаты и арсенаты

1.Группа монацита

Монацит Ксенотим

2.Прочие безводные нормальные фосфаты и арсенаты

Гетерозит*(?) Литиофилит* Натрофиллит* Трифилин* Сиклерит Варулит*

Арроядит Аллюодит

Б. Нормальные безводные фосфаты, арсенаты и ванадаты

1.Группа апатита

апатит Фторапатит Хлорапатит манганопатит Франколит Миметезит Пироморфит Ванадинит

2.Группа триплита

Вагнерит(?) Триплит

3.Группа либетенита

Оливинит Адамин* купроадамин(?) кобальтадамин

4.Группа деклуазита

Деклуазит Конихальцит(хиггинсит)* Фольбортит (тангеит)* Амблигонит Монтебразит*(?)

5.Группа псевдомалахита

Псевдомалахит Туранит

6.Группа флоренсита-гойяцита-бедангита

Сванбергит Бедантит

7.Группа дюфренита

Дюфренит*

8.Прочие основные безводные фосфаты, арсенаты. Ванадаты

Лазулит (?) Грифит*

Водные

А. Кислые водные фосфаты, арсенаты и ванадаты

Гюролит Фармаколит

Б. Нормальные водные фосфаты, арсенаты и ванадаты

1.Группа вивианита

Вивианит Аннабергит (никелевые цветы) Эритрин (кобальтовые цветы)

2.Группа скородита

Варисцит(?) Скородит питтицит Черчит

В. Основные водные фосфаты, арсенаты и ванадаты

1.Группа урановых слюдок

Торбернит Ураноцирцит Ферганит Отунит Тюямунит Метатуямунит Карнотит Цейнерит(?)

2.Группа бирюзы

Бирюза хенвудит одинтолит бирюзовая матка Халькосидерит

3.Водные основные фосфаты и арсенаты, меди, цинка и свинца

Оливинит Халькофиллит*

4.Водные основные фосфаты и арсенаты алюминия и трехвалентного железа

Вавеллит (цефаровичит) Фармакосидерит Вашегиит

5.Прочие двойные и сложные водные фосфаты и арсенаты

Кальциоферрит ландезит Гордонит Корвусит

8 класс. Арсениты

9 класс. Бораты

Безводные бораты

А. Кислые безводные ортобораты

Ашарит

Б. Нормальные безводные ортоборат

Норденшельдит*

В. Основные безводные бораты

Флюоборит Борацит Людвигит, Mg-людвигит(?) Fe-Mg-людвигит Гамбергит

Водные бораты

1.Водные тетрабораты

Бура Кернит(?)

2.Водные гексабораты

Гидрборацит Иньоит(?)

10 класс. Силикаты

Подкласс А. Силикаты с изолированными тетраэдрами SiO₄ в кристаллических структурах.

Простые силикаты

1.Группа оливина

Форстерит Оливин Фаялит таласкит

2.Группа гуммита

Хондродит Гумит Клиногумит

3.Группа виллемита

Виллемит Фенакит трустит*

4.Группа циркона

Циркон малакон° Торит оранжит ураноторит макинтошит(?) гидроторит(?)

5.Группа топаза

Топаз°

6.Группа дистена

Дистен (кианит) Силлиманит фибролит (бухольцит) Дюмортьерит Андалузит
хиастолит Муллит

7.Группа ставролита

Ставролит

Сложные силикаты

8.Группа граната

Альмандиновый ряд

Пироп° Альмандин Спессартин

Андрадитовый ряд

Гроссуляр гидрогроссуляр (гибшит) гессонит лейкогранат° груссуляр-андрадит
Андрадит Шорломит (миланит)

9.Группа везувиана

Везувиан (идикраз)

10.Группа сфена

Сфен (титанит) гриновит иттротитанит*

11.Группа силикатов урана

Уранофан Казолит*

12.Прочие силикаты с изолированными тетраэдрами SiO_4

Аксинит железистый аксинит Эвклаз(?) Датолит Гадолинит* Чапманит*(?)

Подкласс Б. Силикаты с изолированными группами тетраэдров SiO_4 в кристаллических структурах

А. Силикаты с изолированными группами Si_2O_7

1.Группа каламина

Каламин (гемиморфит) Берграндит

2.Прочие силикаты с анионами $[Si_2O_7]$

Астрофиллит Данбурит Барилит*

Б. силикаты с кольцевыми радикалами

1.Группа бенитоита

Эвдиалит* Катаплеит*

2.Группа берилла

Берилл гошенит бацитт аквамарин° гоменит б.канарский б.благородный воро-
бьевит° гелидор Миларит Хризоколла демидовит катангит одонтолит бирюзовая
матка Кордиерит Аширит (диоптаз)°

3.Группа турмалина

Эльбаит Шерл Дравит Бюргерит ахронит индиголит жилаизит рубеллит° Увит
верделит хром-турмалин т. полихромный тсилаизит

4.Группа пироксеноидов

Волластонит Родонит гидропит гидрородонит Бустамит(?)

5.Прочие силикаты с возможными кольцевым строением радикалов

Бавенит*

Подкласс В. Силикаты с непрерывными цепочками тетраэдров SiO_4 в кристаллических структурах

А. Силикаты с одинарными анионными цепочками

1.Группа пироксенов

Энстатит бронзит Авгит а.базальтовый эгирин-авгит титан-авгит (титановый а.) хром-авгит (хромистый а.) фассаит ферро-авгит (железистый а.) гиперстен Эгирин Геденбергит Сподумен пироксены Жадеит° лавровит° Диопсид хромдиопсид виолан°

Б. Силикаты с сдвоенными анионными цепочками

1. Группа амфиболов

Антофиллит Жердит° Роговая обманка р.о.обыкновенная р.о.базальтическая Керсутит уралит абхазит Глаукофан Тремолит т.-асбест т.-хромистый Гастингсит Актинолит нефрит бессолит Арфведсонит Родусит р.-асбест Рибекит *Нефритоид Куокидолит Озаннит*

2. Группа асбеста

Асбест хризотил-асбест хризотил асбест Сепиолит Пальгорскит

В. Силикаты с более сложной цепочечной структурой

1.Группа эпидота

Цоизит Эпидот Клиноцоизит Ортит Пумпеллиит

2.Прочие силикаты

Пренит

Подкласс Г. Силикаты с непрерывными слоям тетраэдров SiO₄ в кристаллических структурах

1.Группа талька-пирофиллита

Тальк агалит лавролит° Пирофиллит п. хромистый агальмотолит *Талькит*

2.Группа слюд

а) Подгруппа биотита

Флогопит истонит Биотит.вторичный б.железистый (лепидомелан)

б) Подгруппа мусковита

Мусковит слюда белая слюда красная адамсит фуксит (м.хромистый) Парогонит Роскоэлит

в) Подгруппа лепидолита

Лепидолит* Циннвальдит

3.Группа хрупких слюд

Маргарит Хлоритоид*

4.Группа хлоритов

Клинохлор пеннин корундофиллит хлорит х.железистый шухардит* Шамозит Тюрингит Амезит дафнит*

5.Гидрослюды и им подобные минералы

Вермикулит жильбертит (гидромусковит, иллит) гидробиотит Глауконит Саладонит

6.Группа серпентина-каолинита

а) Подгруппа серпентина

Серпентин (змеевик) ведскеит офит (серпофит) девейлит антигорит серпентин

листовый галтирит бастит офиокальцит лизардит адыгейт ревдинскит

б) Подгруппа каолинита

Каолинит Диккит Накрит бертьерин° *Серпентинит*

7.Группа галлуазита

Галлуазит александролит анагенит° аблынит° гарниерит

8.Группа аллофана

Аллофан Эвансит Гизингерит

9.Группа монтмориллонита

Бейделлит Монтмориллонит Нонтронит (мюллерит)

9.Группа апофиллита

Апофиллит (?) ксилохлор

Подкласс Д. Силикаты с непрерывными трехмерными каркасами из тетраэдров (Si, Al)O₄ в кристаллических структурах

1.Группа полевых шпатов

а) Подгруппа плагиоклазов

Альбит клевеландит Лабрадор лунный камень плагиоклазовый Олигоклаз Битовнит Андезин Анортит а. авантюриновый

б) Подгруппа ортоклаза (кали-натриевых полевых шпатов)

Моноклинный высокотемпературный ряд

Санидин

Моноклинный низкотемпературный ряд

Ортоклаз Адуляр

Триклинный ряд

Микроклин амазонит Анортоклаз

в) Подгруппа гиалофанов

Цельзиан Гилофан

2.Группа скаполита

Скаполит глауколит вильсонит

3.Группа лейцита

Лейцит Поллуцит Анальцим

4.Группа нефелина

Нефелин «нефелиновые цветы» элеолит Эквкрипитт

5.Группа содалита

Содалит Гельвин* Гентгельвин*

6.Группа канкринита

Канкринит вишневит

7.Группа цеолитов

Шабазит

а) Подгруппа натролита-томсонита

Натролит Томсонит

б) Подгруппа гейландита и филлипсита

Гейландит Гармотом Десмин (стильбит)

Прочие силикаты с анионами каркасного строения
Уссингит *

Литература

1. Геологическая изученность СССР Т. 46 Кыргызская ССР М.: Недра 1967-1975. Т. I -1800-1860, Т. II -1861-1917, Т. III -1918-1928, Т. IV -1929-1940, Т. V -1941-1945, Т. VI -1946-1950, Т. VII -1951-1955, Т. VIII -1956-1960, Т. IX -1961-1965, Т. X -1966-1970.
2. Федорчук В.П., Минцер Э.Ф. Геологический справочник по ртути, сурьме, висутому. М.: Недра. 1990. – 325 с.
3. Минерально-сырьевая база Кыргызской Республики на рубеже перехода к рыночной экономике ГАиГиМРПРК Бишкек, 1998. – 304 с.
4. Минералы Узбекистана. ФАН Узбекской ССР Ташкент, 1975. Т. I, Т. II, Т. III, Т. IV.
5. Бетехтин А.Г. Минералогия М.: КДУ, 2008. – 736 с.: ил., табл.
6. Минералы. Справочник М.: Наука. Т. I. 1960. - 617 с.; Т. II, вып. 1. 1963. - 295 с.; вып. 2, 1965. - 341 с; вып. 3. 1967. - 676 с.; Т. III вып. 1., 1972. - 882 с.; Т. III вып. 2., 1981. - 614 с.; Т. III вып. 3., 1981. - 398 с.; Т. IV вып. 1, 1992.- 598 с; Т. IV вып. 2, 1992.- 662 с.; ; Т. IV вып. 3, 1996.- 5425с.; Т. V вып. 1. 2003. – 583 с.; вып. 2. 2003. - 379 с.
7. Штраунц Х.П. Минералогические таблицы М.: Изд-во Научно-технологической литературы по горному делу. 1962 . – 532 с.
8. Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж Породообразующие минералы М.: Изд-во Мир. 1965. Т. I .– 370 с.; Т. 2 .– 302 с.; М.: Изд-во Мир 1966. Т. 3 .– 316 с.; Т. 4 .– 481 с.; Т. 5 .– 400 с.;

КРИСТАЛЛЫ КВАРЦА И ГОРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

О.А. Смоленцев

Томский политехнический университет, г. Томск

Одним из факторов искажающих форму кристаллов кварца, наряду с условиями роста, травлением и другими, является давление горных пород, подвижки по тектоническим нарушениям выполненным жилами, прожилками минерала, со щетками и жеодами в раздувах. При этом если подвижки были резкими или большой амплитуды, кристаллы кварца жезд обламываются и падают на дно. Как правило, целостность головок кристаллов жезды всегда нарушена. Место отлома кристалла от субстрата имеет часто много мелких трещин. При долгом же действии горного давления и медленных перемещениях по тектоническому нарушению происходит изгиб или скручивание отдельных кристаллов в зависимости от прилагаемой нагрузки, и очень часто в конечном итоге наблюдается отлом кристаллов от субстрата. При этом обычно нарушается целостность головок кристаллов, а в месте отделения от субстрата появляется так называемый «сотовый» кварц. Грани кристаллов подвергнутые силам растяжения теряют свою четкую штриховку. Она становится как бы размытой, сглаженной, с характерным рисунком в виде трапециевидных элементов меандра, особенно на границах двойниковых индивидов.

В местах изгиба нарушаются и геометрические параметры кристаллов. При этом кристаллы хрустала обычно сохраняют прозрачность. Отторгнутые кристал-

лы часто регенерируют отломленную часть индивидов, создавая так называемые «многоголовики». Регенерация же поврежденных головок кристалла – редкость.

Особый интерес представляют отломано-отогнутые кристаллы, когда горным давлением сначала надламывает или даже расщепляет кристалл, а затем индивид изгибается на угол до 90°. Подобный кристалл из месторождения Полярного Урала имеется в коллекции автора.

Некоторый интерес представляют и скрученные кристаллы кварца, образованные горным давлением, встречаемые нередко среди согнутых. Установив по некоторым признакам положение отломленных и согнутых кристаллов в жеоде можно по характеру отлома головок кристаллов и «размытой» штриховке сказать о скорости движений в тектоническом нарушении и его направлении.

Особо следует отметить поведение зерен и выделений кварца в горных породах при региональном метаморфизме. При огромном давлении зерна кварца принимают форму округлых выделений в виде будин.

Учитывая, что кварц является пьезоэлектриком, то можно предполагать, что при действии горного давления на гранях кристалла или зерен кварца в песках и песчаниках развиваются значительные электрические напряжения, а это, возможно, приводит к определенной ориентации зерен кварца в осадочных породах. Огромная энергия выделяемая при тектонических нарушениях, является инициатором взрывов газов в горных выработках. То есть вызывает явления, называемые «горной грозой».

ТОПАЗЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗАБЫТОЕ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ РОССИИ): ГЕММОЛОГИЯ, МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

Д.Г.Федосеев, В.А. Пахомова, С.Ю. Буравлева, В.Б. Тишкина, В.А. Соляник
Геологический институт ДВО РАН, Владивосток
Dmitry_Fedoseev@bk.ru

Как известно, месторождения топаза приурочены к миароловым камерным и занорышевым пегматитам, бериллоносным мусковит-топаз-кварцевым грейzenам и сопровождающим их гидротермальным жилам, а также к гидротермальным (поствулканическим) образованиям в кислых эффузивах; известны случаи обнаружения топаза как первичного минерала в магматических породах (редкометалльных гранитах, онгонитах).

Нередко топаз образует хорошо ограненные кристаллы, бесцветные или окрашенные в красновато-коричневый, желтый, голубой, розовый, пурпурно-фиолетовый и другие цвета. Размер кристаллов от микроскопических до гигантских, вес до нескольких десятков килограммов. Благодаря высоким показателям преломления, высокой твердости и разнообразной окраске топаз издавна использу-

ется в ювелирном и камнерезном деле. Одна из сфер его практического применения, основанная на кристаллохимических особенностях топаза – создание нового класса рабочих тел квантовых генераторов [1, 2].

Наиболее известные месторождения топазов открыты в Саксонии (Шнекенштейн), в Бразилии, США (штат Колорадо, Юта), в Юго-Восточной Азии (Мьянма, Шри-Ланка, Индия), Японии, Мексике, Австралии, Монголии и Северной Ирландии. Крупные месторождения топазов известны на Украине, вблизи Волыни.

В России топазы добывают на Урале, в Забайкалье. Приморский край России, который всегда был известен лишь как вольфрам-оловянная провинция, до недавнего времени не рассматривался как возможный источник камнесамоцветного сырья. Перемены последнего десятилетия в бюджетной политике страны, с учетом специфики региональной горной политики, а также развитие нового направления в российской геологической науке – геммологической минерагении [5], вызвали некоторые позитивные изменения. В связи с возрастанием роли месторождений самоцветов в горнорудной промышленности, оценка перспектив слабо изученных камнесамоцветных объектов региона представляется весьма актуальной.

Геммология, которая прежде определялась как совокупность сведений о драгоценных камнях, выделилась в самостоятельную научную дисциплину в начале 20 века. Изучение геммологии предполагает получение теоретически систематизированных знаний о камнесамоцветных объектах и сводится к детальному изучению их состава, строения, свойств и происхождения, а также геммологических свойств полезного ископаемого. В настоящее время геммология трансформировалась в комплексную науку о камнесамоцветном сырье как полезном ископаемом, развивающуюся на стыке минералогии, минерагении, петрологии, ювелирного дела, эстетики, коммерции и права [3, 6].

На территории Приморского края кристаллы топаза ювелирного качества обнаружены в процессе поисков и разведки некоторых оловянных и олововольфрамовых месторождений: в грейзенизированных гранит-порфирах и рудных кварц-касситеритовых и флюорит-берилловых прожилках месторождения Тигриное, в шпировых и жильных пегматитах, грейзенизированных и турмалинизированных зонах месторождения Троицкое; мелкий игольчатый топаз обнаружен также в кварцевых жилах месторождения Шахтовое.

К числу перспективных камнесамоцветных топазовых объектов относится месторождение Забытое, открытое в 1952 г. в числе других комплексных олововольфрам-редкометалльных проявлений и месторождений на территории северо-западного Приморья. В 1954-1958 гг. на месторождении проведены поисково-разведочные работы на вольфрам, олово и бериллий. Всеми исследователями отмечена высокая топазоносность месторождения, что послужило поводом для постановки ревизионного обследования Забытого на камнесамоцветное сырье, проведенного в ходе полевых работ 1984 года Южной партией, в результате которого объект рекомендован к дальнейшему изучению.

Рудное поле месторождения Забытое находится в северной части Журавлевско-

го террейна [4], в зоне влияния Центрального Структурного шва Сихотэ-Алиня. В его строении принимают участие осадочные и интрузивные породы мелового возраста (рис.1).

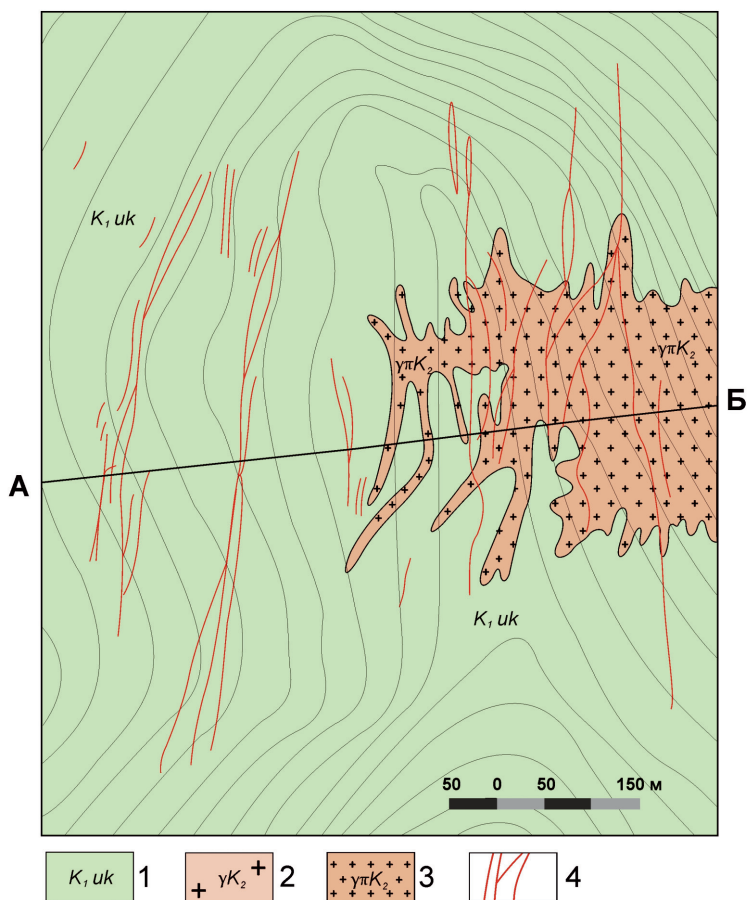


Рис. 1. Схематическая геологическая карта месторождения Забуйто.

Примечание: 1 – меловая система. Нижний отдел. Укуртская свита. Флишиоидное переслаивание песчаников и алевролитов; 2 – поздне меловые лейкократовые мелкозернистые порфиридные граниты; 3 – поздне меловые гранит-порфиры и аплитовидные граниты; 4 – рудные кварц-полевошпат-топазовые жилы и прожилки.

Наиболее продуктивные части рудных тел пространственно приурочены к эндоконтакту интрузивного массива гранит-порфиров, размером в плане – $1 \times 1,6$ км и представляют собой зоны грейзенов, вмещающих рудные жилы. Грейзенизированные породы располагаются в трещинных зонах субмеридионального простирания. Алевролиты и песчаники, вмещающие гранит-порфиры, превращены в биотитовые и биотит-кварцевые роговики.

Слагающие руды минеральные ассоциации весьма сближены по времени, поэтому они выделены на основании различий в минеральном составе жил и зон, с учетом редких взаимоотношений прожилков и их зонального строения, по аналогии с другими месторождениями сходного генезиса. Отмечены следующие минеральные ассоциации, соответствующие минеральному составу жил: 1 – кварц-молибденитовая, 2 – кварц-вольфрамит-молибденитовая (с аксессуарным бериллом), 3 – кварц-вольфрамит-флюорит-касситеритовая, 4 – кварц-вольфрамит-арсенопиритовая, 5 – кварц-пирит-сфалерит-галенитовая и 6 – кварц-карбонат-пиритовая. Топаз – один из главных жильных минералов месторождения. Значительные количества топаза обнаружены в составе зон грейзенов, гидротермальных рудных жил или в оторочках кварцевых жил среди гранитов. Размеры отдельных индивидов достигают в поперечнике 5 см.

Задачи настоящего исследования – установить наиболее предпочтительные для топаза минеральные ассоциации, выяснить условия образования кристаллов топаза и их геммологические характеристики. Для решения этих задач применялись методы оптической микроскопии, термобарогеохимии (использовался оптический поляризационный микроскоп для геологических исследований NIKON E 600 POL (Япония) в комплекте с термо- и кристаликом THMS600 (-190 +600°C) для флюидных включений), а также геммологические методы и, соответственно, специальные геммологические и аналитические приборы. Для контроля данных микроскопии и детального изучения породообразующих и аксессуарных минералов гранитоидов и грейзенов образцы изучались на четырехканальном микроанализаторе JXA 8100 (ДВГИ ДВО РАН) при следующих условиях: ускоряющее напряжение 20 кВ, ток 10 нА.

Кристаллы топаза прозрачные, бесцветные, иногда слабо-голубоватые, призматического и клиновидного габитуса, нередко встречаются кристаллы с внутренними областями белого помутнения, которое вызвано наличием микровакуолей и мелких перистых трещин. Призматический облик кристаллам придает развитие граней по $\{120\}$. Призмы увенчаны характерной клиновидной головкой, развитой благодаря преимущественному развитию граней по $\{021\}$. Размеры кристаллов топаза от 5 до 12 мм, редко 15-25 мм.

Визуально-оптическое исследование микровключений в топазах месторождения Забытого позволило выделить среди них две группы: минеральные и газожидкие. Результаты генетических построений основаны на информации, полученной по сингенетичным минеральным и первичным газожидким включениям.

Методами термобарогеохимии исследованы включения в топазах из друзовых

полостей. Изучение участков пересечения шлейфов разнотипных ФВ (флюидных включений) с учетом явлений их пересечения и перенаполнения позволило с наибольшей определенностью установить, что первичными (самыми ранними) являются включения, не подверженные преобразованиям, которые встречаются обычно в центральной части кристаллов топаза, ориентированы параллельно оси с и представляют собой трубчатые, овальные или изометричные вакуоли, содержащие жидкость, газовый пузырек и одну или несколько твердых фаз. Размер включений от первых сотен до 10 микрон, редко – до 200 микрон (Фото 1-4).

Термометрические опыты. Температура эвтектики растворов включений раннего периода (от $-71,4^{\circ}$ до $-73,4^{\circ}$) ближе всего к $T_{бэ}$ HF ($-71,5^{\circ}$) и HCl ($-74,7^{\circ}$). Эти криометрические данные правомерно интерпретировать как свидетельство повышенной кислотности растворов раннего периода. В газовой фазе первичных включений углекислота содержится в виде незначительной (1-2%) примеси, т.к. в тройной точке углекислоты происходит замораживание жидкости и образование кристаллов в кайме газового пузырька ($T = -56,6^{\circ}\text{C}$). Давление минералообразования не превышало 1300 бар – минимальное давление, при котором должна происходить гетерогенизация растворов при участии углекислоты (в процессе изучения пластин гетерогенизация не отмечена).

Солевой состав растворов. Катионная часть: K, Na, Mg, анионная: F и Cl присутствуют примерно в равных количествах. Концентрация растворов (по $T_{пл}$ льда – от 3,2 до $5,46^{\circ}\text{C}$) составила, соответственно, от 5,26 до 8,41 мас.% по NaCl.

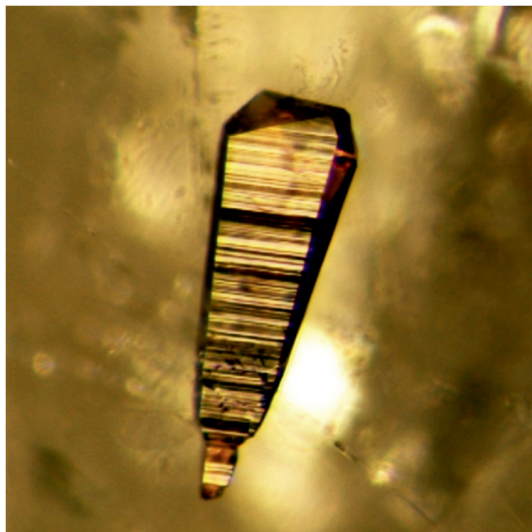


Фото 1. Сингенетичное минеральное включение дымчатого кварца в топазе. Размер включения по длинной оси около 3 мм

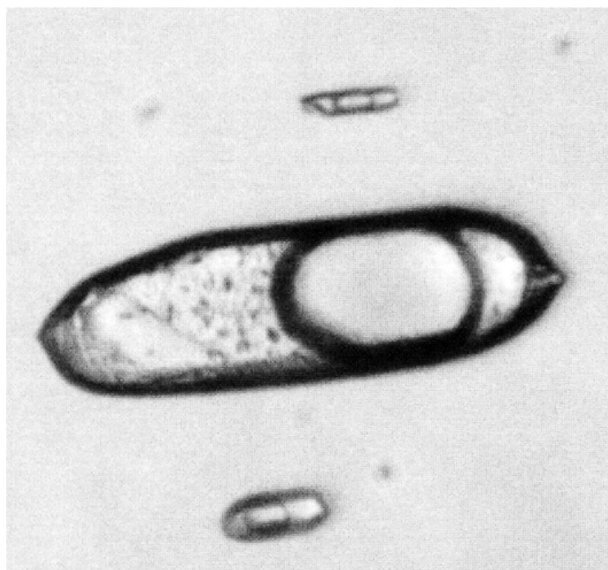


Фото 2. Криометрия. В процессе криометрических опытов в плоских включениях зафиксированы ромбические кристаллы. Тэвт. = - 33°C

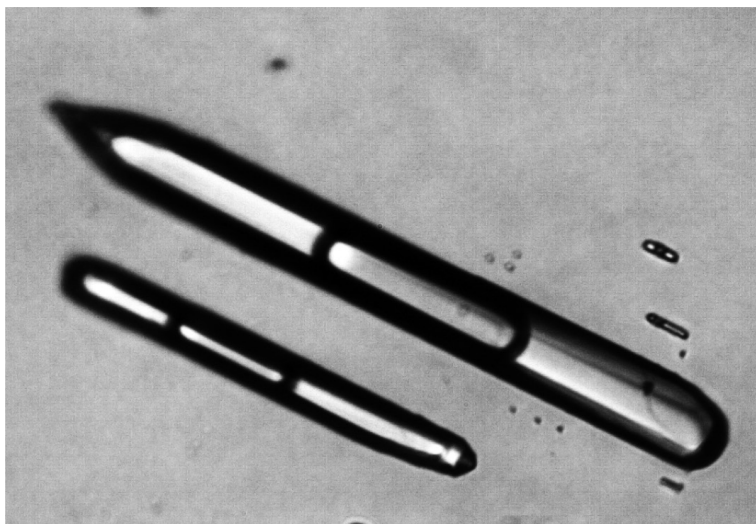


Фото 3. Трубочатые включения при н.у. Размер большого трубчатого включения 200 мкм

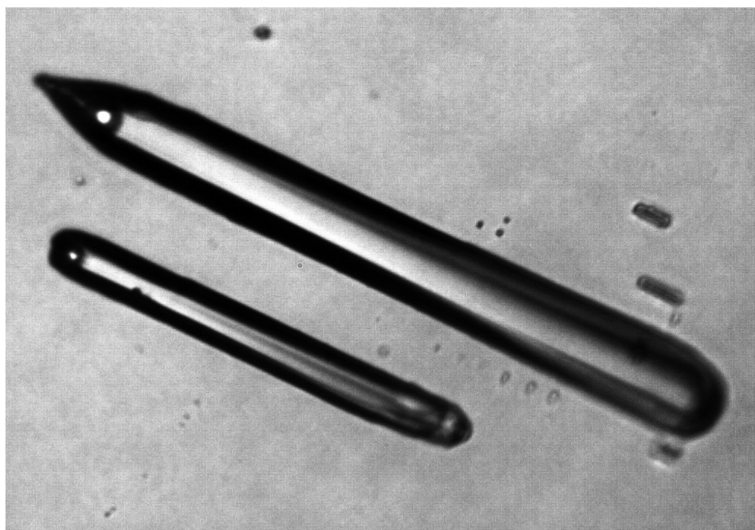


Фото 4. Трубоччатые включения в процессе нагревания. $T = +376^{\circ}\text{C}$. Размер большого трубчатого включения 200 мкм

По системе GIA топазы месторождения имеют оттенок **B**, тон от **v1** до **m**, насыщенность от **gr** до **vs/igr**. Люминесценция в длинноволновом излучении (366 нм) светло-голубая, на коротких волнах (254 нм) – фиолетовая.

Сравнение полученных результатов с литературными.

Температурные параметры образования рудных ассоциаций изучались многими исследователями, в том числе сотрудниками ДВГИ (М.И. Ефимовой, Н.С. Благодаревой, Г.П. Василенко, А.М. Кокориным, Д.К. Кокориной, П.А. Наумкиным, Г.Н. Степановым, М.В. Степановой, И.И. Фатьяновым), которые пришли к выводу об отложении собственно рудного парагенезиса на месторождении Забытое в интервале температур 305-280°C. Условия образования топаза на месторождении исследовались впервые.

Экспериментальное выращивание и облагораживание топаза проводились С.Д. Балицким и др. [1, 2]. Авторами установлено, что благоприятными для выращивания монокристаллов топаза являются фторидные растворы, образующиеся при гидролизе фторида алюминия в интервале температур 500-750°C и давлении 30-180 МПа, при обязательном присутствии кварца. Из многочисленных возможных вариантов размещения затравки и шихты при выращивании топаза в таких растворах наиболее оптимальным представляется рост его в зоне с относительно более высокой температурой, т. е. при размещении затравки в нижней части автоклава, а шихты – в верхней.

Выводы.

Петрографическое изучение рудных минеральных ассоциаций месторождения Забытое показало, что топаз тесно связан с рудной минерализацией месторождения и встречается в кварц-вольфрамит-молибденитовой и кварц-вольфрамит-арсенипиритовой ассоциациях. Преобладающее количество топаза находится в составе зон грейзенов, а именно в кварц-мусковитовых мелкозернистых грейзенах и друзовых полостях.

Термобарогеохимические исследования топаза из друзовых полостей показали, что топазы образовались из фторидно-хлоридных растворов повышенной кислотности, содержащих незначительное количество углекислоты, в катионной части которых установлены **K, Na и Mg**. **Минимальная температура образования топаза соответствует интервалу 410-396°C. Отсутствие гетерогенизации растворов в процессе роста кристаллов топаза свидетельствует о невысоких значениях этого параметра (менее 1,3 кбар) и об отсутствии значительных перепадов давления в процессе роста топазов.**

Впервые проведены геммологические исследования экспериментально ограниченных образцов топаза месторождения Забытое. Выявлены следующие геммологические характеристики: по системе GIA топазы имеют оттенок В, тон от vl до m, насыщенность от gr до vslgr. **Показатели преломления, замеренные в иммерсионных жидкостях: 1,61-1,62.** Кристаллы топаза прозрачные, бесцветные, иногда слабо-голубоватые, желтоватые, призматического и клиновидного габитуса.

Наличие сортового кристаллосырья (размер от 10×10×3 мм до 15×10×10 мм, вес от 8 до 15 г) при содержании от 30,2 до 115 г/м³ в отдельных пробах, а также результаты исследования геммологических характеристик ограниченных топазов свидетельствуют о возможности использования кристаллов топаза месторождения Забытое в качестве ювелирного сырья, даже без применения методов облагораживания.

Литература

1. Балицкий В.С., Д.В. Балицкий Д.В., Балицкий С.Д., Аурискикко К, М.-А. Рома. Особенности переноса кремнезема и глинозема в сверхкритических водно-фторидных флюидах и выращивание в них монокристаллов топаза // Геохимия, 2006, N 2, С. 1-8.
2. Балицкий С.Д. Выращивание, структурно-морфологические характеристики и основные свойства монокристаллов топаза и ассоциирующих с ним слюд. Автореферат дисс., 2008.
3. Гадиятов В.Г. Камнесамоцветные формации Северо-Востока Азии. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005. 272 с.
4. Соляник В.А., Пахомова В.А., Залишак Б.Л., Буравлева С.Ю. Аристократы в мире камней // Вестник ДВО РАН, 2008, № 4, С. 155-159.
5. Ханчук А.И. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2-х т. – Владивосток: Дальнаука, 2006. Т.1. С. 182-185.
6. Юргенсон Г.А. К обоснованию Геммологической минерагении // Вестник ЧитГУ, №3, 2011. С.125-131.
7. Yurgenson G.A. Gemmological Minerageny // Proceedings for the 5th International Symposium on Geological and Mineragenetic correlation in the Contiguous Regions of China, Russia and Mongolia. Changchun, China Oct.8 –10, 2003. – Changchun: International Centre for Geoscientific Research and Education in Northeast Asia, Jilin University, 2003. P.22 –25.

КАМНЕСАМОЦВЕТНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ВЕРХНЕ-ШИБАНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ю.А. Шабанова, В.А. Пахомова

*ГУ Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток
yshabanova@gmail.com*

Геммология, как раздел науки о полезных ископаемых, исследует минералы и их агрегаты, непосредственно используемые в различных отраслях техники, ювелирной и строительной промышленности, в повседневной жизни человека. Официально как наука геммология признана в России в начале 1990 годов, хотя еще в горной энциклопедии 1984-1986 годах она именовалась как «совокупность сведений».

К середине 20-го столетия в связи с резкой интенсификацией синтеза минерального сырья, геммология развилась в мощное научное направление по диагностике минералов современными физическими методами. В связи с истощением месторождений кондиционных камней в некоторых традиционных камнесамоцветных провинциях и возросшими возможностями использования для поисков камня знаний из генетической минералогии, геммология стала объектом пристального внимания минералогов. Детальное изучение природы окраски, особенностей её распределения в кристаллах, изучение минеральных, газово-жидких, флюидных и расплавных включений позволило выявить условия их образования в различных геологических ситуациях [5].

Геммология в наше время превратилась в науку, возникшую на стыке минералогии, геологии полезных ископаемых, минерагении, петрологии, ювелирного дела, эстетики, коммерции и права. Это определение, впервые сформулированное Г.А. Юргенсоном в «Предисловии редактора» к работе [1] стало общепринятым и приведено в учебном пособии В.Г. Гадиятова «Коммерческая геммология», изданном в 2007 году.

За последние десятилетия в разных регионах России созданы основы поисков месторождений цветных камней, разработаны теоретические принципы прогнозно-минерагенических исследований, наконец, обосновано новое научное направление – геммологическая минерагения [6]. Фундаментальные категории минерагенического анализа соответствуют понятиям, предложенным и примененным Ю.А. Билибиным, В.М. Крейгером, Ю.А. Кузнецовым, А.Д. Щегловым и другими учеными-металлогенистами для рудных объектов. Камнесамоцветная формация, в соответствии с современными представлениями, – это группа месторождений или проявлений цветных камней, характеризующихся сходными минеральными ассоциациями и возникающих в близкой геологической обстановке. Термины «рудная» и «рудовмещающая» формации, адаптированные к нерудному – камнесамоцветному – сырью, соответствуют формации «камнесамоцветной» и «геологической» формациям. Камнесамоцветная формация может состоять из одной или ряда минеральных ассоциаций [3, 4].

Предметом данного исследования является камнесамоцветное сырьё Верхне-Шибановского месторождения, представленное морионом, дымчатым кварцем, касситеритом, бериллом и топазом.

В географическом отношении площадь работ приурочена к западным отрогам хребта Сихотэ-Алинь, и располагается на левобережье реки Арсеньевки, в бассейне её левого притока – кл. Шибановского, в административном плане принадлежит Спасскому району Приморского края (рис. 1).

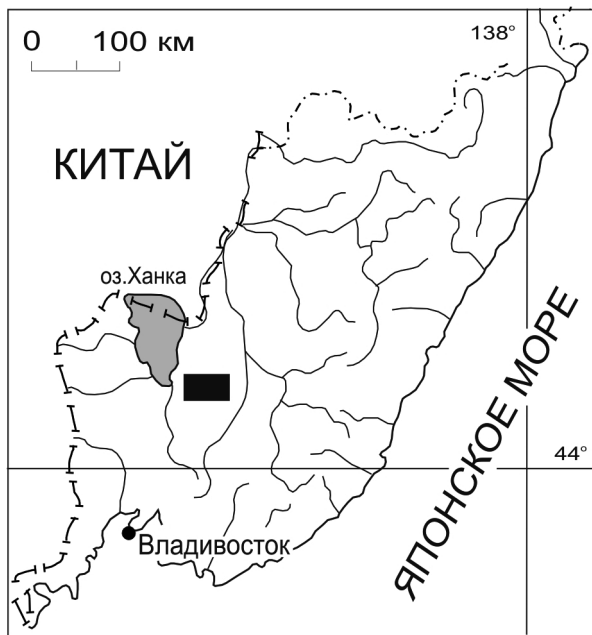



Рис. 1. Географическая карта Приморского края. Верхне-Шибановское месторождение 

Усилиями сотрудников геммологической лаборатории в 2004-2011 гг. проведены сбор и исследование камнесамоцветного сырья в пределах рудного поля Верхне-Шибановского месторождения, известного как олово-вольфрамовое, где кроме рудных полезных ископаемых, обнаружен уникальный ограночный и коллекционный материалы: кристаллы и друзы мориона, дымчатого кварца, амethysta, горного хрусталя, касситерита, берилла. Среди слагающих пегматиты минералов изучены первичные включения в кварце. Выявлены **РТ- параметры образования** кварца хрусталеносных пегматитов Верхне-Шибановского месторождения: температура соответствует интервалу 450-465°C, давление 350-105 Па, состав рас-

творов: хлориды Li, Ca, Na, концентрация раствора 36,7% эквивалента NaCl [12]. Данные, полученные в результате применения метода ИК-спектроскопии, показали в образцах кварца с разным количеством газовой фазы во включениях, исследованных в диапазоне 4000 – 2000 см⁻¹ присутствие примесей CH₄, CO, CO₂, NO₂. Исследование включений имеет и практическое (поисковое) значение. Известно, что повышенные содержания лития (а также Rb, Cs, Be, Sn, Ta, Nb, в меньшей степени R и В и пониженные содержания Ва и Sr) в минералах пегматитов - признак эволюции ветви пегматитов, которая завершается жильными сериями, содержащими тела с камнесамоцветной минерализацией [7-11].

Кристаллы берилла ювелирного качества на территории Приморского края известны в месторождениях различного генезиса и являются сопутствующими (иногда просто случайными находками при разведке или разработке месторождений рудных полезных ископаемых). Одним из примеров ассоциации, сходной по набору самоцветов с Верхне-Шибановским, является месторождение Забытое, где установлены берилл, топаз и дымчатый кварц ювелирного качества. В грейзенах этого месторождения, в зонах и жилах размером до 300х300х10 м обнаружены кристаллы берилла, топаза и дымчатого кварца: берилл до 10х5 мм, топаз до 20-30х20 мм (обычно 15х10х10 мм), дымчатый кварц 10-20х10-20х10 мм. Месторождение Забытое относится к гидротермально-метасоматической (грейзеновой) генетической группе, типу гранитоидной формации позднего мела. Минералогический состав продуктивных тел: кварц, вольфрамит, касситерит, слюды, топаз, берилл, висмутин, арсенопирит. Виды камней: берилл, топаз, дымчатый кварц.

Геологические исследования в районе месторождения Верхне-Шибановского прежде были посвящены, в основном, проблемам рудообразования, – в частности, происхождению олово-вольфрамовой минерализации. Проблема генезиса кварца и других самоцветов считалась второстепенной и серьезно не рассматривалась. За последнее десятилетие самоцветы в России заняли достойное место среди полезных ископаемых, что особенно актуально для дальневосточных проявлений, большая часть самоцветов которых является сопутствующими минералогическими находками в известных типах эндогенных рудных месторождений.

Согласно фондовым материалам и нашим исследованиям, в пределах Шибановского массива околонурировано три поля развития пегматитов и несколько грейзеновых полей, которые впоследствии были нами изучены.

Поле ключа Пегматитового располагается на правобережье кл. Шибановского, размером 5,5×1,2 км (Правобережное), поле ключа Морионового, находящегося на левобережье кл. Шибановского в его среднем течении, размер поля составляет 2,0×0,8 км (Левобережное), и Северо-Восточное поле, расположенное в верховьях кл. Барачного. Отдельные находки пегматитов отмечаются и за пределами перечисленных полей [13]. В пределах данных полей были обнаружены многочисленные находки пегматитов, кристаллов и обломков кварца, мориона. В аллювиальных отложениях встречаются кристаллы и обломки дымчатого кварца, мориона, реже полевого шпата. С грейзеновыми полями связаны находки топаза в виде агрегатов короткопризматических кристаллов.

Поиски россыпей на топаз, берилл и морион в пределах Шибановского рудного поля проводились в двух направлениях: в пределах касситерит-вольфрамитовой россыпи, и по водотокам. Обнаруженные кристаллы мориона и дымчатого кварца представлены кристаллами и обломками кристаллов разной степени окатанности, размеры кристаллов в среднем составляют 3-6 см. Форма разнообразная, встречаются коротко- и длиннопризматические кристаллы, обелисковидные а также кристаллы двуглавого роста (рис.2). Часто кристаллы неравномерно окрашены, свилеваты, иногда трещиноваты. Наряду с этим, попадаются кристаллы с высокими декоративными свойствами (рис.3), а также кристаллы с наличием характерных дефектов, выраженных в мозаичной структуре граней, срастаниях, двойниковании, что представляет собой коллекционный материал. Дымчатый кварц Верхне-Шибановского месторождения имеет насыщенный желтовато-коричневый оттенок, природный дымчатый оттенок. По системе GIA, **оттенок – Y, тон – exdk, насыщенность – slgr (slbr)**. Прозрачность ограничивается наличием различного рода дефектов и насыщенностью окраски. Показатели преломления, замеренные в иммерсионных жидкостях: $n_p=1,544$, $n_g=1,553$, двупреломление 0,009 плотность – 2,65г/см³ [2].



Рис. 2. Кварцы Верхне-Шибановского месторождения

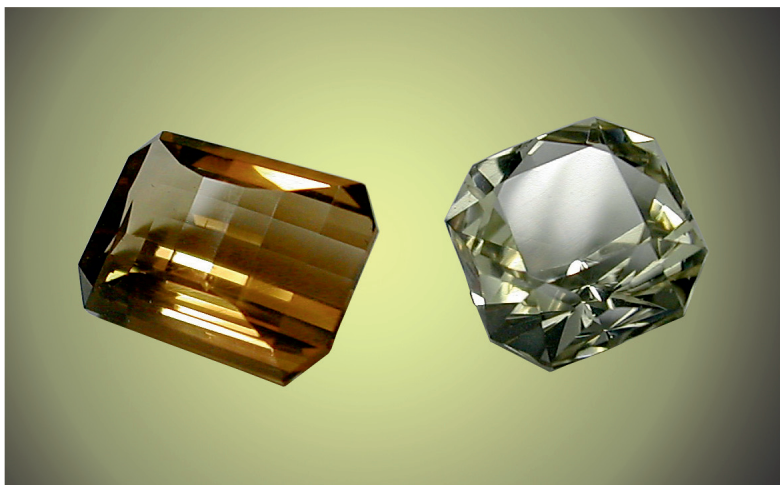


Рис. 3. Ограненные кварцы Верхне-Шибановского месторождения

Касситерит Верхнее-Шибановского месторождения впечатляет своими характеристиками: значительными размерами, прозрачностью и алмазным блеском, что позволяет использовать этот минерал как ограночное сырье.

Так же можно упомянуть и о скарнах гранатового состава, выявленных в экзоконтактах Шибановского массива, которые являются коллекционными (гранат имеет размеры кристаллов до 1-1,2 см). Форма кристаллов ромбододекаэдрическая, цвет зеленовато-бурый, коричневый; гранат полупрозрачный.

Кристаллы берилла, обнаруженные в пегматитовых линзах имеют размер от 0,5 до 4 см по удлинению. Берилл представлен длиннопризматическими кристаллами свободного роста с сильно растворёнными гранями; цвет берилла меняется от голубого в нижней части кристаллов до бледно-голубого в верхней; мелкие обломки – от интенсивно голубого до бесцветного. Нижние части кристаллов трещиноваты, полупрозрачны, имеющие бездефектные области пригодны для огранки. По системе GIA оттенок - bG, тон - ml, насыщенность-vslgr (vslbr), кристаллы прозрачны и практически бездефектны, размером до 6x1,5 см. Показатели преломления, замеренные в иммерсионных жидкостях: $n_p=1,572$, $n_g=1,580$, двупреломление 0,008, удельный вес $2,7\text{ г/см}^3$.

В соответствии с генетической и формационной классификацией месторождений самоцветов, Верхне-Шибановское месторождение относится к эндогенной генетической серии, пегматитовой генетической группе, камнесамоцветной формации гранитных пегматитов. Вмещающие породы для пегматитов – лейкократовые граниты верхнемелового возраста, залегающие среди палеозойских гранитов. Виды камней (минеральные ассоциации): берилл, горный хрусталь, дымчатый кварц.

На основании проведенных исследований, можно утверждать, что на участке Пегматитовом, расположенном в пределах Верхне-Шибановского месторождения, широко развиты пегматиты, которые содержат кристаллы мориона, дымчатого кварца, в меньших количествах – берилла. При этом следует отметить, что морион и дымчатый кварц образуют кристаллы с хорошо выраженными кристаллографическими формами, обладают достаточной прозрачностью и, согласно геммологическим характеристикам, могут применяться как ограночное и коллекционное сырье.

Литература

1. Гадиятов В.Г. Камнесамоцветные формации северо-востока Азии. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2005. 272 с.
2. Гадиятов В.Г., Гадиятова М.В., Гончарова И.И. Коммерческая геммология. Учебное пособие. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2007. 397 с.
3. Мельников Е.П. Генетическая классификация месторождений драгоценных камней // Уральская летняя минералогическая школа – 2000. – Екатеринбург: УГГА, 2000. – С. 155–159.
4. Татаринов А.В. Камнесамоцветные минеральные формации Сибири // Геология и геофизика. – 1992. №11. С. 116–125.
5. Юргенсон Г.А. Ювелирные и поделочные камни Забайкалья. – Новосибирск: Наука, 2001. 390 с.
6. Yurgenson G.A. Gemmological Minerageny // Proceedings for the 5th International Symposium on Geological and Mineragenetic correlation in the Contiguous Regions of China, Russia and Mongolia. Changchun, China: International Centre for Geoscientific Research and Education in Northeast Asia, Jilin University, 2003. P.22–25.
7. Шабанова Ю.А., Б.Л. Залищак., М.А. Ушкова., Н.С. Карманов. Дымчатый кварц из пегматитов Верхне-Шибановского олово-вольфрамового месторождения (Приморье) // Тихоокеанская геология. Т 25, № 3, 2006. С. 75–81.
8. Шабанова Ю.А., Пахомова В.А., Залищак Б.Л., Кононов В.В., Карабцов А.А., Карманов Н.С. Хрусталеносные пегматиты Верхне-Шибановского месторождения (Сихотэ-Алинь, Приморский край) // Известия ВУЗов, Геология и разведка. 2008. № 5. С. 40–44.
9. Шабанова Ю.А., Пахомова В.А., Залищак Б.Л., Карабцов А.А. Новые данные по минералогии, геохимии и термометрии Верхне-Шибановского месторождения // Материалы XIII Международной конференции по термобарогеохимии и IV симпозиума APiFIS. – Москва, ИГЕМ. 2008. Том 2. С. 143–146.
10. Шабанова Ю.А., Пахомова В.А., Залищак Б.Л., Карманов Н.С., Карабцов А.А., Лапташ Н.М. Пегматиты Верхне-Шибановского месторождения как источник самоцветов. Материалы III научной конференции «Геммология». – Томск, 2008. С. 91–96.
11. Шабанова Ю.А., Пахомова В.А., Залищак Б.Л., Лапташ Н.М. Минералогия и коллекционные качества кварца хрусталеносных пегматитов Шибановского массива // Материалы IV научной конференции «Геммология». Томск, 2009, С. 128-132
12. Shabanova U.A., Pakhomova V.A., Zalishchak B.L., Ushkova M.A. Fluid inclusions in quartz of the Verkhne-Shibanovsky deposit pegmatite (Russian Far East). European current research on fluid inclusions “Fluid and Melt Inclusions: using bubbles to decode the Earth”, Granada, Spain, 2009, P. 211-212.

Фондовая литература

1. Трусов В.Б. Отчёт о результатах поисковых работ на берилл, топаз, морион, в пределах Шибановского рудного поля в 1985-1987 гг.

ГЕММОЛОГИЯ

Материалы V научной конференции

Томск, 17-19 ноября 2011 года

Издательство Томского ЦНТИ. Лиц. ИД № 05060 от 14.06.2001 г.
Отпечатано в Томском ЦНТИ. Лиц. ПД № 12-0084 от 16.04.2001 г.
Подписано в печать 03.11.2011 г. Заказ № 1047. Тираж 150 экз.
Россия, 634021, г. Томск, пр. Фрунзе, 115/3.