

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации
Томское отделение Российского минералогического общества
Томский государственный университет
Кафедра минералогии и геохимии
Томская горнодобывающая компания

ГЕММОЛОГИЯ

Материалы второй научной конференции

Томск, 16-18 ноября 2005 года



Томск
2006

УДК 549
ББК 26.303
Г33

Г33 Геммология: Сборник статей. Томск: ФГУ «Томский ЦНТИ», 2006. - 136 с.

ISBN 5-89702-155-4

В сборнике представлены материалы, отражающие содержание докладов прозвучавших на второй геммологической конференции 16-18 ноября 2005 г. Они затрагивают практически все направления современной геммологии, начиная от подготовки кадров и заканчивая исследованиями в области конъюнктуры рынка драгоценных камней. Особое внимание посвящено геологии и минералогии месторождений самоцветов.

Для специалистов в области геммологии, минерагении, минералогии, а также людей, увлеченных цветным камнем.

Редакторы сборника:

С.И. Коноваленко (отв. редактор),
Л.А. Зырянова, О.В. Бухарова, Е.М. Асочакова

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вторая геммологическая конференция в соответствии с решением предыдущей первой состоялась спустя ровно два года – 16-18 ноября 2005 г., заложив, таким образом, традицию двухгодичной периодичности. Жизнь показала, что выбор столь небольшого отрезка времени, для организации новой встречи вполне оправдан, слишком динамично развиваются в нашей стране и экономика, и наука, и образование. Геммология в этом плане не исключение, скорее наоборот. Свидетельством этому и резко возросший интерес к конференции со стороны специалистов. Почти в два раза выросло число представленных докладов, сильно расширились географические рамки. Они переросли границы страны, республик ближнего зарубежья и распространились уже на наших дальних соседей по азиатскому матерiku. Конференция приобрела международный статус. Неизменным остался подход к формированию научной программы и контингента участников. В число последних попали и начинающие исследователи – студенты, магистранты, аспиранты, и маститые ученые – доктора, доценты, научные сотрудники и представители производственных организаций как государственных, так и частных.

В определенной степени это конечно сказалось на уровне тех или иных материалов, включенных в сборник, однако одновременно это же позволило и наиболее полно показать весь спектр проблем волнующих современную геммологию. Безусловно, основная тематика публикаций касается геологии и минералогии месторождений драгоценного и поделочного камня, отражая традиционный подход к геммологии со стороны вузовской и академической науки, которая была шире всего представлена на конференции. По этой же причине довольно много материалов сборника связано с совершенствованием подготовки геммологов в вузе, организацией и развитием дополнительного геммологического образования. Вместе с тем и это весьма отраднo, в сборнике прозвучали и многие вопросы остро актуальные для практической геммологии. Они касаются принципов оценки закрепленных и облагороженных камней, конъюнктуры мирового камнесамоцветного рынка, способов адаптации мелких ювелирных фирм к реалиям окружающей действительности. Несмотря на всю разноплановость указанной информации, ее объединяют такие важные обстоятельства, как новизна и отношение к прекрасному миру самоцветов, поэтому нет сомнений, что она будет востребована всеми когo, так или иначе, волнуе т лучшая половина минерального царства природы.

Редакционная коллегия

Резолюция

второй научно-практической конференции «ГЕММОЛОГИЯ»

16-18 ноября 2005 г. в Томском государственном университете состоялась вторая научно-практическая конференция «Геммология». На конференцию было заявлено 30 докладов. В ее работе приняли участие более ста преподавателей и научных сотрудников Томского государственного и Томского политехнического университетов, а также аспиранты, магистры и студенты двух вузов и работники Томских производственных организаций государственного и частного сектора. Иногородние участники представляли Москву, Екатеринбург, Новосибирск, Бийск, Горно-Алтайск, Красноярск, Улан-Удэ и Владивосток, иностранные – Кыргызстан, Монголию и Вьетнам. Был рассмотрен широкий круг вопросов, охватывающий практически все направления современной геммологии, начиная от подготовки кадров и заканчивая исследованиями в области конъюнктуры рынка драгоценных камней.

КОНФЕРЕНЦИЯ:

- констатирует дальнейшее поступательное развитие подготовки специалистов-геммологов в высших заведениях страны, одновременно отмечая сохраняющийся дефицит кадров данного профиля на рынке труда;
- считает необходимым для ликвидации этого активизировать деятельность в области повышения квалификации работников государственных и частных предприятий на базе созданных в вузах геммологических курсов;
- в очередной раз обращает внимание на отсутствие в перечне специальностей Федерального агентства по образованию страны специальности «Геммология», что, несомненно, является сдерживающим фактором для трудоустройства выпускаемых специалистов и их интеграции в мировой рынок;
- отмечает устойчивое стремление исследователей к объединению усилий в области изучения геологии и минералогии месторождений камнесамоцветного сырья, что объективно обусловлено повышением эффективности исследований при такой форме организации работ;
- подчеркивает необходимость и пользу в постоянном обмене новой информацией между специалистами, работающими в области геммологии и занимающимися подготовкой кадров;
- считает оптимальным двухлетний интервал проведения конференций и предлагает очередную III Геммологическую конференцию провести в ноябре 2007 г.

ИСТОРИЯ ГЕММОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В Г. КРАСНОЯРСКЕ НА БАЗЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И ЗОЛОТА

С.А. АНАНЬЕВ

*Красноярский государственный университет цветных металлов и золота,
г. Красноярск*

История геммологического образования в г. Красноярске относительно невелика. Ее началом можно считать создание в октябре 1992 г. АОЗТ «Гемма». Глубокие и сложные экономические преобразования в стране заставили бывших выпускников Красноярского института цветных металлов (КИЦМ) 1977 года объединиться, создать свой бизнес и искать возможности совместного выживания в сложившихся условиях. В коллектив учредителей вошли автор данной публикации, в то время работавший доцентом кафедры геологии, минералогии и петрографии КИЦМа, А.В. Будников, ведущий эксперт музейной группы Восточносибирской инспекции пробирного надзора, и Ю.А. Задисенский, ведущий геолог Красноярской геологической экспедиции. Каждый из них имел большой опыт геологической работы, был увлечен камнем, имел навыки их обработки и собирал личные коллекции. Автор ряд лет занимался изучением гранитных и негранитных пегматитов, в том числе с драгоценными камнями. Он подготовил и защитил диссертацию по условиям образования корундовых плагиоклазитов, как потенциальных источников ювелирных корундов на примере ряда проявлений в нашей стране. А.В. Будников, осуществляя в соответствии с должностью проверку сохранности изделий из драгоценных металлов и драгоценных камней в музеях нашей страны, в том числе и ведущих – Эрмитаже, Оружейной палате и т.д., имел опыт, знания и навыки в области практической геммологии. Он мог осуществлять экспертизу и оценку ювелирных изделий, включая и антикварные. Ю.А. Задисенский имел большой опыт полевых исследований на различных объектах, среди которых встречались и камнесамоцветные. В соответствии с нашими знаниями и интересами были сформулированы следующие виды деятельности АОЗТ «Гемма»: обработка камнесамоцветного сырья и драгоценных металлов с целью производства продукции декоративно-прикладного и ювелирного назначения; диагностика, экспертиза, оценка и реализация коллекционного, камнесамоцветного и драгоценного сырья; поисковые, геолого-разведочные и изыскательские работы, а также добыча цветного камня и некоторые другие. Деятельность фирмы была начата по всем трем основным заявленным направлениям. Было закуплено камнерезное и ограниченное оборудование. Была организована работа по информированию населения о появлении новой услуги – оценке ювелирных изделий из драгоценных металлов и драгоценных камней. Одновременно были предприняты попытки заключения хозяйственных работ на выполнение геологических исследований. Однако жизнь как всегда внесла свои коррективы. В условиях распада геологической службы страны стало ясно, надеяться на финансирование геологических работ не приходится. Массовый импорт дешевой камне-

резной продукции свел на нет наши усилия по ее производству. А вот, что не ожидалось, так это всплеск нашей оценочной деятельности. Инфляционные процессы, обесценившие деньги вызвали интерес к новым платежным средствам – ювелирным украшениям, требующим независимой оценки. Резкое ухудшение политической и экономической обстановок, в сочетании с локальными войнами в республиках Кавказа, привели к тому, что из этого ранее далеко не бедного региона в Красноярск стали привозить изделия, которые здесь трудно было встретить. Нам удалось наработать опыт по оценке дорогостоящих изделий с большим количеством бриллиантов, крупными вставками ограненных алмазов и других ювелирных камней, а также драгоценных антикварных изделий. В эти первые годы существования фирмы оценочная деятельность стала единственным видом деятельности, приносящем стабильный доход.

Активное сотрудничество с работниками ювелирных магазинов, а в советское время в нашем городе их всего было три – «Кристалл», «Гранат», «Лазурит», а также появление новых частных магазинов, ломбардов (ранее был единственный городской ломбард), ювелирных мастерских сделало востребованным геммологическое образование. К нам стали обращаться с просьбой, о проведении краткосрочных курсов повышения квалификации. Востребованность этого вида деятельности привела к тому, что при перерегистрации АОЗТ в ЗАО «Гемма» июне 1996 года в уставные документы был внесен новый вид деятельности – образовательная деятельность по подготовке специалистов, повышению квалификации и стажировке кадров. А в декабре 1996 года в Учебно-производственном объединении профессионального образования Администрации Красноярского края нами была получена первая образовательная лицензия по следующим направлениям: оценщик бриллиантов, ювелирных камней и изделий из них; товаровед ломбарда – оценщик бриллиантов, ювелирных камней и изделий из них, на уровне начального профессионального образования. Объем курсов по каждой специальности составлял 40 часов.

К этому же времени пришло понимание того, что необходима подготовка специалистов в области геммологии на уровне высшего профессионального образования. Естественно, что это должно быть организовано на базе Государственной академии цветных металлов и золота (бывший КИЦМ). При поддержке заведующих кафедрами геологии месторождений и методики разведки (ГМиМР) В.А Макарова и геологии, минералогии и петрографии (ГМиП) Р.А.Цыкина, автор обратился к ректору В.В Кравцову с предложением заключить договор между ЗАО «Гемма» и Академией о сотрудничестве в создании в ВУЗе материально-технической базы специализации «Геммология и оценка камнесамоцветного сырья». Что было и сделано в конце 1996 года. В соответствии с этим договором Обществу Академией были предоставлены помещения - учебная аудитория для ведения образовательной деятельности и комната для размещения камнерезной и ограночной мастерской, а также ставка лаборанта. Благодаря последней, удалось оставить на кафедре выпускника-геолога В.В. Клейменова. Это человек самозабвенно любящий камень, увлеченный минералогией и, что немаловажно, с умелыми руками, способный освоить все тонкости обработки камня вплоть до огранки. Со своей стороны мы обязались

разместить в предоставленных аудиториях наше оборудование, в том числе и геммологическое, вести работу по дальнейшему оснащению этих помещений, созданию учебных коллекций, осуществлять методическое обеспечение геммологических дисциплин, подготовить документы для открытия вышеуказанной специализации.

К 1998 году работа по подготовке к открытию геммологической специализации в нашем ВУЗе была закончена. Были подготовлены необходимые документы для направления в УМО по геологическим специальностям. Разработаны рабочие программы следующих дисциплин специализации: «Геология месторождений драгоценных и поделочных камней», «Минералогия алмаза, ювелирных и поделочных камней», «Обработка алмаза, ювелирных и поделочных камней», «Методы диагностики ювелирных камней и сырья», «Основы оценки ювелирных камней, изделий и конъюнктура рынка», «Основы пробирного анализа драгоценных металлов». Были подготовлены и изданы через РИО Академии методические указания - «Алмазы и ювелирные камни» и «Апробирование золотых, серебряных и платиновых сплавов в ювелирных изделиях» общим объемом более 6 п.л. Созданы различные коллекции: шесть настенных демонстрационных литотек с различными обработанными ювелирными камнями; коллекции вставок, как демонстрационные, так и для практических занятий; коллекция моделей огранок различных типов и форм; коллекция минералов и горных пород с различных месторождений драгоценных камней; коллекция оттисков пробирных клейм, в виде ювелирных изделий либо частей вырезанных из них; коллекция ювелирных украшений с различными вставками в том числе и с бриллиантами. Были сняты учебные видеофильмы. Один из них по драгоценным камням, другой по включениям в драгоценных камнях, снятый с использованием иммерсионного микроскопа, третий по оттискам пробирных клейм и именникам предприятий изготовителей, как подлинных, так и фальшивых. Началом коллекций послужили запасы из личных собраний. Часть каменного материала приобреталось как в сырье, так и в огранке, что-то удавалось получить обменным путем. Наличие своей ограночной мастерской упрощало задачу формирования коллекций. Источником многих камней и оттисков клейм стали ювелирные мастерские, где интересный для нас материал появлялся при демонтаже, реставрации либо переработке изделий. Регулярные курсы повышения квалификации позволили сформировать коллектив преподавателей и наработать опыт, навыки ведения геммологических дисциплин.

В июне 1998 года Красноярская государственная академия цветных металлов и золота (КГАЦМиЗ) обратилась в УМО по геологическим специальностям МГРА с просьбой решить вопрос об открытии специализации «Геммология и оценка ювелирных камней и изделий из них» в рамках специальности 080100 «Геологическая съемка и поиски». В октябре 1998 года пришло решение за подписью председателя Совета УМО Л.Г. Грабчака о нецелесообразности открытия такой специализации в рамках выше указанной специальности и рекомендовано открыть в Академии новую специальность 080600 «Прикладная геохимия, петрология, минералогия», которая, и предусматривает данную специализацию. Это решение отодвигало сроки подготовки геммологов на уровне высшего образования. Однако проблемы с рас-

пределением и трудоустройством наших выпускников-геологов требовали срочного решения этого вопроса и вызвали необходимость создания условий для дополнительного обучения студентов геммологии. Это давало возможность им в дальнейшем найти работу в ювелирных магазинах, ломбардах, мастерских и других организациях, осуществляющих оборот драгоценных камней и металлов, либо их контроль. В следующей образовательной лицензии, которую ЗАО «Гемма» получила в декабре 1999 году, была предусмотрена специальность «Геммолог - оценщик бриллиантов, ювелирных камней и изделий», предназначенная для дополнительного обучения студентов пятого курса, а с весны 2000 г. начато их обучение.

Потребовалось еще два года для принятия решения и подготовки необходимых документов для открытия новой в КГАЦМиЗ специальности 080600 на кафедре геологии, минералогии и петрографии со специализацией «Геммология». При этом кафедра из общеобразовательной, в качестве которой она существовала с 1984 г., становилась выпускающей. После успешного прохождения всех документов и положительных решений УМО по геологическим специальностям и Министерства образования вузом была получена образовательная лицензия и в 2003 г. был осуществлен первый набор одной группы студентов на новую специальность.

Сейчас, оглядываясь в прошлое, можно подвести первый промежуточный итог. В настоящее время теперь уже ООО «Гемма» дорабатывает свою третью по счету образовательную лицензию на уровне начального профессионального образования. Она уже предусматривает обучение по более широкому перечню специальностей: «Геммология и оценка бриллиантов, ювелирных камней и изделий из них» (112 часов); «Товаровед ломбарда, скупки и специалист кредитных отделов банков по ювелирным изделиям из драгоценных металлов и драгоценных камней (40 часов); «Товаровед магазина по ювелирным изделиям из драгоценных металлов и драгоценных камней» (40 часов); «Продавец ювелирных товаров из драгоценных металлов и драгоценных камней» (20 часов). За девять лет была повышена квалификация у более чем половины тысячи человек. Обучались представители разных регионов от Тюменской области до Сахалина. В основном это жители г. Красноярска (в городе в настоящее время около пятидесяти ломбардов помимо многочисленных филиалов, десятки ювелирных магазинов и мастерских), Красноярского края, республик Хакасия и Тыва, Иркутской области. Трижды проводились выездные курсы в г. Улан-Уде. Проводились они на базе Забайкальской инспекции пробирного надзора. В последние пять лет 40 выпускников-геологов дополнительно обучались геммологии и благодаря этому, многие из них нашли себе работу. Третий год осуществляется набор студентов теперь уже в Государственный университет цветных металлов и золота (ГУЦМиЗ) на новую специальность 080600 со специализацией «Геммология». Кроме этого геммология читается для слушателей Межрегионального центра повышения квалификации ГУЦМиЗ, осуществляющих подготовку по специальности «Ювелир» для ювелирной фирмы ОАО «Ремикс». Запланировано ведение данной дисциплины для студентов нашего ВУЗа по специальности 651300 «Металлургия» со специализацией «Производство ювелирных изделий».

Прошло чуть более десяти лет активной работы по указанному выше направлению. Это было непростое время, время проб и ошибок. Приходилось учиться само-

му, приобретать практические навыки, а уже потом передавать свои знания другим. Здесь очень ценным было двукратное повышение квалификации, сначала в НГЦ, а затем в НОУ Геммологический институт на базе кафедры геммологии МГРУ. Большой опыт получен в ОАО «Красцветмет» при осуществлении входного контроля характеристик бриллиантов, поступающих для ювелирного производства. Работа в молодой фирме «Новые бриллианты Сибири» позволила поработать с большим количеством бриллиантов, облагороженных по цвету, и наработать навыки определения их цветовых характеристик. Приятно, что образовательная деятельность, чему автор посвятил всю свою жизнь, оказалась востребованной в области любимой науки – геммологии. Накопленный опыт и в сферах образовательной и оценочной деятельности изложен в изданном под грифом СибРМУЦ учебном пособии «Оценка драгоценных камней и изделий из них». Все это способствует совершенствованию учебного процесса по геммологическому направлению, проводимого на базе Государственного университета цветных металлов и золота.

БРИЛЛИАНТЫ, ОБЛАГОРОЖЕННЫЕ ПО ЦВЕТУ, И ПРИНЦИПЫ ИХ ОЦЕНКИ

С.А. АНАНЬЕВ

*Красноярский государственный университет цветных металлов и золота,
г. Красноярск*

Традиционно считалось, что алмаз - это единственный драгоценный камень, в котором отсутствие цвета означает более высокую стоимость. Тем не менее, абсолютно бесцветные алмазы достаточно редки. Цвет является одним из важнейших ценовых признаков бриллиантов. Обычно их цвет лежит в «ряду желтизны», и очень редко они могут иметь иную окраску. Чем они более заметно окрашены в этом цветовом ряду, тем дешевле. Наименее ценными являются коричневые и сероватые камни.

Цвет алмаза может быть натуральным (природным) или измененным, облагороженным (искусственным), возникшим в результате специальной обработки камня. Природные алмазы, окрашенные в интенсивные цвета очень редки. Их называют фантазийными. Чем ярче, необычнее и чище у них цвет, тем выше их стоимость. Цветовая гамма природных цветных бриллиантов образует следующий ряд в порядке возрастания количества добываемых камней и соответственно падения их цены: красный, голубой, розовый, оранжевый, зеленый и желтый. Встречаются камни с комбинациями этих цветов и с оттенками фиолетового, изумрудного и аквамаринного. Очень редкими являются бриллианты «хамелеоны», изменяющие свой цвет при изменении внешней температуры или освещения. В последнем случае - с александритовым эффектом. Если за базовую взять цену бесцветного алмаза, относимого к самому дорогому в «ряду желтизны», то по данным прејскуранта Michelsen Gemstone Index (США) цена природных фантазийно окрашенных камней

будет повышаться со следующими коэффициентами: красный – 12,5; пурпурно-розовый – 6,6; синий – 6,5; розовый – 4,55; серовато-синий – 3,85; зеленый – 1,5; оранжевый и интенсивно-желтый – 1,2 [1]. В нашей стране согласно техническим условиям (ТУ 117-4.2099-2002) подход в оценке таких бриллиантов, так называемого «уникального цвета», несколько иной, их относят к первой группе цвета с соответствующим уровнем цен.

Природа окраски многообразна и определяется типом алмаза, наличием деформаций кристаллической решетки и воздействием радиационных и температурных полей. Внешние воздействия на алмазы, которые реализуются как в природных условиях, так и в лабораториях, могут менять их цвет. Деформация решетки уменьшает прозрачность и придает дымчатый или коричневый цвет, реже при определенных сочетаниях примесей и структурных искажений - оранжевый и красный цвета. Облучение различными типами излучений - ультрафиолетовое, рентгеновское, гамма-лучами и др., либо потоками энергетических частиц – электронов, протонов, нейтронов или альфа-частиц придает алмазам зеленый цвет. Последующее температурное воздействие вызывает появление голубых и других оттенков. Наибольшее распространение получило искусственное окрашивание камней под воздействием электронного пучка.

Оценка по цвету фантазийно окрашенных алмазов более сложна, чем камней цветového «ряда желтизны». Цвет таких бриллиантов оценивается по следующим параметрам: основной цвет, дополнительный оттенок, насыщенность цвета, тон (величина затемнения камня), распределение цвета в объеме камня. За рубежом при описании насыщенности и тона фантазийного цвета по мере его усиления обычно используются следующие термины: Faint (слабый), Very Light (очень светлый), Fancy Light (фантазийный светлый), Fancy (фантазийный), Fancy Intense (фантазийно интенсивный), Fancy Vivid (фантазийно насыщенный), Fancy Deep (фантазийно глубокий), Fancy Dark (фантазийно темный). Бриллианты, широко представленной на рынке желто-коричневой гаммы, также могут быть фантазийными, и их, как правило, продают, используя следующие торговые марки: Sapary – все разновидности фантазийных желтых камней, Champagne – бриллианты с небольшим оттенком коричневого, Cognac – камни, имеющие более насыщенный коричневый цвет. Существует классификационная шкала, согласно которой интенсивность коричневого цвета изменяется от «очень светлый шампань», через «средний шампань» до «темный шампань», и завершает шкалу фантазийный темный «коньяк». Отметим весьма успешное распространение указанных брэндов, и как следствие – повышение спроса на коричневые бриллианты. Здесь можно брать пример у австралийцев. За ними числится несколько мировых брэндов: «Рэд-даймонд», «Коньяк-даймонд», «Шампань-даймонд».

Как было показано выше, цвет алмаза может быть изменен в результате радиоактивного облучения, отжига, какого-либо иного воздействия. Несмотря на необратимость изменений естественного цвета в обычных условиях, международные правила требуют полной и достоверной информации об этом и обозначения того, что камень «облагорожен по цвету», «подвергнут обработке», «искусственно измененный» или «облученный».

При обработке различными видами излучений цвет алмаза становится зеленым, голубым (синим) либо зеленовато-синим, в зависимости от дозы облучения и типа алмаза. Последующий отжиг приводит к образованию следующих цветовых вариаций облученных алмазов: зелено-желтые, оранжевые, красные. Можно также получать и ювелирные черные бриллианты. Современная мода на черные бриллианты и недостаток природных камней черного цвета, пригодных для ювелирных целей, а также некоторые трудности огранки, привели к тому, что их стали облагораживать в черный цвет. Черный цвет может быть получен интенсивным облучением алмазов, при этом на самом деле они приобретают очень насыщенный темно-зеленый цвет, который кажется черным. Недавно появился другой способ получения черных бриллиантов. Заготовки обычных бриллиантов подвергают высокотемпературному отжигу в вакууме или инертной среде. При этом происходит поверхностная графитизация камня. Ограненный из такой заготовки бриллиант имеет черный цвет. Черными могут быть также синтетические алмазы. При выращивании их из раствора углерода в расплаве никелистого железа растущие кристаллы алмаза могут захватывать большое количество включений металла, которые придают алмазу серый до черного цвета [2].

Среди методов облагораживания алмазов по цвету основными являются – облучение нейтронами или электронами высоких энергий (иногда с последующим отжигом), а также отжиг при высоком давлении – метод НРПТ (High Pressure High Temperature). Одним из самых значительных достижений в применении метода НРПТ является изобретение технологии облагораживания, позволяющей обесцвечивать серые и коричневые алмазы типа Па. Алмазы, обработанные таким способом, впервые появились на рынке в начале 1999 года. При этом, широко распространенные в практике геммологов методы идентификации в большинстве случаев не могут однозначно подтвердить факт облагораживания. Для поддержания высокого уровня доверия потребителей на рынке бриллиантов и украшений из них такие камни маркируют специальным способом – на рундисте (поясок по контуру камня) лазерным методом наносится соответствующая надпись «GE POL». Во избежание уничтожения такой маркировки в последнее время ее наносят внутрь кристалла на глубину более 0,5-1 мм от поверхности. С 2002 г. вместо торговой марки «GE POL» был запущен новый брэнд - «Bellataire».

Технология НРПТ с применением одновременного воздействия высокого давления (до 8-10 ГПа) и высокой температуры (до 2400-2500 °С) осуществляется с использованием специальной аппаратуры, например, применяемой при выращивании кристаллов синтетического алмаза. Это такие аппараты высокого давления как «бэлт», «тороид», «барс». Время, затрачиваемое на облагораживание, от нескольких минут до нескольких часов, а максимальный размер камней до 18-20 карат. Совершенствование этой технологии позволило существенно расширить цветовую гамму бриллиантов, а создание лабораторий с большим числом таких установок позволяет сделать бриллианты с фантазийным цветом доступными массовому потребителю. Из коричневых алмазов стали получать желтые, зеленые, желто-зеленые, а иногда розовые и голубые, в зависимости от физического типа отжигаемого алмаза (рис. 1).



Рис. 1. Бриллианты, облагороженные по технологии НРНТ

Важной особенностью зеленых кристаллов, подвергнутых НРНТ, является однородное распределение цвета по всему объему, в отличие от облученных кристаллов. Для продвижения на рынке обработанных зеленых алмазов была зарегистрирована торговая марка NovaDiamond [3]. Для потребителей важно знать, что результаты облагораживания бриллиантов по технологии НРНТ необратимы в условиях использования их в качестве ювелирных украшений, и они не приобретают свойств, оказывающих вредное воздействие на человека.

Достижения российских ученых в этом направлении оказались значительными и получили мировое признание. Приятно, что речь идет о сибиряках. Специалисты красноярской фирмы «Новые бриллианты Сибири» (НБС) на базе своего новосибирского филиала применяют технологии, не имеющие аналогов в мире, технологии получения бриллиантов наиболее редкой красной цветовой группы, поступившие на мировой рынок под торговой маркой «Imperial Red Diamonds» [4]. Эти камни имеют коричнево-красный, оранжево-красный, красный (розовый), пурпурно-красный, пурпурный вплоть до фиолетового цвета (рис. 2, 3). Некоторые из них обладают достаточно высокой насыщенностью цвета. И хотя, как и в природе, доля камней с высшими цветовыми характеристиками среди всех алмазов, облагороженных по этой технологии, пока еще не велика (не более 10 %), ведутся работы по совершенствованию этих технологий. Эти бриллианты были получены с помощью

нового метода обработки, включающий НРПТ отжиг, облучение, и отжиг при низком давлении и при относительно низких температурах. В этих камнях не обнаружено никакой остаточной радиоактивности [5]. О редкости природных красных алмазов свидетельствуют следующие факты. Из печати известно, что с 1987 года в руки экспертов GIA для исследования попали лишь 15 природных фантазийно окрашенных камней розово-красной группы, а результаты продаж таких бриллиантов через международные аукционы Christie и Sothebi в последнее десятилетие показывают, что цены на некоторые из них колеблются в диапазоне от 800000 до 950000 \$ за карат.

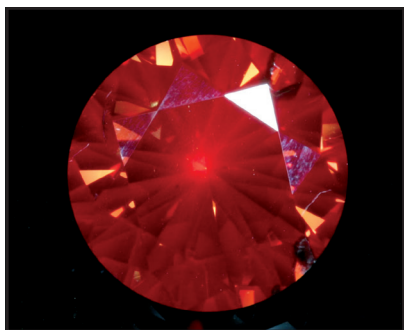


Рис. 2. Бриллиант, отвечающий по цвету торговой марке «Imperial Red Diamonds»



Рис. 3. Ювелирное изделие с пурпурно-красным бриллиантом

Появление бриллиантов, облагороженных по цвету, доступных массовому потреблению и составляющих полный цветовой ряд, создали проблему их оценки. В печати есть упоминание о том, что цена на подобные бриллианты достигает 60—70 % от цены натуральных камней со сходными характеристиками [6]. Есть зарубежные преискурранты на бриллианты, облагороженные по цвету, но в них указываются цены на фантазийные желтый, насыщенно-желтый, оранжево-желтый, с цветами от зеленовато-желтого до желтовато-зеленого и ничего не сказано о камнях другого цвета [7].

По заказу фирмы НБС автором был разработан такой преискуррант. При его составлении учитывалась методика оценки, и мы руководствовались определенными принципами. За основу была взята шкала цветности (цветовой оттенок, тон, насыщенность), принятая Геммологическим Институтом Америки (GIA) для оценки цветных ювелирных камней и преобразованная в российский вариант в соответствии с ТУ 117-3-0761-7-00 «Вставки обработанные из природных ограночных материалов для ювелирных изделий». Цвет определяется при искусственном освещении флюоресцентной лампой дневного холодного света путем сравнения с пластиковыми эталонами цвета, разработанными GIA для оценки цветных камней. Определение цветовых характеристик бриллиантов при этом имеет свои трудности. Осложняет работу алмазный блеск камней. Свет и глаза эксперта должны быть на-

правлены строго перпендикулярно площадке. Даже небольшие наклоны камня могут привести к ошибкам в определении цветового тона (камни кажутся более темными), а иногда и оттенка.

При составлении прейскуранта мы исходили из того, что облагороженные по цвету камни не должны стоить дороже бриллиантов первого цвета. В прейскуранте Минфина даже природные камни фантазийного цвета по ценам отнесены к камням первого цвета. Хотя, на наш взгляд, возможны и исключения в случае уникальности цветовых характеристик бриллиантов торговой марки «Imperial Red Diamonds». В разработанном прейскуранте учтено, что цены на природные цветные бриллианты, за исключением уникальных фантазийных цветов (красный, пурпурно-розовый, розовый, синий), в среднем выше цен облагороженных по цвету бриллиантов примерно в два раза. Заимствован принцип оценки фантазийных по цвету бриллиантов, изложенный в прейскуранте Michelsen Gemstone Index. В соответствии с ним, в качестве базовых взяты цены бриллиантов высшего первого цвета разных массовых групп, а цены камней, облагороженных по цвету, определяются с использованием соответствующих коэффициентов: K_o – коэффициент оттенка; K_t – коэффициент тона; K_n – коэффициент насыщенности. Коэффициенты оттенка взяты следующие: желтые – 0,65; оранжевые – 0,75; зеленые – 0,8; синие – 0,9; красные – 1,0. Наиболее предпочтительными на наш взгляд выглядят бриллианты 5 тона. Хотя оптимальный тон цветных камней выше – 7. Для бриллиантов 5 тона принят $K_t = 1,0$. С понижением либо увеличением тона коэффициент уменьшается. Естественно, что максимальный K_n у наиболее ярких камней. Коэффициенты K_t и K_n подобраны таким образом, чтобы самые дешевые из облагороженных камней – желтые самые светлые либо темные со слабой насыщенностью цвета не опускались по цене ниже цен на природные желтые и коричневые камни. Оценка облагороженных в красный цвет бриллиантов осложняется их частой неоднородностью в окраске в виде зональности и секториальности. Переходы бывают резкими с красного цвета на фиолетовый либо зеленый.

Обращает на себя внимание тот факт, что дефекты в бриллиантах, облагороженных по цвету, менее контрастны и хорошо маскируются, в сравнении с алмазами обычной цветовой гаммы. Сам процесс облагораживания часто ухудшает эту характеристику камней. Наблюдается рост в размерах трещин, а также графитизация некоторых из них и поверхностей минеральных включений [5]. И хотя в разработанном прейскуранте учтена имеющаяся дефектность по российской классификации, возможен менее жесткий подход к этой оценочной характеристике. Например, в прейскуранте Michelsen Gemstone Index дефектность природных алмазов фантазийных цветов не зависимо от реальной принимается высшей. Скидка в 50% предусмотрена только на цветные бриллианты с дефектностью $I_1 - I_3$, кроме красных, зеленых и синих камней.

Многообразие окрасок бриллиантов, облагороженных по цвету по технологии НРНТ, порождает еще одну проблему – подбор камней по цвету для изготовления ювелирных изделий. Особенно сложно это сделать для красных камней, уж очень много цветовых вариантов наблюдается. Мы считаем, что в этом случае за комплектование вставок можно повышать цену камней в изделии на 10%.

В завершении можно констатировать – мы становимся свидетелями новой эпохи в геммологии, эпохи цветных бриллиантов, которые станут обычными украшениями.

Литература

1. Michelsen Gemstone Index. Wholesale Diamond & Colored Stone «Pricing Guide».- Florida: Center for the Study of Gemstone Evaluation, 2005. – 36 с.
2. Солодова Ю.П., Седова Е.А., Жихарева В.П., Титков С.В., Зудин Н.Г. Различные типы черных бриллиантов// ЮВЕЛИР-ИНФОРМ, №5, 2003. С. 19.
3. Катруша А.Н., Заневский О.А, Ивахненко С.А., Vollstaedt Н. Применение термобарической обработки (НРНТ) для изменения цвета природных ювелирных алмазов// Ювелирный Бизнес, №1, 2003. С. 42 - 47.
4. Vins V.G. The Technique of Production of Fancy Red Diamonds. Russian Federation patent 2237113, filed June 26, 2003, issued Sept. 27, 2004.
5. Wang W., Smith C., Hal M., Breeding C., Moses T. Treated-Color Pink-to-Red Diamonds from Lucent Diamonds Inc// Gems & Gemology, Vol. 41, No. 1, P. 6-19.
6. Катруша А.Н., Vollstaedt Н., Bautsch Н. Ювелирные алмазы фантазийной окраски – путь к рынку// Ювелирный Бизнес, №2, 2003, С. 72-77.
7. Lucent Diamonds. Price Chart for Round Brilliants (Ultimate Created Diamonds, Luminari Diamonds). May, 2005.

МИНЕРАЛОГИЯ ЛАЗУРИТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БАДАХШАНСКОГО МАССИВА

Е.М. АСОЧАКОВА

Томский государственный университет, г. Томск

Бадахшанский лазуритоносный район древнего одноименного массива находится в пределах Юго-Западного Памира и Восточного Гиндукуша и относится к Нуристан - Южнопамирской докембрийских провинции самоцветов. В состав Бадахшанского массива входят докембрийские метаморфические породы, развитые по осадочным толщам и интрузивным образованиям.

Лазуритовая формация представлена месторождениями Сары-Санг (Афганистан), Ляджвардара и небольшим проявлением Горонское (Таджикистан). Они приурочены к магнезиальным, доломитовым и кальцит-доломитовым мраморам архейских метаморфических серий: сарысангской и горанской. Последними сложена, соответственно, западная и центральные части Бадахшанского блока [5]. Обязательным элементом строения всех выявленных в магнезиальных мраморах лазуритовых проявлений являются будинированные тела алюмосиликатных пород разного состава – амфиболитов, биотитовых и графитовых гнейсов, сиенитов, гранитов, гранит-пегматитов и аплитов (рис. 1).

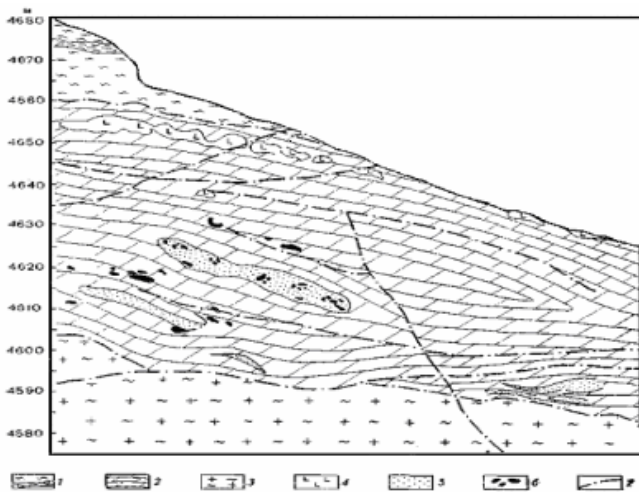


Рис. 1. Схема геологического строения Ляджвардаринского месторождения лазурита (зарисовка вертикальной стенки обнажения) [4].

1 – биотитовые гнейсы с дистеном и гранатом; 2 – форстеритовые кальцифиры;

3 – пироксен-биотит-роговообманковые гнейсы; 4 – ортоамфиболиты;

5 – диопсидовые скарны; 6 – тела лазурита; 7 – разрывные нарушения.

Собственно лазуриновая минерализация концентрируется в форме гнёзд и линз разной величины, согласно залегающих в мраморах, представляющих собой метасоматически замещенные будины алюмосиликатных пород.

Характерной особенностью этих будин является зональность, которая в общем виде выглядит следующим образом (рис. 2):

1) ядро из измененных делицированных алюмосиликатных пород, в той или иной степени превращенных в анортотлаз-диопсидовый или альбит-диопсидовый агрегат;

2) диопсид-лазуриновая зона шириной до 50 см с тесным срастанием тонких зерен этих минералов размером 0,001 - 0,1 мм, а при частичной собирательной перекристаллизации до зерен 0,5 - 1 мм и более. Н.А. Захарчук отмечает наличие в некоторых случаях промежуточной скаполит-диопсидовой зоны между диопсид-лазуриновой и ядром [4];

3) флогопитовая, диопсид- или кальцит-флогопитовая оторочка шириной 5 см, сменяющаяся экзоскарновым диопсидовым и диопсид-форстеритовым кальцифиром [4].

Практический интерес представляет диопсид-лазуриновая порода, которая может содержать до 50 % и более лазурита. В ее составе также присутствуют до 30-40 % диопсида, 5-10 % кальцита, 1-5 % скаполита, афганита, цеолита, флогопита и пирита.

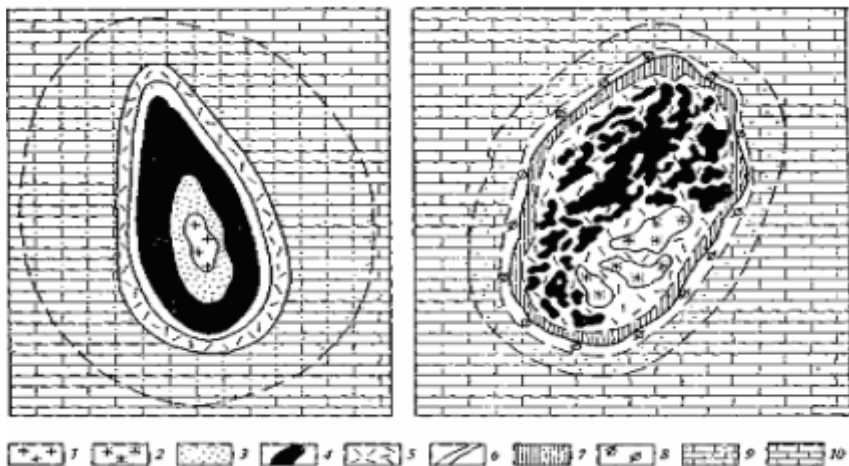


Рис. 2. Структура лазуритизированных будин жильных гранитов Ляджевардинское месторождение [4].

1 – аплит; 2 – полевошпатовая порода с диопсидом; 3 – диопсидизированный десилицированный аплит; 4 – диопсид-лазуриновая зона; 5 – кальцит-диопсидовая зона; 6 – флогопитовая зона; 7 – диопсид-гаюиновая зона с плагноклазом и скаполитом; 8 – диопсид-флогопитовая оторочка; 9 – форстеритовый кальцифир; 10 – доломитовый мрамор.

В крупных линзовидных скарнированных будинах с ядром реликтовых алюмосиликатных пород продуктивная диопсид-лазуриновая зона может быть непрерывной, достигая объема до 1,5 м³ и более при хорошем качестве ювелирно-поделочного сырья.

В образцах лазурит слагает основную массу породы, иногда составляя до 70 % от ее объема. Как правило, он встречается в виде мелко- и тонкозернистых агрегатов совместно с диопсидом, кальцитом, флогопитом, пиритом и др.

Лазурит месторождения Сары-Санг с характерной мелко- тонкозернистой структурой имеет насыщенный индигово-синий цвет. В лазуритовых породах он находится в ассоциации с диопсидом, кальцитом, пиритом, апатитом и сфеном. Лазуритовые породы отличаются по структурному рисунку, распадаясь на пятнистые и полосчатые (рис.3).

В пятнистых лазуритовых породах наблюдаются пятна кальцит-диопсидового состава с редкими кристаллами пирита, по краям видны овальные зерна апатита, в зернах диопсида – клиновидные кристаллы сфена. В полосчатых лазуритовых породах наблюдается неравномерность распределения окраски, выраженная появлением полос лазурита различной цветовой насыщенности, иногда подчеркнутые послойной вкрапленностью пирита.

В исследованных образцах месторождения Ляджвардара и проявления Горонского лазурит слагает основную массу породы, иногда составляя 60 % от ее объема. Он образует плотные мелкозернистые агрегаты с диопсидом, флогопитом, карбонатами, пиритом и др. Размер зерен лазурита доли миллиметра. Окраска меняется от бледно-голубой до индигово-синей, которая нередко изменяется в пределах одного образца (рис. 4). Кроме того, отмечен лазурит зеленоватого оттенка и необычного нежно-фиолетового цвета. В шлифах наблюдаются округлые кристаллы лазурита, приуроченные к кальцитовым прожилкам (рис. 5).

Обычно под микроскопом лазурит обнаруживает неправильные по форме зерна, без резких границ, выделяясь, лишь синим цветом. В проходящем свете цвет лазурита меняется от синего до голубого. В скрещенных николях темносиние и фиолетовые разности из лазурит-полевошпатовой породы – изотропны, а лазурит зеленого цвета из этих же пород имеет темно-фиолетовые цвета интерференции. $n_g = 1,514$, $n_m = 1,510$, $n_p = 1,503$, $n_g - n_p \sim 0,011 - 0,007$.

Диопсид в метасоматитах лазуритовых проявлений и месторождений является одним из породообразующих минералов. Большое количество его (до 70 %) характерно для собственно диопсид-лазуритовых пород, в составе которых могут быть также кальцит, апатит, пирит.

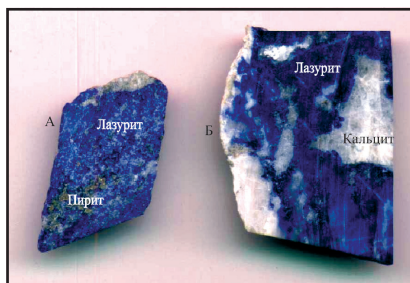


Рис. 3. Лазуритовые породы месторождения Сары-Санг.

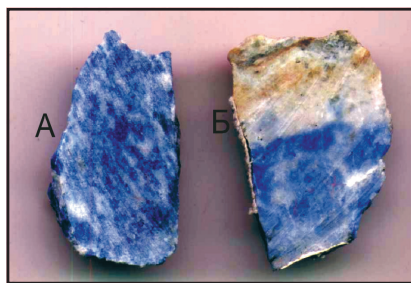


Рис. 4. Диопсид-лазуритовая порода. А-Ляджвардаринское месторождение; Б – Горонское проявление



Рис. 5. Кристалл лазурита в кальци-товом прожилке. Горонское проявление. Увел. 25. Ник. II

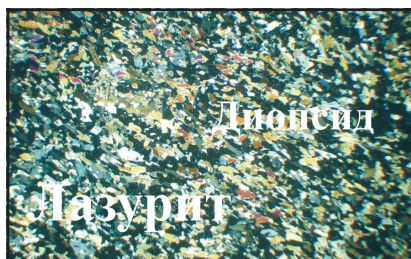


Рис. 6. Симплективная структура диопсид-лазуритовых пород. Проявление Горонское. Увел. 25. Ник. х.

Структуры диопсид-лазуритовых пород с преобладающим диопсидом большей частью реакционные и отличаются крайней неоднородностью. Диопсид присутствует в них в виде микрозернистых сростаний с лазуритом, при этом интенсивность синей окраски снижается и агрегат приобретает голубой, бледно-голубой цвет. Относительно крупные кристаллы редки (до 1 мм). Макроскопически - белый, в шлифах бесцветен.

По взаимоотношению диопсида с другими минералами можно выделить следующие структуры: пойкилобластовую (включения зерен диопсида в крупных зернах плагиоклаза); симплектитовую, мелкозернистые сростания диопсида с бесцветным лазуритом (рис. 6), зерна диопсида и лазурита не индивидуализированы и не превышают 0,01 мм; коррозионную (структура замещения диопсида лазуритом).

Флогодит в образцах из месторождения Ляджвардара и проявления Горонское образует листовато-пластинчатые агрегаты и кристаллы в виде гнезд в диопсид-лазуритовых породах, размером до 4 см. Облик кристаллов в гнездах таблитчатый (псевдогексагональный), короткопризматический. Кристаллы грубо образованы с явно выраженной параллельной штриховкой на боковых гранях. Цвет флогопита светлый, серебристый, блеск стеклянный, на плоскостях спайности перламутровый. Тонкие листы обладают упругостью. Большие скопления флогопита характерны для флогопитовой зоны лазуритизированных будин, где он ассоциирует с кальцитом и диопсидом. В направлении от диопсид-лазуритовой зоны к кальцит-флогопитовой происходит последовательное разрастание кальцит-флогопитовой породы за счет диопсид-лазуритовой. В шлифах флогопит очень похож на мусковит - бесцветен, имеет неправильные и вытянутые зерна, часто изогнутые и деформированные. Границы зерен четкие, но неровные, тесно ассоциирует с диопсидом, плагиоклазом, кальцитом. Иногда во флогопите отмечаются пойкилитовые включения диопсида.

Кальцит слагает форстеритовые кальцифиры, кальцит-доломитовые мраморы, встречается в диопсид-полевошпатовых и лазуритовых породах. Кристаллы очень редки, наиболее часто встречаются средне- и крупнозернистые агрегаты. Минерал представлен двумя генерациями. Первая генерация кальцита представлена тонкозернистыми агрегатами, распространена крайне неравномерно. Но в отдельных случаях количество кальцита может достигать 20 % объема породы. Вторая генерация кальцита образует прожилки с кристаллами лазурита и связана с перекристаллизацией диопсид-лазуритовой породы.

Большое количества кальцита и сравнительно крупные его зерна (0,5-1,0 мм) существенно ухудшают прочность камня и возможность принимать зеркальную полировку, способствует появлению трещин и выкрашиванию при механической обработке.

Среди второстепенных и аксессуарных минералов для лазуритовых пород характерны следующие: форстерит, микроклин, альбит, скаполит (мейонит), пирит, апатит, клиногумит и сфен. Большая часть этих минералов была определена микроскопически в шлифах и рентгеноструктурным анализом.

Наиболее интересным минералом в лазуритовых породах является пирит, наличие которого не является дефектом, а скорее наоборот. Он наблюдается в диопсид-

лазуритовых породах либо в виде мелких (менее 1 мм) кристаллов, либо - более крупных (неправильной формы) агрегатов. Минерал диагностируется по светло-желтому цвету, кубическим, октаэдрическим формам выделения и характерной высокой твердости. В шлифах вокруг зерен пирита интенсивность окраски лазурита повышается, что объясняется повышенным содержанием ион-радикалов SO_4^- и S_3^- .

Второстепенные и акцессорные минералы в той или иной степени отражают условия минералообразования. Собственно процесс лазуритообразования представляется закономерным этапом развития толщи известково-магнезиальных мраморов, насыщенных будинированными телами алюмосиликатных пород. Стремление данной системы к химической гомогенизации осуществляется путем реакционного взаимодействия между алюмосиликатными и карбонатными породами с образованием метасоматических зон. Таким образом, разнообразие минералов в лазуритовых породах обусловлено контрастностью пород, которые подвергаются метасоматическому взаимодействию.

Литература

1. Асочакова Е.М. Минеральный состав и химизм лазурита месторождений Слюдянское (Прибайкалье) и Ляджвардара (Юго-Западный Памир)// *Материалы международного научного симпозиума студентов и молодых ученых им. М.А. Усова. Проблемы геологии и освоения недр* – Томск. 2004. С. 87 – 89.
2. Асочакова Е.М. Характеристика лазурита месторождений Слюдянское и Ляджвардара// *Материалы конференции «Студент и научно-технический прогресс. Сер. геол.* – Томск. 2004. С. 121.
3. Иванов В.Г., Сапожников А.Н. Лазуриты СССР. – Новосибирск: Наука, 1985. – 170 с.
4. Киевленко Е.Я. Геология самоцветов. – М.: Земля. Ассоциация ЭКОСТ, 2000. – 582 с.
5. Литвиненко А.К. Нуристан – Южнопамирская провинция докембрийских самоцветов// *Геология рудных месторождений*. Т. 46, № 4, 2004. С. 305 – 312.

ГРАНАТОВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ АЛАБАШСКОГО И ЛИПОВСКОГО ПРОЯВЛЕНИЙ РУБИНА

А.А. БАТАЛИНА, А.Ю. КИСИН

Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург

Алабашское проявление располагается в северо-западной, внутренней части Мурзинского массива. Площадь участка сложена метаморфическими породами различного состава: кварц-биотитовыми сланцами, амфиболитами и гнейсами, прорванными многочисленными дайками гранитов и пегматитов. Широко распро-

странены графитизированные перекристаллизованные и рекристаллизованные кальцитовые и, реже, доломит-кальцитовые мраморы. Кливажированные мраморы секутся дайками гранитов и пегматитов, а сами гранитоиды местами катаклазированы. В мраморах развиты два типа минерализации: 1) рассеянная, представленная мусковитом, паргаситом, хромпаргаситом и пиритом; 2) локализованная в трещинах кливажа, представленная флогопитом, фукситом, рубином, гранатом, сфеном, адуляром, апатитом, пиритом, пирротинном и другими минералами неравномерно распределенными в плоскости трещин [2].

Липовское проявление расположено в зоне сочленения Мурзинского и Адуйского гранито-гнейсовых массивов. Метаморфическое обрамление массивов представлено мощной (более 1 км) зоной мегабрекчий, сложенных серпентинитами, мраморами, амфиболовыми гнейсами, амфиболитами, гранитоидами. Мраморы отмечены в четвертом и восьмом карьерах. Широко развиты дайки гранитов и пегматитов. Имеющиеся в настоящее время данные свидетельствуют о том, что описываемая минерализация образовалась на регрессивном этапе метаморфизма, после снятия стрессового давления при участии флюидов.

На Алабашском проявлении вмещающей породой для гранатовой минерализации являются сильно катаклазированные граниты и амфиболиты, а также мраморы. Граниты светлые, мелко- до крупнозернистых, участками пегматоидные. Мелкозернистые граниты в результате выветривания превращены в каолин-кварцевую массу, а крупнозернистые граниты и пегматиты представлены дресвянистым материалом. Ориентировка трещин различная, форма часто клиновидная. Трещины выполнены глиной трения, местами с фукситом, флогопитом, рубином или гранатом, хлоритом, адуляром и др. В амфиболитах наблюдается такая же минерализация, с большим содержанием флогопита, фуксита и отсутствием адуляра.

Гранат представлен изометричными кристаллами размером 2 – 7 мм. Преимущественно развитой простой формой является ромбододекаэдр {110}, подчиненной формой тетрагонтриоктаэдра {211}. Грани ромбододекаэдра зеркальные, а тетрагонтриоктаэдра – матовые. Цвет граната изумрудно-зеленый.

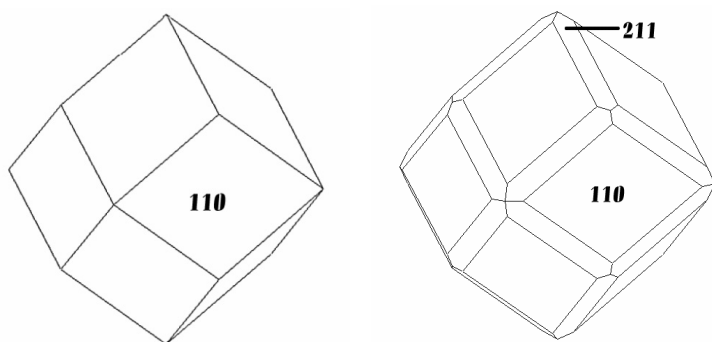


Рис.1. Форма кристаллов граната Алабашского проявления рубина.

На Липовском проявлении рассеянная гранатовая минерализация обнаружена в мраморах восьмого карьера. Гранат зеленого цвета представлен изометричными зернами, размером 3 – 5 мм.

Был определен химический состав гранатов из амфиболитов, гранитной брекчии и мраморов Алабашского проявления и мраморов Липовского проявления (Табл.1).

Изучение состава гранатов Липовского проявления выявило достаточно однородное распределение компонентов как внутри зерна, так и в зоне в целом. Гранат относится кgrossуляр-уваровитовому ряду.

Таблица 1
Химический состав граната Липовского и Алабашского проявлений рубина Урала и Танзании

	Алабашское						Липовское			Танзания
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO ₂	37.77	37.58	38.92	38.76	38.53	38.0	37.60	39.92	39.83	40.33
TiO ₂	0.28	0.04	0.24	0.41	0.37	0.45	0.44	0.40	0.41	0.28
Al ₂ O ₃	7.52	8.13	13.23	13.05	10.42	10.4	7.50	7.08	7.51	22.49
Cr ₂ O ₃	18.38	18.60	10.36	9.99	14.56	13.9	18.51	19.08	18.49	0.05
V ₂ O ₅	1.67	0.49	0.33	0.38	0.49	2.14	0.46	0.38	0.44	0.19
FeO	0.12	0.14	5.98	5.36	4.08	0.07	0.36	0.34	0.36	0.26
MnO	0.09	0.53	0.81	0.82	0.65	0.13	0.18	0.19	0.18	0.27
MgO	0.43	0.84	0.35	0.35	0.47	0.45	0.39	0.31	0.37	0.02
CaO	33.64	33.31	30.60	31.32	31.57	34.3	34.78	34.63	34.57	37.16
Сумма	99.99	99.66	100.82	100.44	101.14	97.7	100.22	102.33	100.16	101.05
Si	3.08	3.01	3.06	3.05	3.05	3.06	3.02	3.14	3.04	3.01
Ti	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
Al	0.72	0.77	1.22	1.21	0.97	0.99	0.71	0.66	0.71	1.97
Cr	1.18	1.18	0.64	0.62	0.91	0.89	1.17	1.19	1.17	0.00
V	0.10	0.03	0.02	0.02	0.03	0.12	0.03	0.02	0.02	0.01
Fe ²⁺	0.01	0.01	0.39	0.35	0.27	0.00	0.03	0.02	0.02	0.02
Mn	0.01	0.04	0.05	0.05	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
Mg	0.05	0.10	0.04	0.04	0.06	0.05	0.05	0.04	0.04	0.00
Ca	2.93	2.86	2.57	2.64	2.68	2.96	2.99	2.92	2.97	2.97
X(grs)	0.37	0.38	0.55	0.56	0.45	0.51	0.36	0.35	0.37	0.99
X(uva)	0.61	0.58	0.29	0.29	0.43	0.46	0.60	0.63	0.61	0.00
X(alm)	0.00	0.00	0.08	0.07	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
X(sps)	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
X(prp)	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00
Сумма	1.00	1.00	0.95	0.96	0.97	0.99	0.98	0.99	0.99	1.00

Примечание: Пробы 1 и 2 взяты из мраморов, 3 и 4 – из амфиболитов, 5 и 6 – из брекчии. Пр.2 – по данным В.А.Попова и др. 1998, Пр.10 – по данным Robert E. Kane и др. 1990.

На Алабашском проявлении состав гранатов из разных зон неоднородный, при однородности состава отдельно взятых зерен. В зоне амфиболитов и брекчий развиты гранаты с преобладанием grossулярного компонента, а в зоне мраморов – уваровитового компонента. Особенностью всех гранатов является повышенное содержание хрома, ванадия и присутствие титана.

Собственно тсавориты месторождения танзанита Мерерани на севере Танзании, представлены чистым гроссуляром, содержащим лишь небольшие изоморфные примеси ванадия и хрома. Первый из них всегда количественно доминирует [4]. С присутствием указанных элементов - хромофоров связывается изумрудно-зеленый цвет африканского граната. На уральских проявлениях гранат представлен промежуточным гроссуляр-уваровитовым рядом с преобладанием в мраморах уваровитового компонента, а в брекчиях и в амфиболитах - гроссулярового.

Состав флюида при образовании граната на Алабашском и Липовском проявлениях был углекислотно-водным, как и для рубиновой, паргаситовой и кварцевой минерализации [1].

Литература

1. Баталина А.А., Шанина С.Н., Мурзин В.В. Газовый состав флюида при формировании минерализации Алабашского и Липовского проявлений рубина (Средний Урал)// Миасс. 2005.
2. Кисин А.Ю., Баталина А.А., Мурзин В.В. Деформации мраморов и время образования рубиновой минерализации в Мурзинско-Адуйском метаморфическом комплексе (Средний Урал)// Ежегодник -2002. Сб. науч. Трудов. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2003. С. 186-191.
3. Попов В.А., Канонеров А.А., Муфтахов В.А. Уваровит из карбонатитов Алабашки (Средний Урал)// Материалы Уральской летней минералогической школы – 98, Екатеринбург, УГГГА. 1998. С. 113-114.
4. Robert E. Kane, Anthony R. Kampf, Horst Krupp. Well-formed tsavorite gem crystals from Tanzania// Gem & Gemology, Summer 1990. P. 142-148.

ФОРМИРОВАНИЕ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ КАМНЕРЕЗНОЙ И ЮВЕЛИРНОЙ ПРОДУКЦИИ

М.В. БЕЛЬЦЕВА

ООО «ТОМГЕМ», г. Томск

В условиях современного развития российской рыночной экономики во всех отраслях народного хозяйства актуальным становится грамотное ведение бизнеса с четко поставленными целями и задачами, применением маркетинговых инструментов и специфики их практического применения в различных областях коммерческой деятельности.

Основной целью проводимых в современной России социально - экономических реформ является построение в стране открытой экономики рыночного типа.

Для успешного развития такой экономики необходимо, чтобы главным ориентиром производства и продажи товаров стали потребности и спрос конкретных групп потребителей. Эффективная работа на внутреннем и внешнем рынке требует

знания и учета объективных рыночных законов, умения организовать регулярное получение и оперативное использование рыночной информации, повышение конкурентоспособности своей продукции. Особое внимание заслуживает ювелирная отрасль, как специфичный вид коммерческой деятельности

Ювелирное дело – искусство малых форм. Благородная красота материалов, талант и техническое мастерство исполнителя позволяют передать ювелирным изделиям изысканность, высокую художественную ценность, особую выразительность. Ювелирные изделия, созданные мастерами, призваны служить не только в качестве украшений и предметов быта, но и удовлетворять эстетические потребности человека, формировать его художественный вкус и культуру, побуждать интерес к творчеству.

Последнее десятилетие производство ювелирной и камнерезной продукции развивается весьма бурно и динамично. Сам по себе ювелирный рынок весьма специфичен, а в России он дополнительно осложнен объективными политико-экономическими причинами доперестроечного периода. В условиях Советского Союза это был закрытый внутренний рынок, весьма жестко контролируемый со стороны государства, исключавший существование в ювелирной отрасли частных фирм и какую-либо конкуренцию. Ассортимент, качество, объемы и стоимость ювелирной продукции строго регламентировались государством. Переход страны к рыночной экономике резко выявил неподготовленность и инерционность относительно перемен отечественного ювелирного рынка. Появившиеся в последнее десятилетие многочисленные частные ювелирные фирмы, ввиду экономической непросвещенности и в первую очередь неумению повышать конкурентную способность своей продукции, достаточно быстро прекращали существование.

Опыт последних лет показывает, что большинство производителей в ювелирной отрасли не готово к ведению конкурентной борьбы. Одним из ключевых факторов, определяющих создавшееся положение, является отсутствие систематизированных представлений о том, что является конкурентным преимуществом, как его создать и с помощью каких методов реализовать.

Актуальность формирования конкурентных преимуществ ювелирных изделий продиктована поиском конкурентного преимущества на уровне основного звена – фирмы. Очевидно, что конкурентное преимущество должно отвечать сложившейся в России экономической ситуации, а также особенностями конкретного производства.

Практика конкурентных отношений на ювелирном рынке подтверждает актуальность и необходимость поиска реализации конкурентного преимущества и активной адаптации к быстро меняющимся условиям конкуренции. Для многих производителей важнейшей задачей становится обеспечение выживания фирмы в долгосрочной перспективе. Возникает вопрос, как же организация сможет обеспечить такое выживание? Что должно быть ей присуще, чтобы она могла справляться со своими задачами? Ответ на этот вопрос совершенно очевиден: организация должна производить продукт, который стабильно будет находить покупателей. Это означает, что товар должен быть, во-первых, интересен покупателю настолько, что он готов отдать за него деньги, и, во-вторых, интересен покупателю более, чем ана-

логичный или схожий по потребительским качествам продукт, производимый другими фирмами. Если товар обладает этими двумя свойствами, то, несомненно, продукция будет иметь конкурентное преимущество. Следовательно, фирма успешно существовать и развиваться может только в том случае, если ее продукт обладает конкурентным преимуществом.

Таким образом, поиск и формирование конкурентных преимуществ позволит производителям камнерезной и ювелирной продукции прочно утвердиться на ювелирном рынке и даст возможность занять «рыночную нишу». Показательным примером тому является деятельность фирмы «Tomgem» (г. Томск), чей опыт весьма нагляден. За 12 лет фирма не просто смогла выжить в жестких условиях рыночной экономики, а развиваться, адаптироваться к быстро меняющимся условиям конкуренции. И самое главное, реализация конкурентных преимуществ позволила этому производителю занять свою «нишу» на отечественном ювелирном рынке. Кратко остановимся на основных конкурентных преимуществах фирмы «Tomgem».

1. На сегодняшний день очевиден тот факт, что в ювелирной отрасли ощущается информационный голод. Результатом этого является отсутствие новых идей, новых подходов в организации производства. Для фирмы конкурентное преимущество в виде полной разносторонней информации о состоянии дел на ювелирном рынке очень актуально и достигается оно за счет участия в международных специализированных выставках, как в пределах России, так и зарубежом. Посещение крупных зарубежных выставок таких, как Мюнхенская минералогическая (Германия), Болонья (Италия), Прага (Чехословакия), Бангкок (Таиланд), Туссон (США), Санта-Мария (Франция), позволяет создать огромную информационную базу, что служит неопределимым источником свежих идей. А это, безусловно, в конечном итоге отражается на развитии фирмы «Tomgem». В результате фирма

- хорошо информирована о ценах на зарубежное ювелирное сырье и на сырье в пределах СНГ;
- осваивает новые передовые технологии обработки камней, например, новые типы огранки;
- разрабатывает новые стили и дизайн ювелирных изделий;
- участие в международных выставках позволяет ориентироваться на потребности зарубежного ювелирного рынка и, как следствие, расширять сферу своей деятельности.

2. Индивидуальность и неповторимость производимых ювелирных изделий. Суть этого преимущества заключается в том, что все ювелирные украшения выполняются в определенной технике исполнения, что в сочетании с авторским стилем и дизайном делают изделия неповторимыми.

3. Использование природного материала в изделиях. В производстве ювелирных украшений фирмы сделана ставка на использование природных камней, что делает изделие особенно ценным. Это преимущество очень важно при продвижении и позиционировании товара.

4. Использование для производства ювелирных изделий редких и уникальных камней. Это конкурентное преимущество является отличительной особенностью фирмы «Tomgem» и позволяет быть единственным в Сибирском регионе предпри-

ятием, работающим с редко встречающимися или уникальными по своему проявлению камнями. Кроме того фирма работает с ювелирным сырьем зарубежных месторождений, а поэтому основной ассортимент продукции фирмы составляют изделия со вставками из камней зарубежных стран. В изделиях фирмы используются камни с различными природными оптическими эффектами, например, с эффектом «кошачьего глаза» такие, как аквамарины с эффектом «кошачьего глаза» Сапуновского месторождения Читинской области, турмалины, нефриты, опалы Танзании и т.д. Ассортимент редких камней пополняют кварцы-биколоры, такие как аметрин, раухтрин, и полихромные турмалины. Кроме того, фирма «Tomgem» является единственной в стране, которая работает с ассортиментом «звездчатых» камней, камней с эффектом астеризма. К ним относятся звездчатые сапфиры, рубины, диопсиды. Такое конкурентное преимущество реализуется, благодаря участию в международных выставках, организуемых в нашей стране и зарубежом. Одной из выставок мирового значения является Мюнхенская минералогическая, не имеющая аналогов во всем мире. Это масштабное мероприятие, специализирующееся на сырьевой базе всего мира.

5. Ориентация на экономику ювелирной отрасли передовых зарубежных производителей ювелирных изделий. Это то преимущество, которое чаще всего игнорируется российскими производителями и, по мнению автора, является серьезным препятствием в успешном развитии ювелирной отрасли России в целом.

Суть экономики ювелирного производства зарубежных передовых производителей заключается в высокой производительности труда при очень низкой себестоимости и невысоком качестве ювелирных изделий. Такое соотношение делает продукцию наиболее конкурентно способной. Лидером в ювелирной отрасли является Италия с её исторически развитой ювелирной промышленностью. Характерной особенностью её производства является технологичность. Лидерами в ювелирной отрасли являются также такие страны как Турция, Таиланд, Китай, Индия. К сожалению, Россия не является лидером в ювелирной промышленности. Причина тому - изначально неправильно выбранный подход. Российские производители выпускают продукцию весьма высокого качества, но такие показатели как высокая цена и низкая производительность делает ее неконкурентоспособной у массового потребителя. К этому добавляется еще и тот факт, что многими производителями копируются модели и дизайн зарубежных лидеров в этой области. Это в целом негативно отражается на перспективном развитии всей ювелирной отрасли. Принимая это во внимание, стоит отметить, что ювелирная продукция будет конкурентоспособной тогда, когда соотношение высокого качества, невысокой себестоимости и наибольшей производительности будут оптимальными для конкретного вида деятельности, будь то производство художественных уникальных изделий или производство поточных ювелирных украшений.

Таким образом, опыт лидеров ювелирной отрасли зарубежных стран, нужно не копировать, а использовать как базу для создания своих собственных форм производства. Изделия должны иметь свое лицо, они должны быть узнаваемыми. Новый подход позволил бы производителям пересмотреть свои позиции, как в области экономики так и в области продвижения.

6. Одно из важных конкурентных преимуществ фирмы «Tomgem» – особая уникальная организация труда. Суть этого преимущества заключается в том, что разработанная фирмой технология позволяет тиражировать авторские работы. Используется так называемый метод «конструктора», когда отливаются литьевые элементы, из которых на основе их комбинации производятся разные по стилю изделия. Другой вариант «конструктора» предполагает сочетание ручной пайки с литыми художественными элементами. Каждый работник фирмы является операционщиком, иными словами достигается глубокая специализация в определенных операциях. Например, один человек занимается обработкой камней, другой – их полировкой, третий – оправляет камни в металл. Результатом такого подхода является повышение производительности труда и снижение себестоимости продукции.

7. Позиционирование - безусловно, наиболее актуальное и важное конкурентное преимущество в сфере производства ювелирных художественных украшений. В сознании потребителя позиционированный специфичный товар целенаправленно формирует восприятие данной продукции под теми преимуществами и выгодами, которые может получить потребитель.

Суть позиционирования художественных ювелирных украшений фирмы «Tomgem» заключается в производстве изделий на основе природного материала, выполненных в авторском стиле и дизайне, не имеющих аналогов на отечественном ювелирном рынке. Отсутствие конкуренции и неудовлетворенный спрос на эксклюзивную художественную продукцию позволяет фирме «Tomgem» занять свою рыночную нишу, которая дает перспективу в развитии бизнеса. Позиционирование как важное и актуальное конкурентное преимущество является ключевым элементом в продвижении продукции «Tomgem».

Всё сказанное позволяет считать залогом успеха и продолжительности существования любого предприятия на ювелирном рынке правильный выбор конкурентных преимуществ для своей продукции.

ОТРАЖЕНИЕ КРИСТАЛЛОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ В РЕНТГЕНОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ БЛАГОРОДНОЙ ШПИНЕЛИ

Н.Н. БОРОЗНОВСКАЯ, С.И. КОНОВАЛЕНКО

Томский государственный университет, г. Томск

Люминесценция шпинели ($MgAl_2O_4$) в первую очередь привлекает внимание тем, что она отражает кристаллохимические особенности минерала. Главный фактор, определяющий вероятность соответствующих излучательных переходов и их положение в спектральном диапазоне длин волн – это локальная симметрия центрального иона [2, 7]. Релаксация структуры вокруг примесных дефектов приводит к отклонению от идеальных параметров решетки, следствием чего могут быть деформации и снижение симметрии координационных полиэдров (в частности, три-

гональное искажение октаэдрических позиций). В люминесценции это выражается в появлении дополнительных полос излучения и в их смещении по спектру в зависимости от влияния преобразованного локального кристаллического поля.

Целью работы является исследование возможностей рентгенолюминесценции (РЛ) для интерпретации кристаллохимических особенностей благородной шпинели из разных минералогических ассоциаций нескольких проявлений Юго-Западно-Памира.

Данный регион относится к тем районам, где проявления фиолетовой, розовой и красной благородной шпинели распространены очень широко. Они встречаются здесь в кальцифирах и магнезиальных скарнах жесткого выступа фундамента архей - протерозойского возраста. Большая часть этих проявлений имеет лишь минералогическое значение. Однако, среди них есть всемирно известные объекты, такие как месторождение Кухилал, промышленная обработка которого насчитывает уже не одну сотню лет [3]. В конце XX века на Юго-Западном Памире были выявлены новые перспективные проявления благородной шпинели: Горонское в бассейне одноименной реки [4], Ямчинское на южных склонах Ваханского хребта [1] и др. Объектом исследования в работе стала шпинель некоторых из этих проявлений. По своему химическому составу она соответствует почти чистой магнезиальной разновидности с небольшой примесью Fe^{2+} , Ti, Mn и Cr^{3+} (см. табл.).

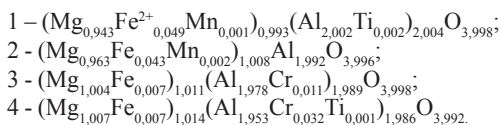
Таблица
Химический состав (масс. %) магнезиальной шпинели различных проявлений Юго-Западного Памира

Компоненты	1	2	3	4
TiO ₂	0,10	-	-	0,06
Al ₂ O ₃	70,96	70,70	69,69	69,54
Cr ₂ O ₃	0,03	-	0,56	1,72
FeO	2,45	2,15	0,36	0,42
MgO	26,43	27,02	27,99	28,43
MnO	0,04	0,10	-	0,02
?	100,01	99,97	98,60	99,17

Примечание. Определение состава выполнено на электронном микроскопе JSM-920 (Япония) с энергодисперсионной приставкой Link.

1 – фиолетовая шпинель Горонского проявления, из ассоциации с клинохлором и клиногумитом; 2 – фиолетово-розовая шпинель из доломитов Ляджвардаринского месторождения лазурита; 3 – розовая шпинель из кальцифиров р. Горон в ассоциации с клиногумитом; 4 – красная шпинель из форстеритовых скарнов сая Софитах.

Кристаллохимические формулы:



Минерал обычно встречается в виде одиночных хорошо образованных кристаллов октаэдрической формы и их двойников по (111), размером от долей миллиметра до 2 см. Индивиды из мраморов и кальцифиров часто обнаруживают завал граней и некоторую округлость ребер. У кристаллов шпинели из форстеритовых скарнов данные искажения формы обычно отсутствуют – их ребра прямые, а грани ровные. Гидротермальная фиолетовая шпинель, ассоциирующая с клинохлором, также дает плоскогранные кристаллы, которые, однако, всегда несут сложную ступенчато-пластинчатую скульптуру на поверхности граней. Прозрачность исследованной магнезиальной шпинели в общем случае возрастает в направлении падения температуры ее образования, т.е. от мраморов и кальцифиров, через инфильтрационные магнезиальные скарны к гидротермальным жилам внутри последних.

Цвет шпинели определяется ее составом. Судя по полученным оптическим спектрам, розовая и красная шпинель обязаны своей окраской присутствию в структуре ионов Cr^{3+} , изоморфно замещающих Al^{3+} в октаэдрической позиции [6]. Интенсивность красного тона прямо коррелирует с количеством указанной примеси. Ведущим хромофором фиолетовой шпинели является двухвалентное железо, находящееся в тетраэдрических Mg-позициях [5]. Густота фиолетовой окраски также прямо связана с содержанием в данном случае Fe^{2+} , что подтверждают результаты микронзондового анализа (см. табл.). Присутствие дополнительных полос поглощения в спектрах фиолетовой шпинели можно интерпретировать как влияние других примесных центров, таких как Mn^{2+} , Cr^{3+} и Ti. Возможно именно они ответственны за появление в фиолетовой шпинели Горона заметного александритового эффекта с изменением окраски от зеленовато- и голубовато-фиолетовой при дневном свете до красновато-фиолетовой при искусственном освещении.

Согласно опубликованным данным [2, 7] в спектрах РЛ благородной магнезиальной шпинели фиксируются полосы излучения Mn^{2+} (500-520 нм) и Cr^{3+} (684-685 нм – R-линии и 686-700 нм – N-линии). В исследованных образцах полоса свечения Mn^{2+} наиболее ярко проявлена у фиолетово-розовой шпинели кальцифиров, слабее у фиолетовой шпинели хлоритовых жил (рис. 1) и совсем слабо в красной шпинели форстеритовых скарнов (рис. 2). У розовой разности РЛ Mn^{2+} полностью отсутствует. Выявленная картина четко соответствует вариациям содержания изоморфной примеси Mn^{2+} в изученных кристаллах (см. табл.). Что же касается наблюдаемого смещения в разных пробах максимума РЛ Mn^{2+} от 520 до 490 нм, то оно, по нашему мнению, связано с неодинаковой степенью искажения (поляризации) тетраэдрических позиций под влиянием более низкосимметричных полей.

Люминесценция Cr^{3+} в исследованных образцах проявилась очень разносторонне. Несмотря на то, что чувствительность прибора оказалась недостаточной для фиксации тонкой структуры полос Cr^{3+} , спектральный состав излучения в диапазоне 550-800 нм позволяет говорить о наличии нескольких полос излучения для ионов Cr^{3+} . Кроме R и N-линий в спектрах РЛ присутствуют еще более длинноволновые полосы вплоть до 800 нм и довольно сложная система коротковолновых полос в диапазонах 550-590 нм и 610-670 нм, предшествующих R-линиям и скрытых за широкими неэлементарными полосами в спектральном диапазоне 500-700 нм. Об их наличии свидетельствуют уступы и перегибы в указанных диапазонах, которые

особенно четко проявились у фиолетовой шпинели (образец 2) и у красной (образец 4). Наиболее наглядно это демонстрирует график, где интенсивность дана в логарифмической зависимости (рис. 3).

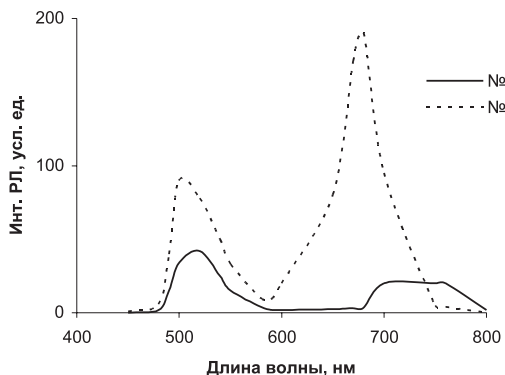


Рис. 1. Спектры РЛ фиолетовой шпинели.

Примечание.

1 – фиолетовая шпинель в ассоциации с хлоритом и клиногумитом; 2 – фиолетово-розовая шпинель доломитовых мраморов.

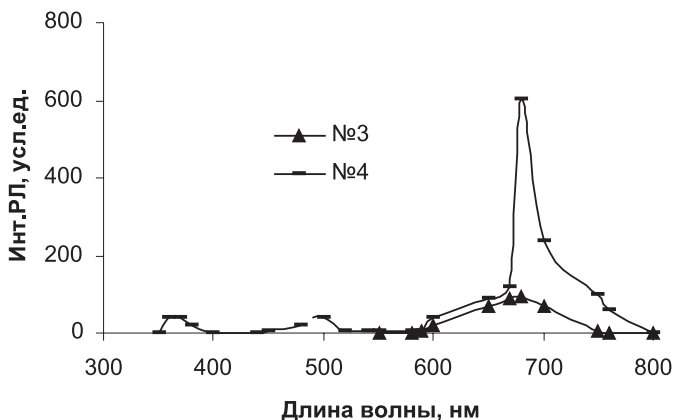


Рис. 2. Спектры РЛ розовой и красной шпинели.

Примечание. 3 – розовая шпинель из кальцифиров; 4 – красная шпинель из форстеритовых скарнов.

Появление этих коротковолновых полос (антистоксовых) в спектре люминесценции шпинели связывается с наложением на чисто электронные переходы низко-

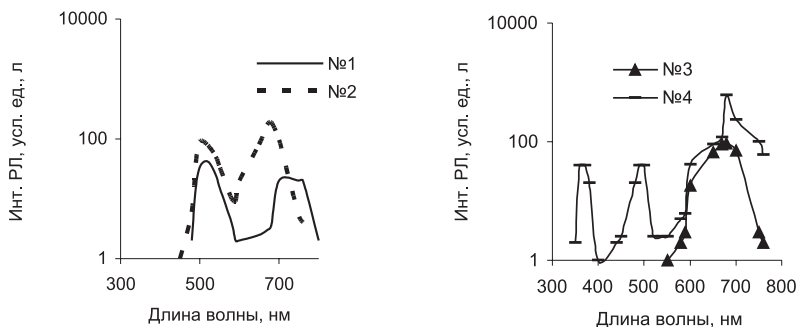


Рис. 3. Спектры РЛ фиолетовой и красной шпинели.
Примечание. Интенсивность в логарифмической шкале.

частотных деформационных колебаний Mg – O [7]. В спектре РЛ фиолетовой шпинели обр.1 (рис. 1 и 3) РЛ Cr^{3+} зафиксирована на диапазоне 700-800 нм (практически при полном отсутствии R и N-линий Cr^{3+} в диапазоне 680-700 нм), что может свидетельствовать о другом типе изоморфизма, а, именно, Cr^{3+} на месте Mg^{2+} вместо Cr^{3+} на месте Al^{3+} .

Приведенные данные по РЛ шпинели позволяют говорить о том, что люминесценцию Mn^{2+} и, особенно, Cr^{3+} можно использовать в качестве зонда при исследовании кристаллохимических и структурных особенностей минералов указанной группы.

Литература

1. Буданова К.Т., Буданов В.И. Новые находки благородной шпинели на Юго-Западном Памире// Докл. АН Тадж.ССР, 1978. Т. XXI, №6. С. 43-45.
2. Горобец Б.С., Рогожкин А.А. Спектры люминесценции минералов. Справочник// Минеральное сырье. №1. Москва, 2001. – 312 с.
3. Колесникова Т.А. Благородная шпинель, клиногумит и манассеит месторождения Кухилал (Памир)/ Драгоценные и цветные камни. – М.: Наука, 1980. С. 181-199.
4. Коноваленко С.И., Ананьев С.А., Гаранин В.К., Кудрявцева Г.П., Васильева Е.Р. Находка хлоритовых пород с благородной шпинелью в магнезиальных скарнах р. Гарон (Юго-Западный Памир)// Геология рудных месторождений, 1991, №6. С. 100-103.
5. Лицарев М.А., Платонов А.Н., Таран М.Н., Польшин Э.В. Фиолетовая шпинель Юго-Западного Памира/ Драгоценные и цветные камни. – М.: Наука, 1980. С. 199-210.
6. Платонов А.Н. Природа окраски минералов. – Киев: Наукова Думка, 1976. – 264 с.
7. Тарашан А.Н. Люминесценция минералов. – Киев: Наукова Думка, 1978. – 296 с.

АМАЗОНИТ РЕДКОМЕТАЛЬНЫХ ГРАНИТОВ ЗАПАДНОЙ МОНГОЛИИ

О.В.БУХАРОВА¹, С.И.КОНОВАЛЕНКО¹, Ц.ДАШЦЭРЭН²

¹Томский государственный университет, г.Томск;

²Ховдский университет Монголии, г.Ховд

Амазонит относится к историческим ювелирно-поделочным камням и его «биография» насчитывает уже не одно тысячелетие. Первые изделия из этого камня, по-видимому, обнаружены на территории современного Египта в захоронениях Древнего Царства, где из него делали женские украшения и культовые предметы жрецов [4,10]. Амазонитовый скипетр «уадж» погребальных нарядов египетских фараонов олицетворял вечную молодость и зелень растений. Подобная параллель конечно не случайна, поскольку минерал является голубовато-зеленой или зеленовато-голубой разновидностью триклинного калиевого полевого шпата микроклина. По своему химическому составу это природный твердый раствор альбита ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) в калиевом полево шпате (КПШ), распавшийся после кристаллизации на две самостоятельные фазы – натриевую и калиевую. Тонкие снежно-белые пертиновые жилки альбита на голубом или зеленом поле микроклина придают амазониту особую изысканную декоративность.

В своих природных проявлениях минерал встречается в виде мелкозернистых агрегатов или относительно крупных (до 1 м и более) блоковых выделений. Первые характерны для редкометальных амазонитовых гранитов, вторые встречаются в жилах гранитных пегматитов ряда формационных типов. Некоторые из этих пегматитов содержат эвтектоидные графические сростания амазонита и кварца, а в полостях обнаруживают друзовые агрегаты хорошо образованных кристаллов голубовато-зеленого микроклина [1,12].

В России месторождения амазонита распространены довольно широко. Пегматитовые встречаются на Кольском полуострове, в Ильменских горах, на Сангиленском нагорье Тувы, в Восточном Саяне и других местах. Амазонитовые граниты известны на Енисейском кряже, в Восточном Саяне и Забайкалье. Много проявлений амазонита обнаружено и в сопредельных с Россией государствах – Казахстане, Киргизии, МНР. В Монголии граниты и пегматиты с амазонитовой минерализацией распространены преимущественно в восточной части страны, где они хорошо изучены. Эти проявления подробно освещаются в литературе [7], особенно редкометальные амазонитовые граниты. Судя по опубликованным данным, амазонитовые редкометальные граниты неоднократно формировались в ходе геологической истории Центральной Азии: в позднем палеозое ($\text{C}_3\text{-P}_1$), в раннем мезозое (T-J_2) и в позднем мезозое ($\text{J}_3\text{-K}_1$). Шире всего в восточной части Монголии развиты мезозойские редкометальные амазонитовые граниты, относящиеся к Li - F субформации и тесно связанные с формацией лейкократовых гранитов. Среди многочисленных массивов Li - F гранитов (Жанчуглинский, Юдугинский, Абдорский, Барун-Цогтский и др.) встречаются как однофазовые так и многофазовые по строе-

нию. Те и другие могут быть монополевощатовыми и двуполевощатовыми и часто обнаруживают зональное строение. Зональность выражается в смене лейкократовых гранитов с биотитом, характерных для корневых частей массивов, микроклин-альбитовыми гранитами с протолитионитом, цинвальдитом или лепидолитом в апикальных зонах.

В Западной Монголии, в отличие от Восточной проявления амазонитовых гранитов очень редки и остаются почти не изученными, хотя они здесь безусловно интересны как в научном так и в практическом отношении. Одним из немногих объектов подобного типа является Хоргакбулакский шток позднепалеозойского возраста [3] в центральной части Хархиринской структурно-формационной зоны ранних каледонид Западной Монголии. Географически шток привязан к одноименному роднику, вблизи которого амазонитовые граниты выходят на дневную поверхность, прорывая песчаники и сланцы верхнеордовикского возраста. На контакте с гранитами осадочные породы ороговикованы, хлоритизированы и эпидотизированы.

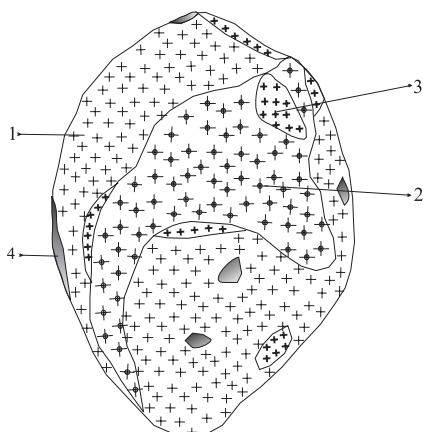


Рис.1. Схема строения Хоргакбулакского штока.

1 – протолитионит-микроклин-альбитовые граниты;

2 – порфириовидные микроклин-альбитовые граниты;

3 – мелкозернистые слабопорфириовидные микроклин-альбитовые граниты;

4 – ксенолиты вмещающих пород.

Подробная характеристика Хоргакбулакского проявления дана нами ранее [2]. Предметом специального рассмотрения в данной работе является амазонит, присутствующий в некоторых разновидностях пород штока, а также встречающийся в кварц-полевошпатовых жилах за его пределами. Внутри штока амазонитовая минерализация связана с апикальной юго-западной частью тела (рис. 1), где она проявляется в порфириовидных микроклин-альбитовых гранитах с кварц-полевошпатовыми агрегатами пегматоидного строения. Именно в последних калиевый полевой шпат (КПШ) чаще всего приобретает характерную амазонитовую окраску. Крупно- и грубозернистые кварц-полевошпатовые породы обычно имеют жильную форму

выделения, но в ряде случаев образуют и шпироподобные обособления без четких границ с окружающими их гранитами. Внутригранитные кварц-амазонитовые жилы обнаруживают субмеридиональное простирание и крутые углы падения ($70-80^{\circ}$) В их строении четко проявлена асимметрия со смещением зоны развития амазонита к лежащему боку тел. Часть жил кварц-полевошпатового состава выходит за пределы штока в виде апофиз различной длины. На их продолжении нередко наблюдаются самостоятельные жильные тела крупно- гигантозернистых кварц-амазонитовых пород, также обнаруживающих аналогичную асимметричность своего внутреннего строения. Размеры выделений амазонита колеблются от долей сантиметра до 2-5 см. Весь он относится ко второй генерации КППШ и тесно связан с процессом альбитизации. Наблюдения показывают, что интенсивность амазонитовой окраски позднего микроклина возрастает при переходе от гранитов (метакристаллы в основной массе), к пегматоидным выделениям (штокшайдеры) и далее кварц-амазонитовым жилам в экзоконтакте штока.

В наиболее ранних для массива среднезернистых протолитионит-микроклин-альбитовых гранитах амазонитовая минерализация полностью отсутствует. Характерный для них высокоупорядоченный КППШ содержит много пертитовых вростков, обычно занимающих более половины площади зерен. Первый слабоокрашенный голубоватый амазонит, но с явным зеленоватым оттенком появляется в сменяющих протолитионит-микроклин-альбитовые граниты среднезернистых микроклин-альбитовых гранитах с гороховидным кварцем. Минерал в них составляет только часть зерен КППШ, площадь пертитовых вростков в которых обычно составляет от 30 до 40%. В этом же типе пород можно встретить и крупные гнездообразные выделения амазонита на фоне зеленоватой основной массы гранитной структуры. Окраска метакристаллов не равномерная, зональная с чередованием полос бирюзово-зеленого цвета и «выцветших» практически бесцветных (желто-белых) зон. В самых поздних мелкозернистых микроклин-альбитовых породах амазонитизация почти отсутствует, а их бледно-голубая окраска связана уже с интенсивным развитием аналогичного по цвету средне- тонкопластинчатого альбита. Пертитовые вростки в микроклине в данных гранитах представлены характерными древовидными выделениями, развивающимися на фоне четко выраженной микроклиновой решетки.

В крупнозернистых кварц-полевошпатовых породах жильной серии за пределами штока, окраска амазонита меняется от светло-зеленой до бирюзово-зеленой. Как и в предыдущем случае отчетливо видны зоны с различной интенсивностью «прокрашивания». Размеры зон разной окраски колеблются по ширине от первых долей мм до 7 мм, причем интенсивно окрашенные всегда несколько шире, чем бледные.

Зонально-секториальная окраска амазонита неоднократно исследовалась разными авторами, которые пришли к выводу, что причина ее появления заключается в характере роста индивидов данного минерального вида [1]. Окраска последних напрямую зависит от составляющих кристалл пирамид роста, один из которых зеленовато-голубые ($m\langle 110\rangle$, $c\langle 001\rangle$, $x\langle 101\rangle$), а другие – бесцветные ($b\langle 010\rangle$, $z\langle 130\rangle$). В свою очередь цвет окрашенных зон определяется комплексом причин –

упорядоченностью структуры, присутствием редких щелочей, короткоживущих изотопов, дефектов и т.д. [1, 9].

Выполненные нами рентгеноструктурные исследования амазонита Хоргакбулакского проявления показали, что весь он относится к максимальному микроклину. Вариации значений триклинной ($\Delta\rho$) и моноклинной (ΔZ) упорядоченности весьма незначительны и укладываются в интервал 0,94-1,00. Тем не менее отчетливо проявлена тенденция роста структурной упорядоченности амазонита в ряду граниты – шпильры – жильные тела, а в последних от внутригранитных к отжатым за пределы штока. Отчасти данный ряд усиления упорядоченности структуры совпадает с рядом повышения интенсивности амазонитовой окраски соответствующих зерен.

Состав КПШ еще более выдержан и не выходит за пределы 86-88% ортоклазового компонента. Показательно, что в ассоциации с амазонитом наблюдается и высокоупорядоченный альбит, рентгеновская основность которого отвечает № 9, а индекс структурной упорядоченности (ИСУ) равен 90.

Типичными элементами-примесями (количественный спектральный анализ) в монгольском амазоните являются: Fe, Pb, Ga и Tl, т.е. те элементы, повышенная концентрация которых свойственна амазониту многих других проявлений мира [1]. Вместе с тем отмечается и своя специфика. В частности по содержанию свинца (до 3000 г/т) амазонит Li-F гранитов Хоргакбулака близок амазониту щелочно-гранитных пегматитов Кольского полуострова, в котором концентрация данного элемента предельно высока для калиевых полевых шпатов. В связи с этим необходимо отме-

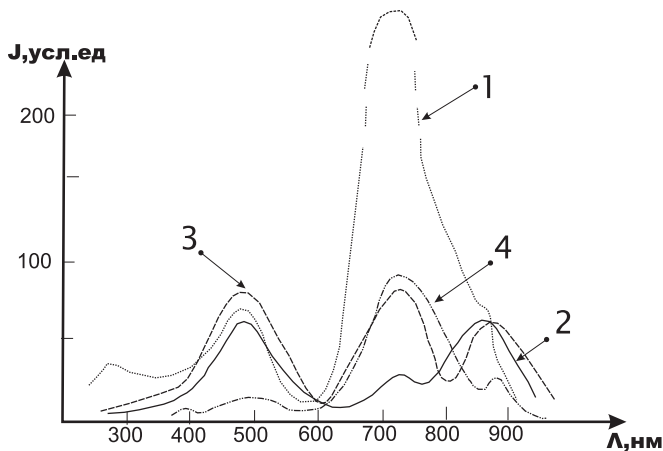


Рис.2. Спектры рентгенолюминесценции амазонита Харгакбулакского штока (Западная Монголия).

Примечание. 1 – метакристалл амазонита бирюзовато - зеленого цвета из лейкокрасовых порфиридных гранитов; 2 – амазонит светло-зеленого до зеленого цвета из кварц-полевошпатовых жил; 3 – зеленый амазонит из среднезернистых порфиридных лейкогранитов; 4 – голубоватый амазонит из среднезернистых порфиридных лейкогранитов.

тить постоянную вышекларковую концентрацию Pb практически во всех кислых породах Западной Монголии вообще, что неоднократно фиксировалось как нами, так и другими исследователями [5, 6, 11]. Указанная ситуация, по-видимому, является отражением соответствующей геохимической специализации провинции. Относительно поднят и уровень накопления в монгольском амазоните Tl (до 50-65 г/т). Однако эта повышенная редкометальность сочетается с аномально низкими содержаниями Rb₂O (0,048-0,095 % по данным фотометрии пламени).

Разные генерации минерала неодинаковы по концентрации и набору элементов-примесей, причем наиболее бедным всеми типоморфными примесями за исключением Fe, оказывается поздний амазонит внегранитных жил.

По-видимому, именно из-за высоких содержаний Fe_{IV}³⁺ в спектрах рентгенолюминесценции (РЛ) этого амазонита значительно понижена интенсивность свечения в области 700-730 нм (рис.2), полосу в которой обычно приписывают d-d - переходам в ионах Fe³⁺ [8]. Можно предполагать, что в данном случае сказывается эффект концентрационного тушения обусловленный образованием за счет высокого содержания в калишпате железа многочисленных обменносвязанных пар Fe – O – Fe понижающих концентрацию участвующих в излучении центров.

Люминесцентные исследования показали, что в спектрах РЛ амазонитов Хоргакбулакского массива присутствуют четыре типичные полосы излучения обычно обнаруживаемые в амазонитах всех других проявлений. Это полоса в ультрафиолетовой области с максимумом около 285 нм, две полосы в видимой – максимумы соответственно 470-490 нм и 700-730 нм и, наконец, одна в инфракрасной с максимумом 860-880 нм.

Слабее всего проявлена полоса в УФ-области, приписываемая сложному кислородному центру O стабилизированному примесно-вакансионным диполем Pb²⁺ - V₀ [1]. Четко выражена она только в спектре РЛ ярко-зеленого амазонита метакристаллов из матрицы среднезернистых микроклин-альбитовых гранитов с гороховидным кварцем. Во всех остальных пробах данная полоса не проявлена. По общей конфигурации спектра РЛ метакристаллы микроклин-альбитовых гранитов Хоргакбулака полностью аналогичны амазониту герцинских субщелочных лейкогранитов Казахстана [1]. В них также резко доминирует полоса 700-730 нм, приписываемая Fe_{IV}³⁺ на фоне умеренных по интенсивности полос 470-490 нм (AlO₄⁴⁻) и 860-880 нм (Pb²⁺). Однако в более поздних генерациях, как уже отмечалось, за счет роста содержаний железа и концентрационного тушения интенсивность полосы свечения 700-730 нм сильно падает, в то время как для полос 470-490 нм и 860-880 нм она практически не меняется. Пробы, загрязненные альбитом обнаруживают дополнительные полосы излучения: 390-400 нм (SiO₄³⁻) и 570-590 нм (Mn²⁺).

Таким образом, амазонит Хоргакбулакского массива Западной Монголии по своим типоморфным особенностям с одной стороны похож на обычный для субщелочных редкометальных амазонитовых гранитов, а с другой оказывается весьма специфичным, что, несомненно, требует специального рассмотрения его рудоиндикаторных возможностей. Поскольку это выходит за рамки геммологической проблематики статьи, ограничимся в заключении лишь оценкой декоративных качеств камня.

По тону окраски на проявлении резко доминирует относительно низкотемпературный зеленый амазонит поздней стадии амазонитизации. Реже встречается зеленовато-голубая разновидность и практически отсутствует голубой ранний. Интенсивность зеленой окраски варьирует от бледно-зеленой до бирюзово-зеленой, однако в любом варианте она очень неоднородна (пятниста).

Технические требования на амазонит и амазонитовый гранит, как ювелирно-поделочное сырье, содержатся в отраслевом стандарте ОСТ-41-117-76. Согласно ему амазонитовый гранит Хоргакбулакского проявления не подходит под категорию ювелирно-поделочного материала: он сильно трещиноват, подвергнут ожелезнению в виде бурых пятен и прожилков, имеет незначительные размеры участков с интенсивной и однородной окраской (менее 15x15x10 см). Как декоративно-облицовочный материал амазонитовый гранит должен оцениваться по ОСТу 41-77-73 «Плитка декоративная из природного камня», а также по требованиям ГОСТа 9479-69 «Блоки из природного камня для распиловки на облицовочные плиты». Минимальный размер плиток составляет 5x5x1 см, при равных условиях качества (отсутствие трещиноватости, повышенной пористости, бледной окраски, ожелезнения, обильной альбитизации и многочисленных включений темноокрашенных минералов, которые портят внешний декоративный вид плитки). Исходя из размеров блоков, отвечающих всем этим требованиям, и с учетом параметров самого штока амазонитовые граниты проявления можно отнести к декоративно-поделочному материалу.

Литература

1. Амазонит / А.Я. Вохминцев, М.Н. Остроумов, Ю.Б. Марин и др. – М.: Недра, 1989. 192 с.
2. Бухарова О.В., Коноваленко С.И. Редкометальные литий-фтористые граниты Хархиринского нагорья Западной Монголии // Петрология магматических и метаморфических комплексов. Вып. 5. Материалы всероссийской научной конференции. – Томск: ЦНТИ, 2005, Т. 1. С. 39-43.
3. Говерзовский В.А., Борисенко А.С., Оболенский А.А., Пономарчук В.А., Бабич В.В. Геодинамические обстановки и возрастные рубежи формирования редкометального оруденения Западной Монголии // Бюллетень ГАРО-Росгео «Природные ресурсы Горного Алтая / Геология, геофизика, гидрогеология, геоэкология, минеральные и водные ресурсы, 2005. №1. С. 63-67
4. Горная энциклопедия, Т. 2. – М.: Изд-во Совет. Энциклопедия, 1986, С. 254-264.
5. Гранитные и щелочные формации в структурах Западной и Северной Монголии. – М.: Наука, 1975. 288 с.
6. Коваленко В.И., Кузьмин М.И., Зоненшайн Л.П. и др. Редкометальные граниты Монголии. – М.: Наука, 1971. 240 с.
7. Козлов В.Д., Сандомиров Г.П., Пахольченко Ю.А. и др. О мезозойском возрасте рудоносных гранитов массива Кызыл-Тау (Монгольский Алтай) // Геология и геофизика, 1995. Т. 36. №3. С. 73-77.
8. Кузнецов Г.В., Тарашан А.Н. Люминесценция минералов гранитных пегматитов. – Киев: Наукова думка, 1988. 180 с.

9. Платонов А.Н., Таращан А.Н., Таран М.Н., О центрах окраски в амазонитах // Минерал. Журн. Т.6, 1984, №4. С. 3-16.
10. Ферсман А.Е. Очерки по истории камня. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. 371 с.
11. Фоменко А.Е. Эволюция гранитоидного магматизма Хархиринского нагорья в Западной Монголии. Статья 1. Гомодромный ряд гранит-щелочногранитной формации // Изв. Вузов. Геология и разведка, 1999, №4. С. 80-90.
12. Foord E.E., Martin R.F. Amazonite from the Pikes Peak Batolite. Miner. Rec. 1979. №10. p 373-374.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ГЕНЕРАЦИИ ЖАДЕИТА УЧАСТКА КАШКАРАК БОРУССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КРАСНОЯРСКИЙ КРАЙ)

Р.О. Гринёв¹, Ю.М. Паровинчак²

¹Томский государственный университет, г. Томск;

²Томская горнодобывающая компания «ТомГДК», г. Томск

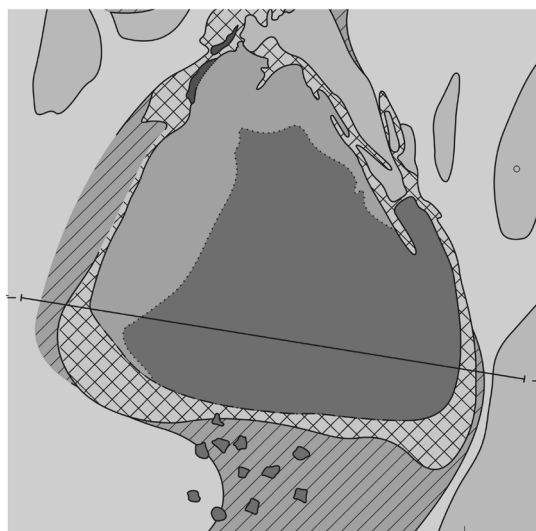
В течение полевого сезона 2004 года специалистами Томской горнодобывающей компании проводились работы по геологическому доизучению и разработке участка Кашкарак Борусского месторождения жадеита.

В результате были получены новые данные о стадийности образования и генерациях жадеита на изучаемом объекте.

Разрабатываемое тело, представляющее промышленную часть месторождения является наиболее крупным и хорошо изученным из всех проявлений жадеита (рис.1). На нём были проведены поисково-оценочные работы, подсчитаны запасы категории $C_1 + C_2$ в количестве 680 т и оценены прогнозные ресурсы $P_1 - 206$ т. по промышленной части тела [1].

Вмещающие породы представлены рассланцованными, часто сильно трещиноватыми тёмно-зелёными до чёрных серпентинитами, которые прорываются девонскими гранитоидами джойского комплекса.

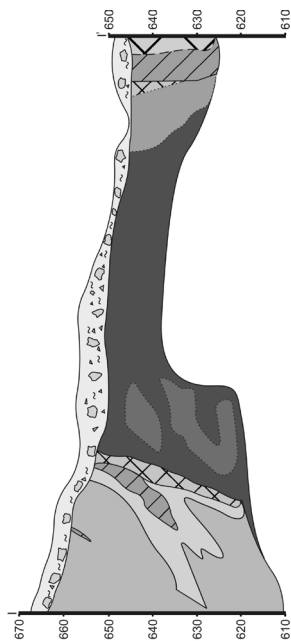
По морфологии жадеиты в плане слагают гигантскую глыбу-будину, расположенную в сводовой части локальной куполообразной структуры. Поверхность тела волнистая, углы падения контактов тела колеблются от 15-30° в апикальной части и до 50-90° по периферии тела. Установленные размеры тела достигают в плане до 100 м по длинной оси и 70 м по короткой. Абсолютные отметки куполообразного выхода жадеитов находятся в пределах от 670 до 656 м. Скважинами тело прослежено до горизонта с отметкой 640 м и частично 630 м. За пределы тела скважины не вышли. К северо-востоку от тела, по данным буровых скважин, отмечаются будины-сателлиты меньших размеров, интенсивно дробленных альбит-жадеитовых, жадеит-альбитовых пород, расположенных на глубинах 10-20 м от дневной поверхности. Общая протяженность тела №1 с сателлитами по длинной оси, ориентированной согласно простиранию жадеитоносной зоны, оценивается около 200 м.



Жадититы крупно-среднезернистые зеленовато-серые, призматически, таблитчатозернистые, массивные

Альбит-жадеитовые, жадитовые, породы серовато-зелёные полюбавато-серовато-зелёные мелко-среднезернистые, глауберитовые, реже таблитчато-призматически-зернистые, брекчиевидные с линзами, прожилками сферолитовых, лучисто-игольчатых, снеповидных разновидностей

Альбит-жадеитовые породы зеленовато-серые, пятнистые, мелко-среднезернистые гранобластовой, реже брекчиевидной структуры



Элювиально-делювиальные отложения. Глибы, обломки, щебень сцементированные песчано-глинистым материалом

Апосерпентитовые глины пепельно-серые оталюванные, хлоритизированные, участками графитизированные с обломками, будинами серпентинитов, линзами, прослоями рыхлых вермикулитов. Серпентиниты антиторитовые.

Вермикулитовые метасоматиты с актинолитом, рыхлого строения, мелкозернистого цвета с прослоями серпентинитовых глинистых обломков, серпентинитов, будинами альбитов, альбит-жадеитовых пород серовато-зелёных мелко-среднезернистых; серпентиниты от мелко- до крупнозернистых сплододробные.

Серпентиниты интенсивно дробленные, расщеплённые, мелкозернистые, мелко-среднезернистые, прослоями апосерпентитовыми, реже вермикулитовыми метасоматитами. Содержание обломков более 50%

Серпентиниты средне-мелко- до тонкозернистых тёмного серовато-зелёного цвета, дробленные

Рис. 1. Геологическая карта и разрез жадитиноносной залежи участка Кашкарк Борусского месторождения жадеита

Геофизические материалы свидетельствуют о погружении основной части тела на юг, и позволяют говорить об его штокообразной форме. Рыхлая оторочка тела, сложенная тальк-хлорит-актинолит-флогопит существенно вермикулитовыми метасоматитами, значительно перемещена вдоль длинной оси тела в северо-восточном и юго-западном направлении. Мощность оторочки с северного и южного контактов незначительна, первые десятки сантиметров, где серпентинитовые тектониты почти непосредственно контактируют с жадеитами [1].

Строение основной части тела зональное. Основной его объём (ядерная часть) сложена крупно-среднезернистым серым, зеленовато-серым, либо пёстрым жадеитом первой генерации с призматической формой зёрен.

Жадеит первой генерации рассекается вертикальными жилами тёмно-зелёного мелкозернистого жадеита второй генерации. Внутри жил периодически отмечаются небольшие (до 2 см) округлые обособления ярко зелёного ювелирно-поделочно жадеита, часто сильно выветрелого с поверхности.

Краевая часть тела в виде оторочки мощностью от 4 до 10 м, развитой вдоль его северо-восточного края, выполнена пятнистой, мелкозернистой, брекчированной зеленовато-серой альбит-жадеитовой с анальцимом, цеолитом породой, содержащей гнезда, пятна, прожилки, точечную вкрапленность жадеит-диопсидового состава поздних генераций. Основной состав пород: жадеит-диопсид, жадеит 40-60 %, альбит 15-30 %, анальцим 5-10 %, цеолит до 5 %. Породы имеют гетеробластную, микробрекчиевидную, брекчиевидную структуру. Цемент в брекчиях светло-серового цвета альбит-жадеитового состава, в обломках отмечаются цеолит-анальцим-альбит-жадеит-диопсидовые агрегаты. Далее, на юго-запад выделяется переходная зона мощностью 0.5-1.0 м, в пределах которой брекчиевидные разности пятнистого жадеитита постепенно сменяются в начале в цементе, далее в обломках в альбит-существенно жадеитовые, с переходом в жадеитовые разности ядерной части тела.

Равномернопятнистые (рябчиковые) брекчиевидные разности альбит-жадеитовых пород имеют местами привлекательный пейзажный рисунок и могут использоваться в качестве поделочного камня [1].

Более поздние генерации жадеитита широко развиты в пределах переходной зоны, преимущественно в северо-восточной части тела.

Жадеиты по петрохимии соответствуют жадеит-диопсиду и характеризуются разнообразными структурами: сколовые, радиально-лучистые, сферолитовые, шестоватые от тонко до крупно-зернистых.

В цветовом отношении жадеититы представлены гаммой голубых, зеленых и серых цветов в различном сочетании и интенсивности окраски.

Морфология выделений жадеит-диопсида поздних генераций преимущественно прожилковая, реже линзовидная и гнездообразные обособления. Размеры обособлений в плане от 2х5 см до 1,6х6 м. Жадеит-диопсидовые агрегаты отмечаются в тесной ассоциации с фенгитом, альбитом и анальцимом. Акцессорные минералы - хромшпинелиды, сульфиды.

Среди поздних генераций жадеитита следует выделить кулисообразные прожилки линзы тонкозернистого яблочно- реже белесо-зеленого жадеитита, развитые

в переходной зоне у северного контакта тела. Длина прожилков от 0.6 до 2.0 м, мощность от 2 до 8 см, редко 10-15 см. Простираение их субширотное, углы падения субвертикальные. Контакты прожилков четкие, неровные, с причудливыми очертаниями. В экзоконтактовой части прожилков отмечается вкрапленность зёрен шестовато-игольчатого непросвечивающего жадеита. Для большей части прожилков характерны флюидальные текстуры течения с выделением зёрен хромшпинелида. Окраска прожилков находится в прямой зависимости от концентрации зёрен хромшпинелида [1].

В результате проведённых исследований удалось установить, что на изучаемом участке можно выделить четыре основных генерации жадеита:

- 1) Крупно-средне-призматическзернистый серый, зеленовато серый и пёстрый жадеит.
- 2) Мелкозернистый тёмно-зелёный, с вкраплениями ярко-зелёного, жильный жадеит.
- 3) Переходные альбит-жадеитовые мелкозернистые породы краевой части тела.
- 4) Прожилково-линзовидные, реже гнездообразные яблочно-зелёные, с вкраплениями ярко-зелёных ювелирно-поделочные жадеиты поздней генерации.

Наличие брекчированных разновидностей пород, а также гнездо- и жилообразный характер выделения поздних генераций жадеита, по всей видимости свидетельствует, о том, что жадеитоносная залежь участка Кашкарак характеризуется многостадийной историей формирования, обусловленной сочетанием тектонических и метасоматических процессов переработки исходного субстрата.

Литература

1. Ренев А.Г. Отчет о поисково-оценочных работах на ювелирно-поделочный жадеит на Кашкарак-Иннокентьевском участке Борусского месторождения за 1981-84 гг.

О ПЕРСПЕКТИВАХ АЛТАЯ НА НЕКОТОРЫЕ ЮВЕЛИРНО-ПОДЕЛОЧНЫЕ И ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ

А.И. ГУСЕВ, В.В. ДАНИЛОВ

ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», г. Бийск

Алтай входит в состав крупной Алтае-Саянской жадеит-нефритоносной провинции, определяющим базисом минерагенической специфики которой являются офиолитовые ультрабазит-базитовые образования разного возраста и связанные с ними месторождения и проявления ювелирных, ювелирно-поделочных и поделочных камней. В пределах Алтая проходят два гипербазитовых офиолитовых пояса: Северо-Алтайский и Южно-Алтайский. Наибольшее число известных находок камнесамоцветного сырья локализуется в пределах Северо-Алтайского гипербазитового пояса, где выделяется Каимская тектоническая пластина с выходами офио-

литов, относящихся по современной классификации к супра-субдукционному типу (SSZ). Тектоническая пластина инъецирована телами высоко флюидизированных гранитоидов, гидротермальные растворы которых интенсивно воздействовали на офиолиты. В этом металлотекте выявлены различные проявления камнесамоцветного сырья: нефрит, хризопраз, демантоид, родонит, пространственно связанные с различными частями офиолитов, которые располагаются во фронтальной полосе офиолитового покрова. В настоящем сообщении речь пойдёт о камнесамоцветных объектах Алтая, не нашедших широкого освещения в литературе. Согласно классификации Е.Я. Киевленко [2] камнесамоцветное сырьё, о котором пойдёт речь, может быть отнесено к ювелирным камням 2 порядка – демантоид; ювелирно-поделочным камням 1 порядка – нефрит, хризопраз; 2 порядка – родонит; поделочным камням – мраморный оникс, стихтит, кахолонг.

Проявление хризопраза Куячинское обнаружено В.В. Даниловым. Оно расположено в левом борту р. Куяча и тяготеет к небольшому линзовидному телу серпентинитов, интенсивно карбонатизированных и превращённых местами в брейнериты. Последние тектонизированы и пронизаны прожилками и жилами кварца, халцедона. Размеры обнажения измеряются несколькими метрами. Для определения истинных размеров проявления требуется вскрытие канавами. Хризопраз образует линзовидные выделения размерами от 0,5×3 до 1×5 см, редко прожилки мощностью до 2,5 см. Хризопраз зелёного, яблочно-зелёного цвета, местами переходящего в голубовато-зелёные разновидности. В тонких сколах и пластинках полупрозрачен. Полируемость прекрасная. Может быть использован для изготовления различных украшений.

Местами в обнажении отмечаются гнёзда кахолонга белоснежной окраски размерами от 1×2,5 до 2×5 см.

Следует указать, что серпентиниты Каимского аллохтона превращены в брейнериты почти повсеместно. Они обнаруживаются в 40-50 км к востоку от Куячинского проявления, а также в районе Айских серпентинитов.

Проявление нефрита Черемшанское находится в правом борту одноименной реки и приурочено к линзе серпентинитов S-образной формы протяжённостью около 3 км и шириной от 200 до 500 м. Выявлено В.В. Даниловым. Проявление нефрита связано с апосерпентинитовыми метасоматитами, сложенными спутноволокнистыми индивидами актинолита. В тонких пластинках нефрит просвечивает. Хорошо полируется. Местами в нефрите отмечаются блёстки хромита с тёмно-фиолетовыми каймами. Ширина нефритоносного рудного тела более 3 м. Здесь же отмечены тела брейнеритов.

Проявление демантоида Кыркылинское расположено в нижнем течении р. Кыркылы и приурочено к кумулятивным габбро-пироксенитовым образованиям, интенсивно серпентинизированным. В этой линзе офиолитов располагается Кыркылинское проявление хромитов с платиноидами и золотом. Ранее (в 60 годы) при проведении поисковых работ А.П. Берзиным и В.Ф. Коновальцевым по р. Куяча и её правому притоку р. Кыркыле в шлихах выявлены зёрна демантоида. Позднее при ГДП-200 в 90-е годы по указанным водотокам в районе офиолитовых тел также в шлихах обнаружены зёрна демантоида размерами до 3 мм хорошего качества.

Проявление родонита Сарасинское обнаружено В.В. Даниловым. Оно расположено в правом борту одноименной реки в районе устья р. Черемшанки. Проявление локализуется среди кремнисто-карбонатных образований сарасинской свиты нижнего кембрия. Родонит обнаружен в свалах. Размеры обломков от 3×6 до 5×12 см. Родонит приурочен к области перехода кремнистых образований в карбонатные, вероятно, связан с гидротермальной проработкой известняков. Цветовая гамма минерала варьирует от красной до красновато-розоватой и малиновой.

В исследованном районе выделяется Каимский камнесамоцветный район общей площадью более 400 км². Для характеризуемого района возможно оценить прогнозные ресурсы нефрита категории P₃. Прогнозные ресурсы категории P₃ учитывают лишь потенциальную возможность формирования и промышленной локализации того или иного вида полезных ископаемых на основании благоприятных петрографических, стратиграфических, литологических, метаморфических, тектонических и палеогеографических предпосылок. Количественная оценка ресурсов этой категории производится по предположительным параметрам по аналогии с более изученными районами, площадями, бассейнами, где имеются разведанные месторождения того же генетического типа. Наиболее оптимальным аналогом изученному району является Куртушибинская нефритоносная зона, удельная продуктивность нефрита для которой составляет 1 т/км² [3]. При коэффициенте геологического подобия 0,2 прогнозные ресурсы нефрита Каимского камнесамоцветного района составят: $QR_3 = 400 \times 1 \times 0,2 = 80$ т.

В Южно-Алтайском гипербазитовом офиолитовом поясе находок камнесамоцветного сырья и его разнообразия не так много. Вероятно, это связано с недостаточной изученностью этого района на камнесамоцветное сырьё. Здесь выявлено 2 проявления редко встречающегося поделочного минерала – стихтита.

Казнахтинское проявление стихтита находится в верховьях рек Кызыл - и Кара-Уюк, левых притоков р. Казнахта. Ореол обломков серпентинитов со стихтитом протяженностью 1,5 км приурочен к юго-западной тектонически нарушенной контактовой зоне Казнахтинского гипербазитового массива. Сиреневый, розовый стихтит в тонком сростании с барбертонитом и в ассоциации с хромшпинелидом образует прожилки, линзы, гнезда размером до 20-25 см, вкрапленники размером до 2-6 мм. Содержание стихтита в ореоле при визуальной оценке от 5 до 20 %. В пробе стихтита с барбетонитом по химическому анализу присутствуют Al₂O₃ – 4 %, Fe₂O₃ - 3.06 %, Cr₂O₃ - 15.18 %, MnO - 0.03 %, MgO - 37.02 %, CaO - 0.11 %, H₂O - 30.61 %, CO₂ - 9.99 %. Технологические свойства стихтита и области его применения близки к агальматолиту. По заключению лаборатории ГПП «Байкалкварцсамоцветы» стихтит пригоден для изготовления высоко художественных камнерезных изделий [1].

Мультиинское проявление стихтита расположено в левом борту Третьего Мультиинского озера. Оно приурочено к выходу гипербазитов, контролируемых системой сближенных разломов, оперяющих Чарышко-Теректинский разлом, к которым и приурочено вышеуказанное озеро. В скальном обнажении, представленном серпентинитами с рассеянной вкрапленностью хромита, магнетита, пирита и пирротина размерами от 0,5 до 5 мм, локализуется полоса стихтита видимой шириной от

2 до 3 м. Стихтит приурочен к зоне сближенных трещин с субвертикальным падением. Контакт стихтитовой зоны резкий, местами с заливами и карманообразными выступами за пределы зоны. В отдельных частях зоны наблюдается отчётливое метасоматическое образование стихтита за счёт серпентинита. Местами в парагенезисе со стихтитом присутствуют волокнистые образования барбертонита, талька, реже кеммерерита. Этот парагенез характерен для краевой части зоны. Стихтит имеет насыщенный лиловый цвет, местами до фиолетового. Микроструктура его пластинчатая, слюдоподобная. Спайность совершенная по {0001}.

У подножия обнажения широкий и протяжённый развал обломков стихтита размерами от 2×5×8 до 5×10×21 см.

По заключению минералогической лаборатории ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург) стихтит Мультинского проявления пригоден для изготовления высоко художественных камнерезных изделий.

В последние годы выявлены проявления мраморного оникса, связанные с карбонатными формациями Алтая.

Проявление мраморного оникса Красная Горка расположено в междуречье Тугтем и Тьдтуярык в 1 км к востоку от г. Красная Горка (высотная отметка 1910,8 м). Выявлено в процессе проведения съёмочных работ при ГДП-200 в 2000 г С.И. Федаком. В пределах развития мраморов арыджанской свиты со строматолитами обильные развалы мраморного оникса полосчатой текстуры с разной расцветкой от соломенно-жёлтого до густого шоколадно-коричневого. Полосчатость тонкая – от 0,2 до 2 мм, реже до 5 мм. Местами отмечается мелкая волнистость и гофрировка. Изредка отмечается полосчатость и чередование коричневых и белых тонов. Размеры обломков оникса от первых сантиметров до 40 см.

Проведены геммологические исследования экспертом-геммологом Л.А. Зыряновой (Томский государственный университет) двух образцов: 1 - мраморного оникса тёмно-коричневого до светло-коричневого и жёлтого цветов, однотонного и тонкополосчатого и 2 - мраморного оникса от светло-жёлтого до тёмно-коричневого цвета, отчётливо полосчатого и грубошестоватого. Заключение эксперта: после полировки образцы выглядят достаточно декоративно и могут использоваться в качестве поделочного сырья для изготовления сувениров.

Проявление мраморного оникса Караайры расположено на водоразделе рек Акайры и Караайры. Выявлено А.И. Гусевым при проведении геологического маршрута 1:50000 в рамках работ по составлению госгеолкарты 1000/3 в 2004 году. Зона минерализации, представленная арагонитом с крупными, длинными кристалликами, содержит линзы, гнёзда мраморного оникса полосчатого облика «бурундучной» текстуры. Местами отмечается линзы мраморного оникса медовой окраски с полосчатостью шириной в 0,5 см. Цветовая гамма полос оникса варьирует от светло-соломенного до коричневого. Изредка отмечается тонкая волнистость и гофрировка тонкополосчатых разностей оникса. Простираение зоны 300°, видимая протяженность – 250 м, мощность зоны – 3 м. Полируемость мраморного оникса хорошая. Пластинки мраморного оникса, полосчатого рисунка варьируют от 3 до 30 см. По заключению экспертов минералогической лаборатории ВСЕГЕИ мраморный оникс проявлений Караайры и Красной Горки высокого качества, сложен

ные им породы имеют хорошие прочностные свойства, не уступают по декоративности известным месторождениям мраморного оникса Большого Кавказа и могут быть использованы для изготовления сувениров.

Таким образом, краткий обзор находок камнесамоцветного сырья показывает, что в Горном Алтае имеется широкий спектр камней ювелирных, ювелирно-поделочных, поделочных. Однако степень изученности проявлений низкая. Вероятно, в связи с тем, что в маршрутах мало внимания уделяется поискам камнесамоцветного сырья разнообразие находок невелико. По нашему мнению значительные перспективы Горного Алтая следует связывать с обнаружением нефритового сырья не только в Северо-Алтайском гипербазитовом поясе, но и Южно-Алтайском. Обнадёживающие перспективы ожидаются и в отношении мраморного оникса на участках распространения карбонатных формаций вблизи разломов, испытывающих неотектоническую активизацию (Чарышско-Теректинского, Курайского, Сарасинского и других).

Литература

1. Бутенко В.А. Геологическое строение и полезные ископаемые листа М-45-ХV (Катанда). Объяснительная записка. Санкт-Петербург, 2001. - 190 с.
2. Киевленко Е.Я. Геология самоцветов. М.: Земля. Ассоциация ЭКОСТ, 2001. - 245 с.
3. Полянин В.С., Турашева А.В., Полянина Т.А. Методические рекомендации по количественному прогнозированию и геолого-экономической оценке прогнозных ресурсов. Цветные камни. Казань, 2002. - 76 с.

КАРБОНАТНЫЕ ОНИКСЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ И ИХ ДЕКОРАТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Ю.А. ЗАДИСЕНСКИЙ

КГУ «Музей геологии Центральной Сибири», г. Красноярск

В Красноярском крае карбонатный оникс – пещерный, мраморный встречается в карстовых пещерах и в кольматированных пещеристых полостях.

На юге Красноярского края известны две пещеры с карбонатным ониксом, часто называемым мраморным. По качеству камень некоторых из этих пещер не уступает лучшим мировым образцам. В первичном залегании натечные образования в виде сталактитов, сталагмитов, кор, драпировок, развитых на сводах, стенах и днище гrotов и галерей, являются характерными элементами спелеоландшафта. Они определяют привлекательность пещер и их повреждение недопустимо. Добываться без ущерба для красоты пещер может только оникс из вторичных гравитационных отложений (насыпей и завалов). Наиболее интересными проявлениями карбонатного оникса в карстовых пещерах являются пещеры Большая Орешная и Владимировская, находящиеся в Манском районе.

Проявление «Большая Орешная» расположено в левом борту долины р. Таежный Баджей, в 3 км восточнее пос. Орешное. Пещера приурочена к кремнисто-кар-

бонатным конгломератам нарвской свиты нижнеордовикского возраста и имеет сложную форму, галерейно-колодезно-гrotового типа. Общая длина ходов более 14 км, глубина до 120 м. Натечные образования пещеры представлены корками и, в меньшей степени, сталактитами и сталагмитами. Рисунок коркового пещерного оникса – плоскопараллельный. Сталактиты и сталагмиты в поперечном срезе имеют концентрически-зональный или причудливый рисунок, образованный тонкими светло-коричневыми и коричневыми слоями и группами слоев. Камень принимает полировку отличного качества. В гравитационных отложениях пещеры встречаются обломки сталактитов и корки размером от 10 до 40 см в поперечнике. Прогнозные ресурсы сортового оникса в гравитационных отложениях по категории P_3 оцениваются в 30 тонн.

Проявление «Владимирское» расположено на склоне правого борта долины р. Таежный Баджей, в 6,5 км восточнее пос. Орешное. Приурочено оно к пещере сложной формы гrotово-галерейного типа, с общей протяженностью ходов до 1,8 км и глубиной до 80 м, образованной в кремнисто-карбонатных конгломератах нарвской свиты нижнеордовикского возраста. Натечные образования представлены, в основном, корками, развитыми на стенах и дне гrotов и галерей. Окраска оникса светло-коричневая с четким параллельно-полосчатым рисунком. Естественная трещиноватость обеспечивает получение блоков размером от 5x10x10 до 25x25x35 см. Камень принимает полировку отличного качества. Ресурсы кондиционного пещерного оникса в гравитационных отложениях по категории P_3 оцениваются в 20 тонн.

Мраморные ониксы второго типа в виде жильных тел, выполняющих кольматированные пещеристые полости, выявлены на Торгашином месторождении известняка. Это месторождение находится на северной оконечности Манского прогиба в северо-западной части Восточного Саяна и расположено в поле распространения торгашинской и шахматовской свит нижнего кембрия, слагающих единую карбонатную толщу. Общая площадь распространения карбонатной толщи на водоразделе рек Енисей и Базаиха около 50 км². Карбонатная толща сложена в основном известняками с линзами и прослоями доломитовых известняков и доломитов. Присутствуют единичные прослои брекчированных известняков, алевролитов, песчаников. Брекчированные известняки цементируются красновато-бурым известково-песчаным материалом. Для карбонатных пород характерна серая и светло-серая окраска, они массивные, тонко- и мелкозернистые. Слоистость проявлена редко. Простираение пород северо-западное, с падением на северо-восток под углом 40-50°. В торгашинской свите встречаются интрузивные породы, представленные редкими маломощными дайками небольшой протяженности, по составу от микрогаббро до фельзитов. В пределах распространения карбонатной толщи широко развиты карстовые поверхностные и подземные полости, содержащие пещерные натечные образования и иногда заполненные рыхлым обломочным материалом.

Торгашинокое месторождение мраморного оникса расположено на южной окраине города Красноярска, на северном склоне Торгашинского хребта, в карьере по добыче известняка для Красноярского цементного завода. Тела мраморного оникса обнаружены на площади 3,3x2,5 км. Открыто месторождение в 1984 году геологами

Комплексной тематической экспедиции ПГО «Красноярскгеология», но до настоящего времени оно мало кому известно, кроме красноярских геологов и любителей камня. Месторождение представлено жильными телами мраморного оникса неправильной формы, происхождение которых обусловлено заполнением полосчатыми карбонатными агрегатами трещинных структур, часто подвергшихся процессам аргиллизации, и древних карстовых полостей. Некоторые исследователи считают их продуктами гидротермального карста, так что эти породы в большей степени отвечают названию мраморный оникс, чем натечные пещерные образования. Выявлено несколько жильных и жилообразных тел мраморного оникса, которые расположены в пределах карьера «Цветущий лог», ныне закрытого. Два наиболее крупных жильных тела имеют размеры 10x10x7 м и 10x5x5 м. Размеры других известных жилообразных тел мраморного оникса в поперечнике не превышают двух метров. Суммарный объем тел, вместе с мелкими жилами, оценивается в 1,1 тыс.м³.

Мраморный оникс имеет мономинеральный кальцитовый состав. Арагонита и доломита в этих породах не обнаружено. Полосчатость обусловлена чередованием прослоек чистого желтоватого, желтовато-зеленого кальцита с прослойками кальцита, окрашенного примесью пелитоморфного материала – продуктов аргиллизации коричневатого-красного, буровато-красного цвета, обусловленного повышенными содержаниями гидроксидов железа. В некоторых жилах встречен оникс в виде конкреций. В центре их наблюдаются обломки либо известняка, либо кристаллов кальцита. В некоторых конкрециях зоны концентрически-зонального оникса чередуются с радиально-шестоватыми кристаллами кальцита.

Анализ различных по декоративным особенностям ониксов Торгашинского месторождения позволяет выделить среди них четыре текстурных типа: прямо-полосчатые, волнисто-полосчатые, концентрически-зональные и полосчато-пятнистые. Ониксы первых трех типов характеризуются преимущественно четким рисунком и различной шириной полос. Выделяются тонко-полосчатые разновидности с шириной цветовых полос от долей миллиметра до 1,5 мм, полосчатые – до 5-10 мм и широко-полосчатые – от 15 до 50 мм. В последних двух визуально можно увидеть более тонкую ритмичность. Повсеместно наблюдаются разнополосчатые разности, характеризующиеся часто закономерной сменой типов полосчатости от контактов жил к центру. В полосчато-пятнистых ониксах полосы шириной 1-12 мм имеют раздувы и сужения, среди которых находятся белые, светло-желтые пятна неправильной формы, размером около 15x25 мм. Рисунок пород кроме всего прочего зависит от направления среза. При продольных срезах волнисто-полосчатых ониксов он становится пятнистым либо концентрически-зональным.

Полосчатость подчеркивается также разной размерностью кристаллов кальцитового агрегата. Структура светлоокрашенных полосок мелко- и тонкозернистая, гребенчатая и гребенчато-шестоватая; темноокрашенных – скрытокристаллическая. В некоторых случаях широкие полосы образованы друзовидным розово-белым кальцитом.

Декоративность пород усиливается разноцветностью полосчатых и пятнистых агрегатов. Преобладающим является красно-коричневый цвет в одних разновидностях и желтый в других. Красноватого-коричневые ониксы имеют множество от-

тенков от вишнево-красного до оранжевого и розового. Желтый цвет в основном представлен светло-желтым и зеленовато-желтым оттенками, реже медовым. Со сменой типов полосчатости изменяется интенсивность окраски – от густоокрашенных до светлых, почти белых.

По заключению экспертов экспедиции «Центркварцсамоцветы», проводившей качественную оценку проб мраморного оникса Торгашинского месторождения, первые три разновидности его высокодекоративны. Наиболее интересна вторая разновидность, характеризующаяся четким тонким, часто кружевным рисунком и приятной окраской. Камень практически бездефектен, хотя отдельные полосы в ониксе первой разновидности кавернозны. Трещиноватость в телах мраморного оникса позволяет извлекать бездефектные блоки размером 10x10x10 см и более. В отдельных случаях возможен отбор блоков с размерами до 10x50x50 см. Все разновидности мраморного оникса принимают хорошую полировку, близкую к зеркальной, просвечивают в пластинах толщиной до 1 см. Камень сохраняет целостность при резке на пластинки толщиной до 5 мм и дальнейшей обработке.

Выявленные жилообразные и жильные тела мраморного оникса расположены в отработанном карьере. Оникс являлся вредной примесью при производстве цемента, поэтому его отсыпали в отвалы, где вероятно находятся от нескольких сотен до первых тысяч тонн этого камня. При небольших затратах вполне возможна организация его добычи из отвалов. В отличие от карстовых образований современных пещер - (сталактиты, сталагмиты), жильные тела Торгашинского месторождения не являются природоохранными объектами.

Карбонатные ониксы вышеупомянутых месторождений могут использоваться для изготовления высокохудожественных камнерезных и мозаичных изделий, а тонкорисунчатые ониксы выборочно могут быть использованы в качестве ювелирно-поделочного сырья для вставок в галантерейные изделия: кольца, броши, запонки и т.д. Блочность камня позволяет использовать его для отделки деталей внутренних интерьеров общественных зданий. Все разновидности карбонатного оникса, натечные образования пещер оригинальной формы, а также друзы кальцита и конкревидный оникс Торгашинского месторождения, представляют интерес как прекрасный коллекционный материал.

ДЕКОРАТИВНО-ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФРИТА ПРОЯВЛЕНИЙ ОТРОГОВ КАТУНСКОГО ХРЕБТА (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)

**Л.А. ЗЫРЯНОВА¹, А.И. ЧЕРНЫШОВ¹, О.А. СЕНЬКИН²,
В.А. ТРИФОНОВ², И.Н. ГОЛУБИЦКАЯ¹**

¹Томский государственный университет, г. Томск

²ООО «Камнерезы Алтай», г. Горно-Алтайск

Республика Алтай всё более заявляет о себе как регион богатый на камнесамоцветное сырье [2, 3]. В пределах республики уже известны проявления берилла,

ювелирного кордиерита, яшм и яшмовидных пород, аметиста, кварца с включениями рутила – так называемые «волосатики», горного хрусталя, льдистого кварца и других ювелирно-поделочных камней. Однако Горный Алтай мало кому известен в качестве нефритиносного района.

В России в восьмидесятые годы двадцатого века была выделена Сибирская нефритиносная провинция, в состав которой входят месторождения высокосортного нефрита Восточного Саяна и западного Забайкалья, а также низкосортного нефрита южного и Полярного Урала, Тувы, Западного Саяна [1]. Горный Алтай с его проявлениями нефрита по праву может быть включен в состав этой провинции в качестве нефритиносного района.

Первые серьезные работы по оценке нефритиносности Горного Алтая были проведены в 1983-1984 гг. геологами «Запсибгеология». Обоснованием для постановки этих работ послужило заключение тематической экспедиции «Байкалкварц-самоцветы» о перспективности региона на нефрит. Это заключение базировалось на анализе геолого-структурной обстановки региона и наличии благоприятных предпосылок нефритообразования, которыми являются присутствие офиолитовых поясов, проявление в них интенсивной серпентинизации ультрамафитов с образованием антигоритовых серпентинитов, наличие в ультрамафитах даек основного и гранитоидного состава, сопровождаемых образованием разнообразных по составу метасоматитов таких как тремолититы, родингиты, гроссуляриты, альбититы и находки предыдущими геологическими работами точек нефритовой минерализации. В результате проведенных работ специалисты «Запсибгеологии» сделали заключение о том, что нефрит высокого декоративного качества, который бы отвечал требованиям ТУ на этот вид ювелирного сырья, на обследованных территориях Горного Алтая не выявлен. С тех пор дополнительные работы по переоценке нефритиносности в этой части Горного Алтая не проводились.

Летом 2005 года по инициативе художников-камнерезов г. Горно-Алтайска с участием сотрудников Томского госуниверситета была совершена экспедиция в район Катунского хребта, чтобы визуально оценить масштабы нефритовой минерализации наиболее перспективных Муйнонского и Томульского проявлений и отобрать образцы для минералогических исследований и технологических испытаний.

В восьмидесятые годы прошлого века поисковые работы на нефрит проводились в пределах Курайского и Теректинского офиолитовых поясов. В составе Теректинского, интересовавшего авторов, пояса, приуроченного к южной высокогорной части Горного Алтая, выделено 2 ветви – северная, собственно, Теректинская и южная – Катунская. Катунская ветвь Теректинского офиолитового пояса представляет собой узколинейную зону протяженностью 50 км при ширине 5 км, вдоль которой обособляются линейно вытянутые тела ультрамафитов, имеющие с вмещающими породами тектонические контакты и сложенные, главным образом, апогарцбургитовыми серпентинитами микроантигоритового, антигорит-хризотилового состава. Тела ультрамафитов прорваны более поздними дайками габброидов и гранитоидов, в экзоконтакте которых на площади, простирающейся от р. Аккем до руч. Каир, левого притока р. Аргут, выявлено пять проявлений нефритовой минерализации: Аккемское, Балтырганское, Арысканское, Томульское и Муйноское. Последние четыре проявления нефрита приурочены к самому крупному телу серпентинитов в восточной части Катунской ветви.

Среди отмеченных проявлений наиболее перспективными признаны Томульское и Муйнокское, объединенные в Томул-Муйнокский участок (рис. 1). На территории участка картируется массив ультрамафитов, сложенный серпентинитами. Он залегает среди пород верхнего докембрия, представленных гнейсовидными сланцами кварц-хлорит-серпичитового состава, кристаллическими актинолит-хлорит-альбитовыми сланцами с линзами черных кварцитов и кварц-карбонатных пород. Слагающие массив серпентиниты по составу антигоритовые с примесью карбонатов, талька, тремолита, хромита, магнетита. Серпентиниты прорваны дайками основного и кислого состава, с которыми ассоциируют метасоматиты, соответствующие по составу родингитам диопсид-клиноцоизит-плаггиоклаз-гранатового состава. Экзоконтакты метасоматитов сопровождаются зонами тремолитизации мощностью от первых сантиметров до двух метров.

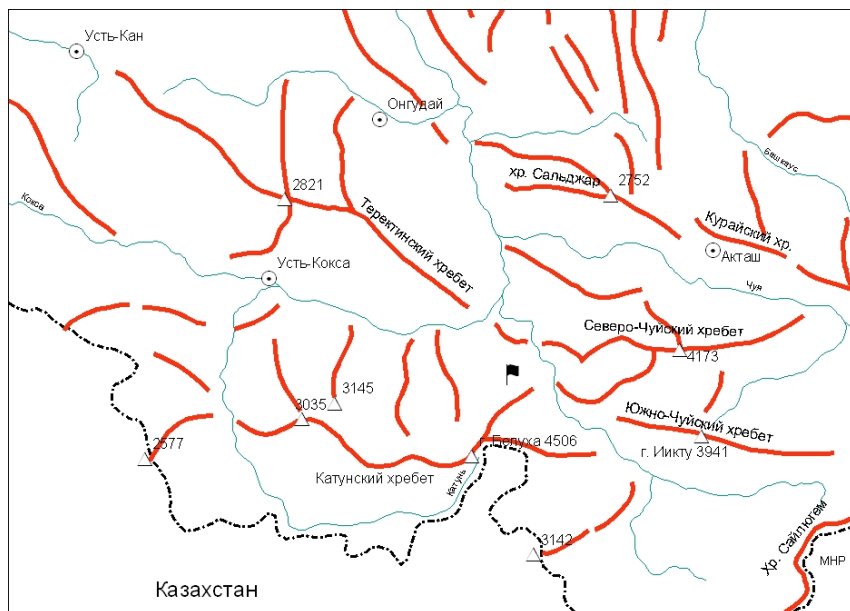


Рис. 1 Обзорная карта южной части Республики Алтай.
Флажок – Томул-Муйнокский нефритоносный участок.

Проявления нефрита на участке представляют собой элювиально-делювиальные ореолы небольших размеров. На Томульском проявлении выявлено два таких ореола, в пределах которых вскрыты маломощные жилы нефрита, приуроченные к контакту серпентинитов и метасоматитов. Нефрит Томульского проявления макроскопически представляет собой породу непривлекательного темно-зеленого, серовато-зеленого цвета. Микроскопически порода представляет спутанно-волоконистый практически мономинеральный агрегат тремолита со сланцевато-полосчатой

текстурой. Полосчатость обусловлена наличием в агрегате неравномерно распределенных субпараллельных трещин, подчеркивающих сланцеватость, к которым приурочены цепочечные выделения тонкокристаллического магнетита. Видимо, присутствие магнетита является причиной непривлекательного цвета нефрита Томульского проявления.

На Муйнонском проявлении выявлены три жилы нефрита линзовидной формы, ассоциирующие с апогабровыми метасоматитами. Жилы сложены неравномерно окрашенным зеленовато-серым и ярко-зеленым интенсивно рассланцованным нефритом. Образцы для исследования технологических свойств и изучения минерального состава нефрита отобраны из элювия проявления. Порода микроскопически представляет собой спутанноволокнистый практически мономинеральный агрегат тремолита с фибробластовой структурой. Рудные минералы, представленные магнетитом, хромитом, пиритом и пирротинном, образуют вкрапленность, распределенную без видимой закономерности в тремолитовом агрегате. Содержание рудных минералов в породе не превышает 1 %. Для нефрита характерно неравномерное рассланцевание. Плотные практически нерассланцованные участки соответствуют зеленовато-серому нефриту. Они облекаются струйчатыми выделениями интенсивно рассланцованного ярко-зеленого нефрита, который образуется в результате перекристаллизации исходного агрегата нефрита под воздействием разогрева в зонах тектонической активизации.

Показатели преломления, определенные отдельно для каждой из цветовых разновидностей нефрита, практически не отличаются. Для плотного зеленовато-серого нефрита $n_g=1,635-1,638$; $n_p=1,615-1,618$; $n_m=1,625-1,626$; $\Delta=0,016-0,022$. Для рассланцованного ярко-зеленого нефрита $n_g=1,635-1,636$; $n_p=1,618-1,619$; $n_m=1,626-1,627$; $\Delta=0,017-0,018$. Такие значения показателей преломления соответствуют тремолиту с содержанием ферроактинолита в количестве 15-17 %. Следовательно, зеленовато-серый и ярко-зеленый нефрит не отличаются по содержанию железа, что подтверждается также результатами химического анализа. Содержание железа в обеих цветовых разновидностях не превышает 1 %. Несколько повышенное содержание железа в ярко-зеленом нефрите связано с выявленной в нем тонко распыленной вкрапленностью магнетита. Содержание таких элементов-хромофоров как ванадий и никель в обеих цветовых разновидностях одинаково и составляет, соответственно, тысячные и сотые доли процента. Столь низкие содержания этих элементов-хромофоров позволяют пренебречь их влиянием на появление зеленой окраски нефрита. Ярко-зеленая окраска нефрита, очевидно, связана с присутствием в нем хрома, содержание которого в ярко-зеленом нефрите составляет 0,3-0,5 %, что на порядок выше, чем в зеленовато-сером. Обе цветовые разновидности нефрита практически не отличаются по содержанию микропримесей таких, как барий (сотые доли процента), титан (тысячные доли процента), цинк (сотые доли процента) и марганец (0,1 %).

Опытные работы по обработке муйнонского нефрита, проведенные на предприятии «Камнерезы Алтая» (г. Горно-Алтайск), показали, что он хорошо принимает полировку и является необычно декоративным. Его декоративность связана с достаточно контрастной окраской цветовых разновидностей и с их неравномерным

распределением в пределах образца. Это выражается в том, что зеленовато-серый нефрит слагает обособленные различные по величине плотные равномерно окрашенные участки, которые облекаются струйчатыми выделениями ярко-зеленого нефрита. Весьма существенным технологическим недостатком нефрита является его заметная рассланцовка и повышенная трещиноватость отдельных зон. Однако, благодаря практически мономинеральному составу агрегата в целом, он выдерживает и отлично принимает полировку. Сырьё пригодно к использованию при изготовлении высокохудожественных камнерезных изделий и изделий в стиле флорентийской мозаики, а также при изготовлении предметов, представляющих фигуры вращения, не имеющие острых углов.

Как отмечалось выше, работами по оценке нефритоносности в восьмидесятые годы указанные проявления были признаны неперспективными. Однако мы считаем, что достаточная блочность, высокая декоративность, хорошее принятие полировки вполне отвечают требованиям ограниченного применения нефрита в камнерезном деле. Небольшие запасы нефрита в отмеченных проявлениях не могут считаться окончательными. Данные объекты требуют дальнейшего доизучения и доразведки.

Литература

1. Декоративные разновидности цветного камня СССР/ Л.С. Путолова, Т.И. Менчинская, Т.Л. Баранова. М.: Недра, 1989. – 272 с.
2. Зырянова Л.А., Чернышов А.И. Перспективы сотрудничества геолого-географического факультета Томского государственного университета и ООО «Камнерезы Алтая»// Материалы научной конференции «Геммология». Томск, 2004. С. 15-19.
3. Зырянова Л. А. Потенциал Курайского и Тонгулакского хребтов Горного Алтая на камнесамоцветное сырьё// Минералогические музеи. Санкт-Петербург: Изд во СПбГУ, 2005. С. 344-345.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЮВЕЛИРНОГО ЗОДЧЕСТВА И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЕГО ЭВОЛЮЦИИ (НА ОСНОВЕ МУЗЕЙНЫХ И ВЫСТАВОЧНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ)

Ю.И. ИНДУКАЕВ

Томский государственный университет, г. Томск

Знакомство с музейными, выставочными коллекциями, а также ассортиментом ювелирных изделий торгующих предприятий позволяет составить общее представление об истории, современном состоянии и, возможно, о будущих тенденциях эволюции ювелирного искусства. В данном случае особую роль играют музейные коллекции, так как они демонстрируют яркие образцы ювелирного искусства и позволяют связывать прошлое с настоящим в мире ювелирного зодчества. Здесь история развития ювелирного искусства позволяет осмыслить творчество мастеров

прошлых эпох и деятельность современных художников по камню. Это является вполне закономерным, так как музейные коллекции позволяют проследить наиболее существенные моменты истории развития ювелирного искусства и техники обработки поделочных и драгоценных камней и проследить направления творчества мастеров разных эпох. Подобные истины вполне очевидны, так как музеи существуют не только как собрания материальных художественных объектов, но и для отражения прошлого и связи с настоящим. Музейные коллекции делают видимой историческую составляющую изучаемых ювелирных экспонатов. Ни один музей не может решать своих существующих задач без исследовательских усилий.

В свою очередь, ценность выставочных коллекций состоит в том, что они дают общее представление о состоянии ювелирного дела в обществе, об его главных направлениях развития, о современных формах проявления данного вида искусств. Наряду с этим, они показывают преемственность классических тенденций развития ювелирного искусства в работах современных художников по камню.

Знакомство с историей развития человеческого общества показывает, что жизнь человека неразрывно связана с познанием и использованием горных пород и руд, обобщенно называемых “камнем”. Любой человек, живущий на Земле, должен что-то знать о “каменном” мире, полном тайн и очарования. Камень – основа культуры древнейших эпох развития человеческого общества. Прежде всего, камень использовался в качестве орудия труда, а также талисманов и украшений.

По степени использования камня и металлов человеком, его история развития делится: палеолит и неолит (век камня); медно-каменный век (III-IV тысячелетия до нашей эры); бронзовый век (III тысячелетие до нашей эры) и железный век (в котором сейчас еще живет человечество). Изобретение бронзы (ранее 2000 лет до нашей эры) и выплавка железа (1400 лет до нашей эры) являются наиболее значительными событиями в жизни человечества.

История украшений начинается с начала появления человека. Потребность в украшениях у него была выражена сильнее, чем возникала необходимость в одежде. Это можно наблюдать на примере жизни “примитивных” народов. Украшения, наряду с эстетической функцией, решали и другие задачи. В частности они служили амулетами или талисманами, а также они украшали одежду и с их помощью застегивалась одежда, скреплялась обувь, пояс, укреплялась прическа. В связи с этим, украшения можно разделить на: символические платяные, нательные и для укрепления волос.

Каждая эпоха человеческой истории создавала украшения прав и обязанностей по-разному. Это зависело от многого. Например, от уровня развития общества, от эстетических понятий, художественных вкусов, выбора материала изделия, способа обработки и техники и т.д.

В древности это определяли Египет, Греция и Рим, а позднее данную роль восприняла Византия. Каролингская эпоха стоит у истоков искусства украшений в Западной Европе. “Ренессанс” любил драгоценные камни и цветную эмаль и обильно украшал ими наиболее популярные в то время украшения – подвески. В XVIII веке было изобретено гранение алмазов, что обеспечило этому редкому по красоте минералу “пальму” первенства среди других материалов. В XVIII веке ювелиры

вправляли в броши, султаны, кольца и другие украшения, мерцающие бриллианты в виде цветов, ветвей и бантов, которые особенно ярко сияли в празднично освещенных бальных залах, на различных торжественных приемах. По примеру французов в других странах Европы стали создавать гарнитуры драгоценностей, которые состояли из: ожерелья, серег, броши, браслетов, а иногда и диадемы. Резные камни были в большой моде во времена империи. При этом в последующие годы, когда все более широкие слои общества стали проявлять интерес к украшениям, ювелиры стали искать новые, более дешевые материалы и новые средства и формы украшения. В первую половину XIX века эти усилия были продолжены. Однако вторая половина XIX века оказалась застоєм и некоторым обращением “вспять”. Лишь конец этого века выявил новые тенденции. Они проявились в том, что место аристократических сокровищ заняли модные украшения, подчиненные совершенно новым законам.

С ранних времен человеческой истории для изготовления украшений использовались самые разные материалы: благородные, но наряду с ними, простые металлы и различные их сплавы, драгоценные, полудрагоценные и другие поделочные камни, цветная эмаль, жемчуг, кораллы, янтарь и прочие минералы.

Отдельные страны и стилевые эпохи предпочитали определенные материалы и потому часто распознаются по виду избранного ими металла и минерала и способу их обработки.

В ювелирном производстве в качестве основных поделочных материалов использовали различные минералы и металлы.

Во все времена драгоценные и поделочные камни использовали в качестве материала для мелкой пластики. Этот вид искусства получил название “глиптики”, а продукты производства – инталии (геммы). Они известны в III-IV тысячелетиях до н.э. в Месопотамии и на островах Эгейского моря, а также в Риме, Египте и в кругу неевропейских народов. Техника и способность выражения художественной идеи в пределах самого незначительного пространства достигли высочайшего совершенства в геммах – инталиях и камнях классической древности. Даже сегодня трудно отыскать что-либо равное им. Первые из них представляют углубленное резное изображение объектов, а второе – выступающее резное изображение в форме более или менее плоского рельефа на камне.

Глиптика популярна у многих народов древности. Мастерством резьбы на камне отличаются геммы египетских, шумерских, аккадских, вавилонских, ассирийских мастеров. Специфический выразительный язык глиптики возник в Древней Греции и Италии. Здесь мастера соединили в миниатюрных произведениях красоту чистейших тонов минералов и виртуозную резьбу камня, с точным и графическим изображением объекта. В эпоху эллинизма мастера глиптики, наряду с печатями – инталиями начинают вырезать рельефные камни. При этом роскошные многоцветные камни с их эффектным колоритом и пластикой являются памятниками своеобразной “живописи в камне”. В свою очередь, скромные одноцветные инталии приближаются к “графическим” работам.

Для производства гемм требовалось оборудование в виде станка с приводом, набор резцов и обязательно абразивы, так как минералы употреблялись настолько твердые, что сделало геммы поистине вечными. Например, эрмитажные коллекции

показывают, что древние геммы предстают перед нами такими, словно разрушительные тысячелетия совсем не коснулись их.

Сюжеты античных гемм весьма разнообразны. В них нашли отражение все стороны материальной и духовной жизни античного мира: политика, религия, литература, театр, быт. Особенно ценны в них воспроизведения навсегда утраченных шедевров греческой живописи и пластики. Иногда миниатюрные изображения являются единственным источником знакомства с жизнью древнего мира.

Геммы, находящиеся в Эрмитаже, дают возможность представить историю античной глиптики за двадцать веков ее развития (с XVI века до н.э. по IV век).

Высшего расцвета античная глиптика достигла в эпоху греческой классики (V – IV вв. до н.э.). Глубокая человечность образов, совершенство свободных композиций, точность рисунка, красота минералов делают геммы этого времени подлинными шедеврами искусства.

Любимый материал мастеров классики – полупрозрачный голубой халцедон – сапфирин. Наряду с этим, употребляются и традиционные яшмы, сердолики, горный хрусталь. В это время в камне ценится не только цвет, но и игра прозрачных граней.

Многие из классических гемм, найденных на юге России, сохранили древние золотые оправы, по форме которых можно заключить, что резные камни в это время носили чаще всего в виде подвесок на запястьях и у пояса. Особенно модными становятся инталии в V в. до н.э.

Раннеклассические геммы по темам и композициям еще близки печатям архаики. Таковы инталии из горного хрусталя с изображением “Свиньи”, “Медузы”, “Корова с теленком”.

Если обычно более ранние греческие геммы были анонимны, то в поздние времена мастера ставят свои имена. Так, гемма из эрмитажной коллекции “Летающая цапля” (найденная в Керчи) подписана ведущим резчиком классики – Дексаменом. Ионийский мастер своим произведением поражает пластической законченностью инталии. Каждый элемент изделия несет определенный художественный смысл: чистая голубизна халцедона – как бы кусочек неба; плавный овал крупного скарабеоида – пространство, в котором ничем не стесненная, свободно парит стройная птица. Вызывает восхищение почти неуловимые грации рельефа и тонкие, как волоски, линии рисунка. Слово едва касаясь поверхности камня, мастер создал легкое, будто тающее в голубизне весеннего неба изображение птицы (вестника весны). Внизу подпись: “Делал Дексамен Хиосец”.

Вторая подписанная работа мастера показывает, что Дексамен, страстно влюбленный в красоту мира, раз выбрав объект изображения, внимательно изучал его, создавая интереснейшие вариации одной темы. Изображение стоящей цапли на гемме из Фанагории поражает сочетанием естественности движения птицы и выразительности плавных линий, вторящих овалу инталии. Дексамену и его мастерской могут быть приписаны многие анонимные геммы. Например, гемма, хранящаяся в Бостоне, на которой изображен стоящий конь, или инталия со стремительно мчащимся скакуном (в Эрмитаже).

Влияние искусства Дексамена прослеживается на многих геммах второй половины V века до н.э., выполненных в Северном Причерноморье. Видимо, в мастерс-

кой этого мастера были воспитаны одаренные резчики, которые при жизни Дексмена и позже, уже в IV веке до н.э. повторяли особенно популярные его работы.

На смену несколько однообразным тонам традиционных материалов греческой глиптики приходят цветные камни Востока. Это связано с тем, что восточные походы Александра Македонского (конец IV в. до н.э.) не только способствовали проникновению эллинской культуры на огромные территории (от устья Нила до далекой Индии), но и сама Греция в это время соприкоснулась с центрами древних восточных цивилизаций. Греки познакомились с невиданно роскошными минералами: лиловыми аметистами и фиолетовыми сирийскими альмандинами, вишневыми гранатами, огненными гиацинтами и светло-зелеными цейлонскими бериллами. К этой феерии красок добавились полихромные сардониксы Индии и Аравии, на которых начали вырезать камеи.

Эллинические геммы нередко значительно крупнее классических. Они обычно крепились в оправу и лишь изредка имели подвижную дужку. Если прежде изображение наносилось на плоскую поверхность геммы, то теперь мастера вырезали фигуры на выпуклых кабошонах.

Новым в эллинической глиптике было появление многочисленных портретных гемм (Александра Македонского, Птолемея III и Арсиноя III, Митридата IV).

Античные геммы и камеи носили “знатные” женщины в виде застежек одеяний или медальонов в оправе благородного металла и т.д.

Древние геммы, пережившие крушение античного мира, рано стали предметами страстного собирательства (коллекционирования). Эпоха Возрождения положила начало многим знаменитым коллекциям. Эти собрания позволили воссоздать жизнь и дух античного мира, уровень его искусства и мастерства резчиков по камню. Виртуальное мастерство, умение победить необычно твердый материал, придать дыхание жизни штрихам резца и алмазной иглы поставили многие геммы в число самых совершенных художественных творений, когда-либо выходящих из рук человека [3].

Средневековье в глиптике, как и в других областях искусства, переняло наследие античности. Однако скоро оно вступило на свой путь и стало использовать резные камни (ингалии) для украшения церковной утвари, церковных книг, христианских реликвий, одеяний священнослужителей.

В эпоху Ренессанса глиптика пережила новый расцвет, и многие, известные мастера той поры создали в своих произведениях шедевры редкой красоты.

Вплоть до наших дней на протяжении “нового” и “новейшего” времени жили и творили художники по камню. Они стремились воплотить свои пластические представления в благородном искусстве глиптики.

Таким образом, культура обработки и использования камня зародилась в глубокой древности, формировалась тысячелетиями, а в самостоятельный целенаправленный вид деятельности стала формироваться в новое время (18 век) [4]. Причем, в этой области человеческой деятельности формировались два направления. Первое – как бы “любительское” (коллекционное) и второе – “коммерческое”.

Первое направление является более ранним по своему возникновению. Оно было связано с тем, что всегда у человека существовали причины, которые побуждали его к коллекционированию. С одной стороны это была любовь к своим кол-

лекционным объектам, а с другой – общественный престиж, сопутствующий обладанию ими. Очень многие личные коллекции позднее вошли в состав музейных.

Коммерческое направление приобрело наиболее широкий размах в двадцатом веке, главным образом во второй его половине. Торговля поделочными камнями и ювелирными изделиями получила всемирное распространение и превратилась в весьма доходный бизнес. Сейчас большое количество самоцветных камней подвергается обработке и выбрасывается на “рынок” в качестве ювелирных изделий. Наряду с этим, широкий размах получила торговля камнем – “сырцом”. Для этих целей функционируют традиционные всемирно известные форумы и аукционы (например, Лондонский) и разнообразные выставки-продажи. Так, например, к числу таких международных форумов относятся выставки – продажи, проводимые в Хэттон Гардэне (Лондон) 10 раз в году, а также в Мюнхене, Праге и других городах мира. Важное место здесь занимают, так называемые “смотрины”, купля и продажа материала (минералов - “сырца”), промежуточный этап между добычей самоцветов и сложным процессом их полировки, огранки для ювелирных и других целей.

Кроме этого, функционируют коммерческие фирмы по продаже драгоценных и поделочных камней. К сожалению, часто их деятельность приобретает криминальный характер. Например, в коммерческих структурах по продаже драгоценных камней сотрудники ГУБоп МВД России в девяностые годы обнаружили баснословно дорогие крупные самоцветы криминального способа приобретения.

Так в офисе некой компании “Гемо-Экс” в центре Москвы в сентябре 1999 г. сотрудники МВД увидели сапфир весом 1609 г, александрит в 385 г и изумруд весом 1125 г. На квартирах бизнесменов, торгующих незаконно самоцветами, было изъято за один день при обыске 670 изделий из золота и серебра, 670 алмазов, 30 топазов, 250 бриллиантов, 17 сапфиров, 2 изумруда, 1 рубин, общая стоимость, которых составляла по предварительным примерным оценкам свыше 20 млн. долларов.

В дальнейшем, не касаясь деталей коммерческого направления, остановимся на особенностях развития первого (коллекционного) направления, то, что представляет собой в целом так называемое “ювелирное” искусство. Под этим термином в широком смысле слова понимается изготовление собственно ювелирных украшений и предметов утвари, а также произведений мелкой пластики. Собственно “ювелирное” искусство понимается как процесс обработки камня и умелое использование металлов с целью создания конкретных ювелирных объектов, имеющих художественную ценность.

Ознакомление с коллекциями современных художников-ювелиров, размещенных в музеях, на выставках и в ювелирных магазинах позволяет сделать вывод об основных тенденциях их творчества. Исходя из этого, можно сделать попытку показать главные направления в творчестве художников по камню, отметить их экспериментные поиски в области формы, в деле использования материалов, разнообразных технических приемов, а также устойчивые традиции ювелирного искусства в работах камнерезных мастеров. Среди видов ювелирных изделий широко представлены традиционные формы: кольца, перстни, серьги, клипсы, кулоны, колье, пояса, подвесы, различные шейные и нагрудные украшения, гарнитуры (комплекты украшений).

С одной стороны в мире ювелирных украшений господствует подчинение “моды”, известном под именем “дизайн-стиля”, а с другой стороны в отдельных случаях видны национальные мотивы. В целом ювелирное искусство стоит в прямой зависимости от требований современной моды, социальных условий общего развития культуры.

Безусловно, есть всякие украшения. Есть сравнительно недорогие, с вставками из агата, яшмы, халцедона и других поделочных камней. Они соответственно оправляются серебром, мельхиором, латуной и другими. Однако, наряду с этим созданы дорогостоящие ювелирные изделия с использованием бриллиантов, изумрудов, сапфиров, рубинов и других драгоценных камней, оправленных золотом и платиной.

Знакомство с ювелирными изделиями показывает, что многие мастера, кто сознательно, а кто интуитивно используют в своем творчестве принципы народного искусства (ансамблевость, утилитарность, декоративную выразительность форм, своеобразие цветовых сочетаний, умелое размещение орнамента, связь материала с техникой исполнения). Причем, следует отметить, что в работах нашего времени отчетливо прослеживается художественное оформление изделий. Здесь мастера по-прежнему широко пользуются орнаментом. Последний как декорирующее вещество начало присутствует во многих изделиях.

Одновременно следует иметь в виду, что многие изделия находятся в определенном родстве с тем типом ювелирной галантереи, которая чаще всего именуется как “бижутерия”. Имитация драгоценных изделий в относительно дешевых материалах известна давно и имеет свою историю.

Главным образом, в оформлении и создании ювелирных изделий художественную роль сыграла скань, или иначе филигрань.

Ясно, что нет возможности рассмотреть все разнообразие форм, которые используются в развитии “скани” за последнее время. Чаще всего с наибольшей полнотой сказались традиционные приемы этого направления в изготовлении серьги. Здесь использованы разные формы. Часто обращаются к традиционной форме серег – кольчужной, поскольку сама она на редкость красива и может быть украшена самым различным способом. В скани отдельных мастеров нашего времени наблюдается индивидуальный стиль, ритмичный, легко читаемый рисунок, сочетающийся с зернью и объемными деталями – вставками камня.

Скань современных мастеров стала более разнообразной. Здесь часто встречается как с тонкой сканью из крученой и гладкой проволоки, так и сопрягающейся с чеканкой или даже с объемными завитками крупных полос металла или со сканью, переходящей в “кольчужные” плетеные полосы. Все это украшено либо поделочными камнями, либо даже миниатюрными изображениями. В отдельных подобных работах большую роль играет то крупная, то более мелкая “зернь” – блестящие, припаянные к композиционным “узлам” шарики.

В последнее время появились изделия, в которых отмечается переход от тонкого сканого орнамента к орнаменту, где приемы последнего находят свое отражение в рисунке вырезанных металлических лент и поясов, крупные формы которых подчеркнуты миниатюрными вставками.

Кольца, наблюдающиеся в коллекциях выставок (музеев и магазинов) часто характеризуются присутствием драгоценных, полудрагоценных и даже поделочных камней, оправленных в тончайшую, иногда “густую” по рисунку скань, в отдельных случаях, сплошь закрывающую все изделие.

Наряду с отмеченным встречаются “колье”. Здесь в одно целое со сканью объединяются драгоценные и полудрагоценные камни. При этом скань выражена различными, порой причудливыми формами (в виде различных цветов, растений, звезд и т.д.).

В работах можно наметить целевое предназначение отдельных ювелирных украшений. В частности, одни украшения ориентированы на новобрачных, другие на молодежь, третьи – на мужчин разного возраста, четвертые – на женщин разного периода жизни. Кроме этого, выделяются украшения для каждодневного использования, для торжественных случаев и т.д. В отдельных художественных работах отражаются конкретные тематические идеи изобразительно-тематического начала, мотивы национальных особенностей.

Очевидно, нельзя забывать, что и прошлое искусство меняло свой вид от эпохи к эпохе, находясь в прямой зависимости от условий жизни. Следовательно, когда современный мастер берется за создание своего произведения, то его вдохновению должны сопутствовать глубокие раздумья, касающиеся как народного искусства прошлого, так и требований современности (рынка), в особенности, когда речь идет об изделии, предназначенном для современной одежды и современного покупателя (потребителя).

Хочется отметить, что в работе некоторых мастеров за последние годы часто встречаются сложные по растительному и геометрическому рисунку украшения, крупные формы которых говорят о тенденциях к усилению декоративности. Эти работы отличаются некоторой сложностью и качественной завершенностью своих композиций, продуманным, иногда причудливым силуэтом, обилием орнаментальных мотивов и многоцветием вставок. Это невольно заставляет вспомнить драгоценности прежних времен. В то же время начинают входить в моду небольшие изделия с тщательной проработкой отдельных разнообразных мелких вставок, деталей и единым гармоничным звучанием целого. Естественно, что в своих работах одни мастера уходят вперед, другие еще близки к кругу привычных форм украшений. Важно, что это осуществляется в поисках и создании новых изделий.

Литература

1. Давиденко И.В. Люди изучают Землю. – Мурманск: Книжное изд-во, 1977/ - 224 с.
2. Ильин М.А., Елкова В.А., Романова Л.Ф. Советские художники – ювелиры. - М.: Советский художник, 1980. - 459 с.
3. Неверов О.Я. Античные инталии в собрании Эрмитажа. - Л.: Изд-во “Аврора”, 1976. - 712 с.
4. Синкенес Дж. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней. - М.: Мир, 1989. - 423 с.

ОСОБЕННОСТИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЛАГОРОДНЫХ ЖАДЕИТИТОВ В ТЕЛАХ БОРУССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В.В. КЛЕЙМЁНОВ

*Красноярский государственный университет цветных металлов и золота,
г. Красноярск*

Жадеит относится к числу основных ювелирно-поделочных камней, особенно популярных в Китае и других восточно-азиатских странах. В этом качестве используются тонко- и мелкозернистые пироксеновые породы диопсид-эгиринов-жадеитового ряда, лучшие из которых обладают яркой яблочно - или травяно-зеленой и изумрудной окраской при высокой плотности, вязкости и твердости. Для обозначения пироксенов этого ряда с примесью эгирина были предложены термины хлормеланит (близок к диопсид-жадеиту), жадеитовый хлормеланит (близок собственно к жадеиту) и омфацитовый хлормеланит (близок к омфациту). Кроме того, существует натриево-хромовый пироксен – космохлор (юриит), который также входит в состав зеленых жадеитов.

Борусское месторождение жадеита является крупнейшим на территории нашей страны и обладает запасами ювелирного, ювелирно-поделочного, и поделочного жадеита. Оно расположено в северной части Западного Саяна в бассейне р. Кантегир в 33 км выше створа Саяно-Шушенской ГЭС.

В пределах месторождения распространены метаэффузивы, сланцы, вулканомиктовые песчаники чингинской свиты, которая имеет венд-нижнекембрийский возраст, верхнепротерозойские хлорит-кварцевые, углисто-кварцевые сланцы и кварциты борусской и джебашской серий. Кроме того, на центральном участке месторождения распространены интрузивные образования актоврацкого комплекса, представленные перидотитами и серпентинитами, а также штокообразные тела плагиогранитов, диоритов и гранитов большепорожского комплекса.

Продуктивная толща представлена апосерпентинитовыми голубовато-зелеными глинами и рассланцованными антигоритовыми серпентинитами, среди которых залегают жадеитовые, альбит-жадеитовые и альбититовые тела. На месторождении выделяют четыре жадеитоносные зоны: Уртенскую, Казанашкинскую, Кашкаретскую и крупнейшую Орасуг-Енисейскую, находящуюся в центральной части месторождения. Наиболее изученной является Орасуг-Енисейская зона, содержащая самые крупные перспективные тела жадеитов. В ее пределах на участке месторождения жадеитоносные зоны с поверхности сильно задернованы, в рельефе приурочены к линейным депрессиям в виде седловин, распадков и уступов на склонах. В Орасуг-Енисейской жадеитоносной зоне известны три участка: Кашкар-Иннокентьевский, Сохатино-Малоорасугский и Орасугский. Наиболее изучены Кашкарский (тело № 54) и Сохатиный участки (тело № 58). Орасугский участок в виду большой удаленности и сложности метасоматических образований изучен слабо.

Жадеититы и жадеитсодержащие метасоматиты по минеральному составу делятся на четыре типа:

- 1) мономинеральные жадеититы,
- 2) жадеитизированные альбититы,
- 3) альбит-жадеит-диопсидовые метасоматиты,
- 4) жадеитсодержащие метасоматиты сложного состава.

В распределении этих типов жадеитосодержащих пород наблюдаются следующие закономерности. В центральной части месторождения (тела № 54 и № 58) развиты жадеититы преимущественно мономинерального состава, среди которых расположены также тела альбититов. Тела представлены, в основном, крупными будинами более или менее изометричной формы площадью от 10 м² до 100 м². На флангах месторождения (северо-восточная часть Кашкарак-Иннокентьевского участка и участок Орасуг) развиты жадеит-альбититовые, альбит-жадеит-диопсидовые и жадеитсодержащие метасоматиты сложного состава. Форма тел преимущественно жильная.

Отличительной особенностью жадеититов Борусского месторождения является почти полное отсутствие белых разновидностей. Собственно жадеитовые породы представлены серо-зелеными, зеленовато-серыми разновидностями и по химическому составу отвечают наиболее чистым жадеитам или альбит-жадеитовым породам. Ярко-зеленые ювелирно-поделочные и ювелирные жадеититы представлены большим разнообразием главных разновидностей жадеит-омфацит-эгирин-юриитового ряда.

На Борусском месторождении жадеита наиболее часто встречаются следующие разновидности: 1) серо-зеленые крупно - среднезернистые жадеиты, 2) серо-зеленые зеленовато-серые мелкозернистые жадеиты, 3) яблочно-зеленый мелкозернистый жадеит, 4) серовато-зеленые и ярко-зеленые сферолитовые, сноповидные, лучисто-игольчатые жадеититы, 5) ярко-зеленые мелко - среднезернистые непросвечивающие жадеиты, 6) яркие изумрудно-зеленые полупрозрачные жадеиты.

Центральная часть тел жадеититов сложена зеленовато-серыми, серо-зелеными крупно-среднезернистыми разновидностями, по составу наиболее близкими к теоретическим жадеитам (см. рис.).

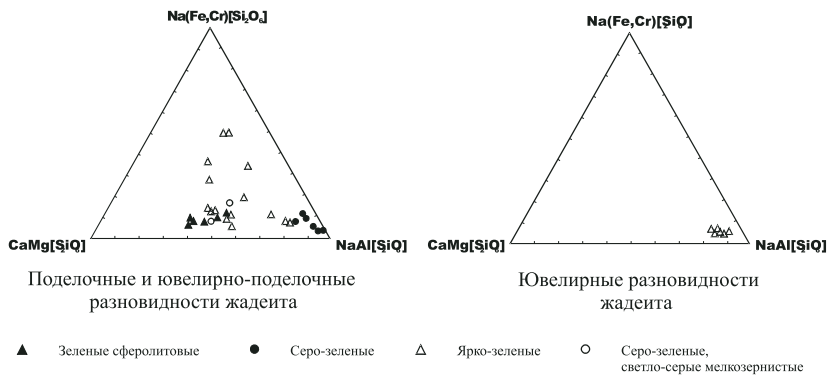


Рис. 1. Составы благородных пироксенов Борусского месторождения.

Серо-зеленые, зеленовато-серые разновидности также располагаются в центральной части тел в виде линзообразных, жилообразных и неправильных выделений до 9 м в длину и до 0,5 м мощностью. Их состав отвечает омфацитам. Контакты постепенные, нечеткие. Жадеит-альбитовые разновидности развиты у периферийной части тел, с которыми и ассоциируют лучшие по качеству сорта ювелирного жада-империала.

Яблочно-зеленый жадеит встречается в виде прожилков длиной от нескольких сантиметров до двух метров, мощность жилок от 2 до 8 см, реже до 15 см. Жилы по простиранию часто образуют серию линз длиной от 10 до 40 см с промежутками между ними 10-30 см. Контакты с вмещающими серо-зелеными жадеитами четкие.

Необычные сферолитовые сноповидные игольчатые среднезернистые серовато-зеленые и ярко-зеленые разновидности присутствуют в виде выделений неправильной формы 4,5x2 м или слагают линзовидные тела 3,5x1 м. По составу они относятся к омфацитовым разновидностям. Контакты тел нечеткие, с постепенным переходом к вмещающим породам.

Ярко-зеленые мелко- среднезернистые разновидности с зернами хромшпинелидов образуют небольшие линзовидные и жилообразные тела на периферии тел и ассоциируют с анальцитом, фенгитом. По составу они тоже относятся к омфацитам.

Высококачественный «жад-империал» распространен крайне неравномерно и известен только в теле № 58. Ювелирный жадеит имеет изумрудно-зеленый цвет, тонкозернистую структуру, очень хорошую просвечиваемость. Он образует небольшие прожилки до 5 мм мощностью или гнезда неправильной формы от нескольких миллиметров до первых сантиметров в поперечнике. По составу он очень близок к чистому жадеиту и представлен хлормеланитовым жадеитом (рис 1.) Часто ювелирный жадеит ассоциирует с молибденитом, что значительно ухудшает качество самоцвета.

В целом, можно сделать вывод, что наиболее качественный жадеит встречается в периферийных частях тел, либо внутри тел развиваясь по зонам трещиноватости и дробления.

ЭВОЛЮЦИЯ СОСТАВА ТУРМАЛИНА МИАРОЛОВЫХ ПЕГМАТИТОВ КУГИЛЯЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЛАГОРОДНОЙ ШПИНЕЛИ

С.И. КОНОВАЛЕНКО

Томский государственный университет, г. Томск

Кугиляльское месторождение Юго-Западного Памира известно не только своей благородной шпинелью-лалом, но и ювелирным турмалином, связанным с очень своеобразными миароловыми пегматитами, залегающими среди магнетитовых мраморов. Первое упоминание об этих пегматитах есть еще в отчете А.Н. Лабунцова посетившего Памир в конце 20-ых годов прошлого века [1]. Однако их настоя-

щее изучение связано с именами Л.Н. Россовского, Л.С. Зильберфарба, А.Н. Шостацкого, В.В. Матиаса, которые не только дали первое описание жил, но и открыли в них новый минеральный вид – магноколумбит [2, 3, 4]. Гораздо позднее в этой группе жил, получившей название «Музейной», по наименованию наиболее крупного пегматитового тела, названному так из-за присущих ему ярких коллекционных образцов друзового комплекса, была описана М.Г. Горской новая разновидность магнезиального турмалина дравита - алюмодравит [5].

В 70-е годы XX века в ходе доразведки Кугуляльского месторождения, на его западном фланге были найдены новые пегматитовые тела с миаролами, также залегающие в магнезиальных мраморах и скарнах [6]. Однако в отличие от жил музейной свиты их гибридность оказался очень ограниченным, проявившись лишь непосредственно в краевой зоне. Обнаруженные пегматиты тоже содержали цветной турмалин, как в основной массе жил, так и во внутренних миаролах, правда, по морфологии выделений, окраске, характеру цветовой зональности он коренным образом отличался от алюмодравита «Музейной» жилы. Это обстоятельство представляло несомненный интерес для исследования типоморфизма турмалина и автором была специально изучена эволюция химического состава минерала в двух типах выявленных на месторождении миароловых пегматитов. Первый из них относится к классическому кугуляльскому (жила «Музейная» и мелкие тела ее свиты), второй – в целом напоминает вездаринский, хотя и отличается от него заметно более простым минеральным составом и высокой степенью гибридности краевой зоны.

Согласно Л.Н. Россовскому [2] основной объем пегматитов «Музейной» жилы составляет кварц-олигоклазовый пегматит графической и апографической структуры. В центральной части появляется пегматоид, переходящий в идиоморфные блоки олигоклаза и калишпата, сцементированные кварцем, а затем в блоковый калишпат. Миаролы тяготеют к внутренним зонам, имеют небольшие размеры (до 0,5x0,2 м) и субизометричную форму. Они свободны от полостной глины. В друзовом комплексе присутствуют ортоклаз, альбит, мусковит, горный хрусталь, алюмодравит, апатит. Реже встречаются циркон, монацит, ильменорутил и магноколумбит. Типоморфными минералами жилы за пределами полостей выступают кордиерит, андалузит, эвксенит, рутил. В краевой зоне развивается флогопит.

Турмалин является в «Музейной» жиле породообразующим минералом (10-15 % объема). Он встречается во всех ее зонах. За пределами полостей обычно образует крупные (до 35 см) конусовидные кристаллы без концевых граней или радиально-лучистые агрегаты коричневого, медово-желтого и бледно-желтого цвета с переходами в зеленовато-голубой, голубовато-серый и бесцветный. В полостях развиты длиннопризматические коричневые кристаллы, огранку которых определяют гексагональная призма (110) и две тригональные (100) и (010), а головку формирует моноэдр (001) при резко подчиненном значении тригональной пирамиды (101). Полостные кристаллы часто ювелирного качества, реже прозрачные индивиды встречаются в массивном пегматите. Окраску тех и других обуславливают полосы поглощения 445, 720 и 1080 нм. Доминирующей является широкая и интенсивная полоса поглощения в области 445 нм, приписываемая обменно-связанным парам $Fe^{2+}_{VI} - Ti^{4+}$ [7]. Полосы 720 и 1080 нм обусловлены с ионами Fe^{2+}_{VI} . Подобный ха-

раक्टर спектра указывает на повышенный окислительный потенциал среды минералообразования.

Большой объем химических анализов турмалина «Музейной» жилы (около 20), выполненных самыми разными исследователями, показывает очень незначительные вариации содержаний основных породообразующих компонентов минерала. По-сути они не выходят за пределы маложелезистого алюмодравита (табл. 1). От ранних генераций к поздним в составе турмалина несколько падает роль Mg, а затем Fe, что происходит на фоне соответствующего роста концентраций Al. В ранних выделениях отмечено вхождение Mg не только в позицию Y, но и в позицию Z структуры, что свидетельствует о принадлежности этого турмалина к неупорядоченной разновидности. Весьма показателен дефицит щелочных катионов и кальция в позиции X алюмодравитов (табл. 1), что свидетельствует о формировании жил серии в условиях пониженной активности щелочей.

Таблица 1
Химический состав (масс. %) турмалина «Музейной» жилы

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	37,28	35,81	37,19	35,54	36,13	38,01	37,17	36,87
TiO ₂	-	0,12	0,14	0,19	0,19	0,34	0,26	0,18
Al ₂ O ₃	38,46	36,83	36,06	34,40	37,51	36,68	38,12	33,73
FeO	0,71	0,25	0,21	0,04	1,43	0,81	1,42	1,75
MgO	7,67	8,94	9,56	8,96	7,07	9,28	8,73	10,78
MnO	-	-	0,02	-	0,11	0,02	0,03	0,01
CaO	0,10	0,18	0,69	0,37	0,06	0,12	-	1,01
Na ₂ O	1,60	1,76	2,07	1,96	1,93	0,52	0,50	0,95
K ₂ O	0,02	0,02	0,05	0,02	0,01	0,29	0,20	0,40
B ₂ O ₃	-	-	-	-	-	10,72	11,07	10,86
п.п.п.	-	-	-	-	-	3,50	3,34	4,33
F	0,11	0,02	0,19	0,49	0,45	-	-	-
$\sum(-0 = F_2)$	85,91	83,92	86,10	81,76	84,70	100,29	100,84	100,87

Примечание: Пробы 1-5 микрозондовый анализ (данные автора); 6-8 обычный химический анализ (Л.Н. Россовский, 1963).

1 – светло-зеленый лучистый турмалин поздней генерации; 2 – желто-бурый призматический турмалин блоковой зоны; 3 – бледно-желтый поздний турмалин, мелкие изометричные кристаллы; 4 – бесцветный лучистый турмалин нарастающий на бурый конусовидный; 5 – бурый конусовидный турмалин; 6 – бурый конусовидный турмалин; 7 – бледно-желтый поздний турмалин; 8 – бесцветный лучистый поздний турмалин.

Кристаллохимические формулы:

- 1 - $(\text{Na}_{0,49}\text{Ca}_{0,02}\text{Mg}_{1,81}\text{Al}_{1,19}\text{Fe}^{2+}_{0,09})_{3,09}\text{Al}_{6,00}\text{B}_{3,00}\text{Si}_{5,91}\text{O}_{27,00}(\text{O}_{0,54}\text{OH}_{3,40}\text{F}_{0,06})_{4,00}$
- 2 - $(\text{Na}_{0,55}\text{Ca}_{0,03}\text{Mg}_{2,15}\text{Al}_{1,02}\text{Ti}_{0,01})_{3,18}\text{Al}_{6,00}\text{B}_{3,00}\text{Si}_{5,79}\text{O}_{27,00}(\text{O}_{0,23}\text{OH}_{3,76}\text{F}_{0,01})_{4,00}$
- 3 - $(\text{Na}_{0,64}\text{Ca}_{0,12}\text{Mg}_{2,27}\text{Al}_{0,77}\text{Fe}^{2+}_{0,03}\text{Ti}_{0,02})_{3,09}\text{Al}_{6,00}\text{B}_{3,00}\text{Si}_{5,92}\text{O}_{26,71}\text{OH}_{2,29}\text{F}_{0,10}$
- 4 - $(\text{Na}_{0,64}\text{Ca}_{0,07}\text{Mg}_{2,24}\text{Al}_{0,79}\text{Ti}_{0,02})_{3,12}\text{Al}_{6,00}\text{B}_{3,00}\text{Si}_{5,95}\text{O}_{27,00}(\text{O}_{0,51}\text{OH}_{3,2}\text{F}_{0,26})_{4,00}$
- 5 - $(\text{Na}_{0,61}\text{Ca}_{0,01}\text{Mg}_{1,71}\text{Al}_{1,19}\text{Fe}^{2+}_{0,19}\text{Ti}_{0,02}\text{Mn}^{2+}_{0,11})_{3,13}\text{Al}_{6,00}\text{B}_{3,00}\text{Si}_{5,87}\text{O}_{27,00}(\text{O}_{0,60}\text{OH}_{3,13}\text{F}_{0,27})_{4,00}$
- 6 - $(\text{Na}_{0,16}\text{K}_{0,06}\text{Ca}_{0,02})_{0,24}(\text{Mg}_{2,19}\text{Al}_{0,83}\text{Fe}^{2+}_{0,11}\text{Ti}_{0,04})_{3,17}\text{Al}_{6,00}\text{B}_{2,96}\text{Si}_{6,01}\text{O}_{27,00}(\text{O}_{0,31}\text{OH}_{3,69})_{4,00}$
- 7 - $(\text{Na}_{0,15}\text{K}_{0,04}\text{Mg}_{2,05}\text{Al}_{0,94}\text{Fe}^{2+}_{0,19}\text{Ti}_{0,03})_{3,21}\text{Al}_{6,00}\text{B}_{3,01}\text{Si}_{5,86}\text{O}_{27,00}(\text{O}_{0,50}\text{OH}_{3,50})_{4,00}$
- 8 - $(\text{Na}_{0,29}\text{Ca}_{0,17}\text{K}_{0,08})_{0,54}(\text{Mg}_{2,54}\text{Al}_{0,29}\text{Fe}^{2+}_{0,23}\text{Ti}_{0,02})_{3,08}\text{Al}_{6,00}\text{B}_{2,96}\text{Si}_{5,83}\text{O}_{26,39}\text{OH}_{0,61}\text{F}_{0,27}$

Степень заполнения первой позиции катионами, согласно выполненным расчетам, опускается до 0,5 и даже 0,4 формульных единиц. Еще более низкие концентрации отмечены только в работе Л.Н. Россовского [2], однако они, по-видимому, являются следствием аналитической ошибки определения Na в турмалинах. Дефицит щелочей указывает на проявление в алюмодревитах пегматитов музейной серии относительно редкого для минералов группы турмалина щелочно-дефектного типа замещения [8]. Данный тип широко сочетается с обычным дегидратационным который ослабляется к концу процесса образования турмалина в жилах и нехарактерен для поздних его генераций. Тонкоигольчатые бесцветные и зеленовато-голубые кристаллы позднего турмалина, как обрастающие ранние буро-коричневые индивиды, так и встречающиеся обособленно в мелких пустотах пегматитов, обнаруживают повторный рост концентрации Fe²⁺ и Mg в позиции Y с параллельным снижением в ней количества структурного алюминия. Данное обстоятельство, по-видимому, связано с внутриминерализационными подвижками и вскрытием миарол, куда вновь поступали относительно обогащенные Mg и Fe гидротермальные растворы. Для всех генераций турмалина «Музейной» жилы типичны очень низкие содержания фтора (не выше 0,5 %) и еще более низкая концентрация Li и Mn. Состав турмалина в большинстве случаев хорошо рассчитывается на сумму двух миалов Na(Mg₂Al)Al₆Si₆O₁₈(BO₃)₃(OH)₃O и (Mg₂Al)Al₆Si₆O₁₈(BO₃)₃(OH)₃OH, которые в соответствии с недавно предложенной классификацией минералов группы [9] относятся первый к оксидриту, а второй к магнезиофиту. Оксидривитовый миал обычно преобладает, что собственно и заставляет считать минерал алюмодревитом по принятой в России номенклатуре [5], поскольку вхождение Al в позицию Y на место Mg вызывает одновременно замещение части гидроксильных групп кислородом для компенсации возникающего избыточного положительного заряда. Иными словами в этом случае реализуется дегидратационная схема изоморфизма MgY+OH ⇌ AlY+O).

В рамках предполагаемой для миароловых пегматитов модели образования [10], фиксируемая высокая магнезиальность турмалина «Музейной» жилы, равно как и отсутствие направленной эволюции его состава выглядят необычными. Они указывают на высокий общий уровень гибридности исходного пегматитового расплава – раствора, а между тем здесь же в аналогичных по минеральному составу и химизму вмещающих породах залегают пегматитовые тела совсем иной степени гибридности, принадлежащие к жилам так называемого вездаринского типа.

Наиболее крупная жила данной серии имеет линзовидную форму (30х6 м) с раздувом приуроченным к прослою биотитовых гнейсов разделяющих магнетитовые мраморы и магнезиальные скарны. Внутреннее строение жилы слабозональное. Выделяется краевая кварц-плагиоклазовая зона гранитной структуры и внутренняя мелкоблоковая сложенная калишпатом. Последняя приурочена к раздуву. Мелкие миаролы (до 0,1-0,15 м) наблюдаются по периферии блоковой зоны. Они распределены относительно равномерно и обычно заполнены бурой глиной. Друзовый комплекс представлен ортоклазом, альбитом, кварцем. В небольших количествах встречаются полихромный турмалин и берtrandит. За пределами миарол, преимущественно в краевой зоне, в качестве типоморфных минералов присутствуют изометричные бочонковидные кристаллы (2-4 см) бурой слюды биотит-флогопитового ряда и бурый турмалин в призматических кристаллах и псевдографических сростаниях с кварцем. Влияние вмещающих пород сказывается на обедненности пегматитов кварцем, которого особенно мало в центральной блоковой зоне.

Турмалин является характерным второстепенным минералом жилы, составляя до 1-2 % ее объема. Более распространен он в краевой зоне, где встречается в виде

Таблица 2
Химический состав (масс. %) турмалина «Рубеллитовой» жилы

Компонент	1	2	3	4
SiO ₂	38,49	36,49	36,60	35,69
TiO ₂	1,71	1,36	-	-
Al ₂ O ₃	29,24	38,20	39,52	43,36
Fe ₂ O ₃	2,09	-	-	-
FeO	0,99	1,24	1,63	-
MgO	10,58	-	-	-
MnO	0,20	6,60	3,84	0,62
CaO	2,22	1,09	1,38	1,53
Na ₂ O	1,37	2,47	2,60	2,00
K ₂ O	0,31	-	-	-
Li ₂ O	-	1,23	1,77	2,07
B ₂ O ₃	10,93			
п.п.п.	1,56			
F	0,55	1,35	1,08	0,76
$\sum(-0 = F_2)$	100,01	89,46	87,96	85,71

Примечание: Пробы 1 – обычный химический анализ; 2-4 – микрозондовый анализ. Содержание Li₂O расчетное.

1 – бурый турмалин из кварц-турмалиновой псевдографики краевой части жилы; 2-4 – полихромный турмалин из миароловой полости (2 – темно-бурая зона из основания кристалла; 3 – светло-зеленая промежуточная зона; 4 – темно-розовая головка кристалла).

относительно крупных выделений (до 4 см) бурого цвета. В миаролах в соответствии с их размерами выделения турмалина не превышают 2x0,5 см. Обычно это параллельные сростки полихромных кристаллов с пирамидальными (101) головками или одноцветные бледноокрашенные игольчатые агрегаты радиально-лучистого строения. Основания полихромных сростков кристаллов окрашены в бурый цвет. Эта окраска последовательно переходит в зеленовато-бурю (болотную), желто-зеленую, бледно-зеленую и розовую. Исследование химизма турмалина (табл. 2) обнаружило резкие отличия его состава для краевой и внутренней зон жилы. Вблизи от контакта минерал представлен увит-дравитовой разновидностью обогащенной Ti и Fe³⁺, что в общем типично для эндоконтактовых зон гранитных пегматитов, залегающих в магнезиальных карбонатных породах [11].

Кристаллохимические формулы:

- 1 - (Na_{0,43}Ca_{0,38}K_{0,06})_{0,87}(Mg_{2,55}Fe³⁺_{0,25}Ti_{0,21}Fe²⁺_{0,13}Mn_{0,03})_{3,17}Al_{5,57}Si_{6,22}B_{3,05}O_{27,00}(O_{1,00}OH_{2,72}F_{0,28})_{4,00}
- 2 - (Na_{0,77}Ca_{0,19})_{0,96}(Al_{1,41}Mn_{0,99}Fe³⁺_{0,25}Li_{0,26}Fe²⁺_{0,17}Ti_{0,17})_{3,00}Al₆Si₆B₃O₂₇(O_{1,64}OH_{1,66}F_{0,70})_{4,00}
- 3 - (Na_{0,83}Ca_{0,24})_{1,07}(Al_{1,64}Li_{0,61}Mn_{0,53}Fe²⁺_{0,22})_{3,00}Al₆Si₆B₃O₂₇(O_{1,34}OH_{2,66})_{4,00}
- 4 - (Na_{0,65}Ca_{0,28})_{0,93}(Al_{2,59}Li_{0,41})_{3,00}Al₆Si₆B₃O₂₇(O_{2,57}OH_{1,03}F_{0,40})_{4,00}

Во внутренних частях жилы, где турмалин встречается только в занорышках, он представляет уже тсилаизит-эльбаитовый ряд. Эти кристаллы не содержат Mg и Ti и резко обеднены железом, которое представлено главным образом двухвалентной формой. Характерна заметная обогащенность фтором (более 1%). Эволюция состава полихромных кристаллов полостного турмалина идет по стандартному пути последовательной смены Fe²⁺ Mn²⁺ (Li+Al). К концу формирования кристаллов немного падает роль фтора в минералообразующей среде и повышается кислородный потенциал, что обуславливает появление ионов Mn³⁺, ответственных за розовую окраску головок свойственную многим индивидам. Единственным моментом, сближающим химизм краевых и полостных турмалинов, является их общая обогащенность кальцием. Правда уровень концентрации кальция в турмалине миароловых полостей не столь высок как в минерале краевых зон (соответственно 1-2 и 3 % CaO). В миаролах роль Ca в составе турмалина возрастает от начала к концу процесса кристаллизации, что свидетельствует о росте в этом направлении содержания лиддиикоатитового минала в составе эльбаита.

Разобранные примеры эволюции химизма турмалина миароловых пегматитов Кугиляльского месторождения благородной шпинели не укладываются в рамки двух стандартных эволюционных рядов изменения химизма минерала обычно выделяемых для турмалина миароловых пегматитов [12]. Это безусловно связано со спецификой химизма вмещающих жилы пород, которые на месторождении как указано ранее представлены магнезитовыми мраморами и магнезиальными скарнами. Обнаруженное расхождение в эволюции химизма турмалина разных жил Кугиляльского пегматитового поля, залегающих в одних и тех же по составу породах, по мнению автора, обусловлено как различной степенью гибридности исходных для них расплавов-растворов, так и неодинаковой открытостью системы минералообразования. В частности для жил музейной серии, по-видимому, необходимо говорить о гибридизме стартового расплава-раствора во всем объеме с заметной ассимиляцией

из вмещающих пород богатых ими щелочноземельных элементов – кальция и магния. При этом сам расплав терял только наиболее подвижные компоненты – щелочи, фтор и воду. Позднее же в ходе кристаллизации система в целом оставалась относительно закрытой. Причиной довольно высокой контаминации расплавов можно предполагать их внедрение вдоль тектонически очень активной зоны, что на стадии предшествовавшей кристаллизации, несомненно, должно было способствовать обмену компонентами с вмещающими породами, изменению кислотности-щелочности и повышению активности кислорода, а в конечном итоге привело к появлению в данной зоне мелких линзовидных пегматитовых тел музейного типа, многие из которых позднее были преобразованы в тремолитовые и флогопит-кордиеритовые метасоматиты наложенными гидротермальными растворами [13].

Второй тип пегматитов Кугуляльского поля формировался в гораздо более спокойной тектонической обстановке. Внедрение расплавов в этом случае не носило пульсационного характера, а было одноактным. Быстро поднимавшиеся относительно крупные по объему порции расплавов в этом случае практически не взаимодействовали с вмещающими породами вплоть до локализации в ловушках, но и там, на месте кристаллизации обмен компонентами носил ограниченный масштаб, захватывая только непосредственную эндоконтактовую зону формировавшихся пегматитовых тел. Вся остальная система оставалась закрытой. Следствием этого явилось резкое отличие состава турмалина краевой оторочки и внутренних миарол с отсутствием между ними переходных по составу разностей.

Литература

1. Лабунцов А.Н. Геолого-минералогические исследования на Западном Памире и в провинции Бадахшан в Афганистане в 1928 г.// Тр. ТПЭ 1928 г., вып. 4. Л.: Изд-во АН СССР, 1930. - 264 с.
2. Россовский Л.Н. Пегматиты в магнетитовых мраморах из района месторождения благородной шпинели Куги-Ляль на Юго-Западном Памире// Минералы СССР, 1963, вып. 14, С. 166-181.
3. Россовский Л.Н., Зильберфарб Л.С. Шпинель-форстеритовые образования в магнетитовых мраморах месторождения благородной шпинели Кухилал// Материалы по геологии Памира, вып. 1. Душанбе: Даниш, 1963. С. 274-291.
4. Матиас В.В., Россовский Л.Н., Шостацкий А.Н., Кумскова Н.М. О новом минерале магноколумбите// Докл. АН СССР, 1963, т. 148, №2, С. 420-423.
5. Горская М.Г., Франк-Каменецкая О.В., Рождественская И.В. и др. Уточнение кристаллической структуры богатого Al дравита; структурно-кристаллохимические особенности Mg-Al турмалинов// Кристаллохимия и структурный типоморфизм минералов. Л.: Наука, 1985. С. 105-114.
6. Колесникова Т.А. Благородная шпинель, клиногумит и манассеит месторождения Кухилал (Памир)// Драгоценные и цветные камни. – Москва: Наука, 1980. С. 181-199.
7. Коноваленко С.И., Бахтин А.Н., Лопатин О.Н. Природа окраски цветного и полихромного турмалина из миароловых пегматитов Юго-Западного Памира// Минерал. журнал, 1991, Т. 13, №2, С. 54-62.

8. Перетяжко И.С., Загорский В.Е., Труфанова Л.Г. Щелочно-дефектный дегидрационный изоморфизм в богатых алюминием дравитах// Докл. АН СССР, 1988, вып. 298, №2, С. 194-198.
9. Hawthorne F.C., Henry D.J. Classification the minerals of the tourmaline group// Eur. Mineral, 1999, №11, P. 201-215.
10. Бакуменко И.Т., Коноваленко С.И. Особенности формирования миароловых пегматитов и их положение среди гранитных пегматитов// Термобарогеохимические исследования процессов минералообразования. – Новосибирск: Наука, Сиб. Отд-ние, 1988. С. 123-135.
11. Корнетова В.А. Турмалин// Минералы, Т. 3, вып. 2, 1981. С. 160-194.
12. Загорский В.Е., Перетяжко И.С., Шмакин Б.М. Миароловые пегматиты. Новосибирск: Наука, 1999. – 488 с.
13. Россовский Л.Н., Морозов С.А. Особенности формирования гранитных пегматитов, залегающих в магнетитовых мраморах Юго-Западного Памира// Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, 1991, №4, С. 34-42.

ТИПЫ МИАРОЛОВЫХ ПЕГМАТИТОВ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ТОЛЩИ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПАМИРА

С.И. КОНОВАЛЕНКО

Томский государственный университет, г. Томск

Миароловые пегматиты относятся к одним из наиболее интересных минералогических объектов Юго-Западного Памира. Это не только источник прекрасных ювелирных камней (цветного турмалина, топаза, аквамарина, граната, дымчатого кварца и др.), но и хорошего коллекционного сырья, а также новых или очень редких минералов (тусионита, корагонита, еремеевита, гамбергита, виитаньемиита и др.). Территория распространения миароловых пегматитов Памира в геологическом плане представляет собой жесткую докембрийскую глыбу – срединный массив – внутри киммерийско-альпийского складчатого пояса. Массив слагает сложнодислоцированный полиметаморфический комплекс гнейсов, амфиболитов, мраморов и кристаллических сланцев архей-протерозойского возраста. Более молодые метаморфические породы сходные с триасовыми сланцами обрамления глыбы (Намангутский блок) известны в небольших по площади тектонических аллохтонных пластинах сохранившихся на поверхности межформационного Шугнанского плутона стресс-гранитов поздне триасового возраста, занимающего большую часть северной оконечности срединного массива. Помимо указанных раннемезозойских гранитоидов в районе присутствуют глиноземистые гнейсограниты молодого альпийского возраста, связанные с частичным плавлением пород сиалического фундамента в коллизийной геодинамической обстановке. Они типичны для всей полосы Высокой Азии (Гималаи, Каракорум, Гиндукуш, Памир) и часто сопровождаются редкометалльными пегматитами. Согласно существующим оценкам повторному

реоморфическому преобразованию в неогене подвергнуто до 40 % объема ранне-кimmerийских гранитоидов Шугнанского очагового ареала [1]. Эти молодые граниты также сопровождаются редкометальными пегматитами, которые, правда, нигде в районе не образуют крупных компактных полей. Если для жил редкометальной формации Памира характерна тесная пространственная связь с альпийскими стресс-гранитами, хотя они и могут уходить от них на расстояние до 1,5-2,0 км, то пегматиты собственно миароловой формации пространственной связи с какими-либо гранитами вообще не обнаруживают. В соответствии с этим не совпадают они по ареалам распространения и с областями развития редкометальных пегматитов. Вместе с тем по целому комплексу признаков, это наиболее поздние пегматиты срединного массива, несомненно, связанные с его альпийской активизацией. Оценка возраста указанных жил по трекам от осколков деления урана в апатите составила $3,2-7,5 \pm 0,5$ млн. лет, что близко к эпохе завершения становления неогеновых лейкогранитов памирского комплекса.

Все миароловые пегматиты Юго-Западного Памира, кроме отсутствия пространственной связи с гранитами, объединяет рассеянная форма нахождения, когда многие проявления представляет одна единственная жила или, в лучшем случае, ограниченная серия жил (от 2 до 5 штук). Обычно это мелкие по размерам пегматитовые тела (0,1-6х1-100 м), занимающие по отношению к вмещающим их породам резкосекущее положение. Они отличаются слабо выраженным зональным внутренним строением с участковым проявлением этой зональности. В числе зон обязательно присутствуют зона неравномернозернистой графики, апографики, мелкоблочкового пегматоида или блокового калишпата. В пределах развития двух последних обычно и появляются миаролы. Определяющим формационную принадлежность жил моментом будет первичный характер таких пустот, все из которых относятся к полостям остаточной кристаллизации, т.е. они появляются еще на стадии существования эволюционирующего магматического расплава-раствора [2].

Этим миароловые пегматиты принципиально отличаются от близких к ним по возрасту редкометальных полостных жил, пустоты которых всегда относятся к вторичным полостям выщелачивания. На юге Памира подобные жилы до сих пор не обнаружены, а на территории соседнего Нуристана в Гиндукуше являются объектами промышленной отработки [3]. Мелкие размеры тел миароловых пегматитов и отмеченные выше особенности их распространения очень сильно осложняют целенаправленные поиски и делают многие новые находки по-сути случайными даже, несмотря на хорошую в целом обнаженность рассматриваемой территории. На ранних стадиях поисков, в 70-ые годы XX века, каждая вновь выявляемая миароловая жила не походила на другую по минеральному составу и создавалось впечатление об их исключительном разнообразии. Однако по мере роста числа находок и усиления степени минералогической изученности жил стало очевидно, что разнообразие их типов ограничено и может быть сведено к четырем, которые по наиболее ярким своим представителям названы соответственно даршайским, вездаринским, тусионским и кугильяйским. Сравнительная характеристика этих типов приведена в таблицах 1 и 2.

Анализ первой таблицы показывает, что по форме тел, их параметрам, количеству минеральных комплексов и характеру внутреннего строения все типы миароло-

вых жил практически не различаются. Варьирует только соотношение объемов развития отдельных комплексов в тех или иных жилах и реже меняются сами комплексы. В частности, краевые оторочки пегматитов двух первых типов всегда слагает зона гранит-пегматита, отсутствующая в тусионском и кугиляльском типе жил, где ее место занимает зона графика. Зато для последних характерно появление пегматоида, отсутствующего в даршайском и вездаринском типах. Стоит отметить несколько лучшую дифференциацию жил тусионского и кугиляльского типа, что выражается в заметном росте для них объемов грубо-зернистых минеральных агрегатов по сути дела определяющих строение этих тел (до 70 % объема).

Гораздо более четкие отличия для разных типов миароловых пегматитов выявляются при анализе их минерального состава (табл. 2). Его особенности становятся понятными, если принимается во внимание минеральный состав вмещающих жилы пород, определяющий их химизм. Для жил первого типа это преимущественно двуслюдяные гнейсы, второго – гранат-биотитовые гнейсы и амфиболиты, третьего – кальцитовые и доломитовые мраморы, четвертого – магнетитовые мраморы и магнезиальные скарны. В соответствии с чем жилы даршайского типа резко обогащены мусковитом, жилы вездаринского – отличаются максимальной «редкометальностью» (Li, Rb, Cs, Ta), тусионские – содержат относительно много минералов кальция, а кугиляльские – обнаруживают обогащенность магнием. Выявленная зависимость указывает на определенный гибридный пегматитовых расплавов, связанный с их агрессивностью, малым объемом генерации и оторванностью от очагов зарождения. Вместе с тем на основании анализа минерального состава разных типов жил достаточно очевидно, что обнаруженная контаминация носит сравнительно скромный масштаб, сказываясь главным образом на составе аксессуарных и второстепенных минералов и как исключение на породообразующих (табл. 2).

Редкие и новые минералы – эндемики разных типов миароловых пегматитов Юго-Западного Памира и их химические формулы приведены в таблице 3. Она наглядно свидетельствует о специфичности и сложности состава жил, особенно для тусионского и вездаринского типов. Это же еще раз подтверждает таблица 4, где перечислены драгоценные камни характерные для жил того или иного типа.

Общей геохимической особенностью всех миароловых пегматитов Юго-Западного Памира является обогащенность их бором. Это проявляется не только в сквозном развитии в жилах турмалина, который часто переходит здесь из разряда второстепенного минерала в породообразующие и в трех из четырех типов определяет практическую значимость пегматитов (табл. 4), но и в появлении многих других минералов бора, включая боросиликаты, бораты и даже свободную борную кислоту.

Еще одна общая геохимическая черта – обогащенность всех миароловых пегматитов Юго-Западного Памира вольфрамом, что сказывается, прежде всего, на появлении примеси указанного элемента практически во всех минералах Ta и Nb жил. Здесь обнаружены многие вольфрамсодержащие разновидности тантало-ниобатов (от 1 до 28 % WO_3): пироклор, колумбит, магноколумбит, манганколумбит, стибноколумбит, иксиолит и др. Особенно далеко заходит концентрирование вольфрама в жилах вездаринского типа, где появляются собственные минеральные фазы элемента – гюбнерит и впервые открытый вольфрамат Mn, Ta и Nb – корагоит

Таблица 1
Сравнительная характеристика различных типов мигролитовых пегматитов Юго-Западного Памира

Тип пегматитов	Форма пегматитовых тел	Размеры наиболее крупных тел (в м)		Минеральные комплексы слагающие пегматитовые тела и их примерное содержание (в %)	Внутреннее строение пегматитовых тел	Примеры проявлений
		Мощность	Длина			
Даршайский	Жилы, жилы с раздувами, линзы	2-3	до 100	Плагиоклаз-микроклиновый гранитной структуры (20), микроклиновый графический и апографический структуры (50), микроклиновый блоковый (30)	Участково-зональное	Зедларинское, Имастское, Нишупское
Вездаринский	Линзы, жилы, жилы с раздувами	6	90	Плагиоклаз-микроклиновый гранитной структуры (30), микроклиновый графический и апографический (30), микроклиновый блоковый (40)	Участково-зональное	Лесхозовское, Шахдаринское, Ростовское
Тусионский	Жилы с раздувами	3	35	Плагиоклаз-микроклиновый графический и апографический (30), пегматонидный (30), кварц-микроклиновый (30), блоковый микроклиновый (40)	Участково-зональное	Воландаринское, Горонское, Стажское
Кутляльский	Линзы, жилы	2	20	Плагиоклазовый графический и апографический структуры (30), пегматонидный кварц-плагиоклаз-микроклиновый (40), микроклиновый блоковый (30)	Участково-зональное	Чапдаринское, Горонское

Таблица 2
Сравнительная характеристика особенностей минерального состава различных типов миароловых пегматитов Юго-Западного Памира

Тип пегматитов	Типоморфный породообразующий минерал	Типоморфные второстепенные минералы	Характерные аксессуарные минералы	Характерные замещающие комплексы
Даршайский	Мусковит (до 15%)	Шерл, алмадин-спессартиновый гранат	Аквамарин, хризоберилл, апатит	Кварц-мусковитовый
Вездаринский	Ортоклаз Морион	Турмалин шерл-тсилазит эльбаитового ряда, спессаргин-альмандиновый гранат	Лепидолит, еремсевит, топаз, поллуцит, апатит, флюорит, берилл, микролит, колумбит, стибноколумбит, иксиолит, касситерит, гюбнерит, витаньеминит, корагонит, арсенопирит, галенит, антимонит	Альбитовый (сахаровидный и таблитчатый)
Тусионский	Амазонит (до 20%)	Биотит, данбурит	Спессаргин, гелландит, циркон, ортит, гамбергит, тетравикманит, тусионит, стокезит, манганколумбит, микролит, апатит	Альбитовый сахаровидный
Кугиляльский	Алломодравит (до 15%)	Флогопит, кордиерит	Андалузит, циркон, апатит, монацит, магноколумбит, эвксенит, рутил, ильменорутит	Кварц-флогопит-кордиеритовый

[4]. Стоит отметить, что частую примесь вольфрама обнаруживают в районе и многие тантало-ниобаты редкометалльных бесполостных пегматитов памирского комплекса неогена. Это позволяет говорить об их возможном родстве с миароловыми пегматитами, хотя бы на уровне общности сиалического субстрата вовлекавшегося в плавление. Показательны в этом плане отмеченная в последние годы резкая обогащенность вольфрамом древних высокоглиноземистых метаморфитов Юго-За-

Таблица 3
Редкие и новые минералы-эндемики разных типов миароловых пегматитов
Юго-Западного Памира

Типы миароловых пегматитов			
Даршайский	Вездаринский	Тусионский	Кугиляльский
Хризоберилл BeAl_2O_4	Витангеминит $\text{Na}(\text{Ca}, \text{Mn}^{2+})\text{Al}[\text{PO}_4](\text{F}, \text{OH})_3$ Гамбергит $\text{Be}_2\text{BO}_3(\text{OH})$ Еремеевит $\text{Al}_6\text{B}_3\text{O}_{15}(\text{F}, \text{OH})_3$ <i>Коргошит</i> $\text{Mn}_3(\text{Nb}, \text{Ta})_3(\text{Nb}, \text{Mn})_2\text{W}_2\text{O}_{20}$ Сассолин H_3BO_3 Стибиоколумбит SbNbO_4	Гамбергит $\text{Be}_2\text{BO}_3(\text{OH})$ Гелландит $(\text{CaY})_6(\text{Al}, \text{Fe}^{3+})_2\text{Si}_4\text{B}_3\text{O}_{20}(\text{OH})_4$ Данбурит $\text{CaB}_2(\text{SiO}_4)_2$ Стокезит $\text{CaSnSi}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ Тетравикманит $\text{Mn}^{2+}\text{Sn}^{4+}(\text{OH})_6$ <i>Тусионит</i> $\text{MnSn}^{4+}(\text{BO}_3)_2$	Ильменорутил $(\text{Ti}, \text{Nb}, \text{Fe}^{3+})_2\text{O}_6$ <i>Масноколумбит</i> $(\text{Mg}, \text{Fe}^{2+}, \text{Mn})(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$ Эвксенит - (Y) $(\text{Y}, \text{Ca}, \text{Ce}, \text{U}, \text{Th})_2(\text{Nb}, \text{Ta}, \text{Ti})_2\text{O}_6$

Примечание. Курсивом выделены впервые в мире обнаруженные минералы.

падного Памира и частое нахождение в реках дренирующих срединный массивов шлиховых ореолов шеелита [5].

Общие черты химического состава миароловых пегматитов Юго-Западного Памира сочетаются с индивидуальной спецификой каждого из четырех выделенных типов жил. Наиболее слабо она проявлена у даршайского типа, для которого характерна лишь повышенная концентрация бериллия, что в целом и определяет аквамаринную специализацию жил. Для жил вездаринского типа свойственна комплексная редкометальная профилизация (Li, Rb, Cs, Ta), проявляющаяся впрочем только в миаролах и окологустотном пространстве при кларковых и субкларковых содержаниях редких элементов на всю массу жил [6]. Пегматиты тусионского типа обнаруживают Be, Nb, TR специализацию с преобладанием среди последних иттриевых редких земель. Для кугиляльского типа пегматитов характерными элементами будут Ti, Nb, TR и U.

В единых локальных проявлениях различные типы миароловых жил совмещаются очень редко. Отдельные случаи такого рода известны только для пегматитов кугиляльского и вездаринского типов. Эти находки, даже при отсутствии ясных взаимоотношений между теми и другими жилами заставляют поднимать вопрос о возможном существовании на Памире разновременных генераций миароловых пегматитов. Однако сегодня составить определенный пространственно-временной ряд миароловых пегматитов Памира можно только с известными оговорками. В этом ряду, как представляется автору, самыми ранними и относительно глубинными будут жилы кугиляльского типа, более поздними – тусионского, а самыми молодыми – даршайские и, особенно, вездаринские.

Литература

1. Индосинийский магматизм и геодинамика Южного Памира/ Владимиров А.Г., Малых М.М., Дронов В.И. и др. Новосибирск, 1992. – 228 с.
2. Бакуменко И.Т., Коноваленко С.И. Особенности формирования миароловых пегматитов и их положение среди гранитных пегматитов// Термобарогеохимические

Таблица 4
Ювелирные камни различных типов миароловых пегматитов
Юго-Западного Памира

Типы миароловых пегматитов			
Даршайский	Вездаринский	Тусионский	Кугуляльский
Аквамарин	Цветной и	Цветной и	Алломодривит
Хризоберилл	полихромный	полихромный	Горный хрусталь
Альмандин- спессаритновый	турмалин тсилаизит- эльбаитового ряда	турмалин тсилаизит- эльбаитового ряда	и дымчатый кварц
гранат	Топаз	Данбурит	
Дымчатый кварц	Гошенит	Гамбергит	
	Поллуцит	Дымчатый кварц	
	Еремеевит	Амазонит	
	Морион и дымчатый кварц		

исследования процессов минералообразования. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1988. С. 123-135.

3. Россовский Л.Н. Редкометальные пегматиты с драгоценными камнями и условия их образования// Зап. Всесоюз. минерал. о-ва, 1980, Ч. 109, С. 301-311.

4. Волошин А.В., Пахомовский Я.А., Бахчисарайцев А.Ю. и др. Коргоит – новый минерал миароловых пегматитов Юго-Западного Памира// Докл. РАН, 1997. Т.353, №4, С. 516-518.

5. Буданова К.Т. Метаморфические формации Таджикистана. Душанбе: Дониш, 1991. – 336 с.

6. Коноваленко С.И., Россовский Л.Н., Ананьев С.А., Петухов Е.П. Первая находка гамбергита в пегматитах СССР// Докл. АН СССР, 1981. Т. 269, №4, С. 992-996.

7. Коноваленко С.И. Данбурит миароловых пегматитов Юго-Западного Памира// VII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Материалы докладов. Т. 2. – М.: КДУ, 2005. С. 142-144.

8. Коноваленко С.И. Гибридизированные гранитные пегматиты месторождения Кухи-Лал// VII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Материалы докладов. Т. 2. – М.: КДУ, 2005. С. 144-147.

9. Коноваленко С.И. Поллуцит миароловых пегматитов Юго-Западного Памира// Спектроскопия, рентгенография и кристаллохимия минералов. Материалы международной научной конференции. Казань, Республика Татарстан. Россия 27-29 сентября 2005 г. Казань, 2005. С. 111-112.

ГЕОЛОГИЯ И ПРОБЛЕМЫ МИНЕРАГЕНИИ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО САЛАИРА И ГОРЛОВСКОГО ПРОГИБА

Т.В. АБРАМОВА, Д.А. ВОЛЬНЫХ, О.Л. ГЕРАСИМЧУК,
А.Д. КОТЕЛЬНИКОВ

Томский государственный университет, г. Томск

Полигонный объект Томского государственного университета расположен в пределах области южного складчатого обрамления Западно-Сибирской плиты и включает элементы крупных тектонических структур, таких как Колывань-Томская складчатая зона, Горловский прогиб и Северо-Западный Салаир.

В геологическом строении района принимают участие осадочные и осадочно-вулканогенные отложения палеозоя, коры выветривания мел – палеогенового возраста, палеоген – четвертичные осадки и разнообразные интрузивные комплексы основного, среднего и кислого составов.

Минерагения района достаточно сложна и на наш взгляд недостаточно изучена. Здесь выделены Западно-Салаирская золото-полиметаллическая и Колывань-Томская золото-марганцево-полиметаллическая минерагенические зоны, в пределах которых сосредоточена большая часть известных и прогнозируемых месторождений и рудопроявлений.

Сопоставление выделяемых на мелко- и среднемасштабных схемах металлогенических зон и провинций, куда, естественно, попадают и наиболее перспективные (в отношении рудоносности) зоны тектонического сопряжения разновозрастных и гетерогенных структур, обнаруживает, как правило, крайне неравномерное распределение в них действительно рудоносных площадей и значительную перемежаемость последних с безрудными или участками «чуждой» им минерализации. Обозначенные на картах и схемах «генерализованные» контуры металлогенических зон редко соответствуют строго картируемым геологическим границам, чаще охватывая площади значительно большие, чем с известной и отвечающей определению поясов рудоносностью. Оруденение не «профилирующего» типа остаётся, как правило, вне анализа перспектив [1, 2].

Территория, на которой ведутся работы по «ГДП – 200» изучается уже почти два века. Здесь находятся более 10 так называемых «приисков», из которых в XIX в. были добыты десятки тонн богатых руд меди, серебра, золота. Золото - профилирующий в регионе металл. Здесь известны его эндогенные, элювиальные и россыпные месторождения, большое число проявлений, пунктов минерализации, геохимических и шлиховых ореолов и потоков рассеяния. Этим проблемам посвящены многочисленные работы, в которых абсолютно не рассматриваются вопросы, связанные с не «профилирующим» оруденением не имеющие прикладного значения и представляющие лишь научный интерес.

Одним из таких объектов как раз и является Романовское проявление горного хрусталя обнаруженное С.В. Максиковым в летний полевой сезон 2005 года при проведении практики со студентами Томского государственного университета. По-

иски были продолжены старшим научным сотрудником НИЛ геокарт ТГУ А.И. Рудаковым. Проявление горного хрусталя приурочено к зоне сопряжения структур Северо-Западного Салаира и Горловского прогиба и локализуется в образованиях печеркинской свиты раннего кембрия, представленных покровными фациями печеркинского базальт-андезит-плагириолитового комплекса и ассоциирующими с ними осадочными породами. Вулканические породы характеризуются последовательной дифференциацией от лейкобазальтов до плагириолитов с преобладанием пород риолитоидной группы. Вулканиты интенсивно дислоцированы, кливажированы и метаморфизованы до стадии кварц-хлорит-серицитовых сланцев.

Проявление относится к гидротермальному типу и образовалось в результате циркуляции низкотемпературных растворов по тектоническим трещинами, зонам дробления и рассланцевания горных пород. Гидротермальные проявления горного хрусталя очень специфичны и резко отличаются от золотоносных, полиметаллических и других рудопроявлений тесным взаимодействием гидротермальных растворов с вмещающими породами. Этим объясняется их приуроченность на Романовском участке к телам вторичных кварцитов, развитых по кварцевым порфирам и кварц-хлорит-серицитовым сланцам. Картировочным бурением указанные тела вторичных кварцитов были прослежены в бассейне р. Тальменка в её левом борту.

Следует отметить, что почти все известные промышленные месторождения хрусталя и пьезооптического кварца практически безрудны и пространственно разобщены с рудоносными жилами. Существует мнение, что хрусталеносность и рудоносность кварцевых жил являются взаимоисключающим друг друга проявлениями минерализации. Среди гидротермальных месторождений и проявлений пьезооптического кварца особое место занимают хрусталеносные кварцевые жилы и минерализованные трещины. Романовское проявление относится к последним. Хрусталеносные минерализованные трещины представляют собой своеобразный генетический тип, в котором хрусталеносные полости обособлены от кварцевых жил. Минерализованные трещины часто содержат хорошо образованные кристаллы и друзы горного хрусталя, при этом они часто сопровождаются парагенетическими минералами, такими как серицит, альбит, адуляр и каолинит, если вмещающие образования богаты кремнезёмом. Характерной чертой строения минерализованных трещин является нарастание, как отдельных кристаллов кварца, так и друз горного хрусталя непосредственно на вмещающие породы открытой полости. Ещё до зарождения кристаллов кварца стенки минерализованных трещин инкрустируются более высокотемпературными парагенетическими минералами, которые впоследствии, в процессе роста захватываются кристаллами горного хрусталя. Это приводит к тому, что такой кварц становится непригодным для пьезооптических целей, однако может украсить любой минералогический музей.

На проявлении были обнаружены занорыши с друзами кварца. Кварц обычно молочно-белый, реже полупрозрачный и прозрачный. Большая часть кристаллов несёт следы механических деформаций (трещиноватость, катаклиз), вызванных процессами динамометаморфизма (рис. 1).



Рис. 1. Полупрозрачные кристаллы кварца, образующие сростки и покрытые плёнками гидроокислов железа.

Зона перекрыта с поверхности рыхлыми суглинисто-супесчаными отложениями, имеет северо-восточное ($40-50^{\circ}$) простирание, элювиально-делювиальные развалы кварца прослежены по простиранию на 45 м. Хрусталеносные полости щелевидного типа, сложены материалом аргиллизит-гетитового состава, цементирующего кристаллы горного хрусталя. Отдельные полости имеют параметры до полутора метров в длину при мощности до 0,3 м, по простиранию образуют линзующиеся полосы с азимутом падения 130° , угол падения $15-20^{\circ}$ (рис. 2).

Горный хрусталь призматический, копьевидного и обелисковидного габитуса, встречается как в виде отдельных кристаллов, так и в друзах. Размеры кристаллов варьируют в широких пределах от первых миллиметров до 20 см по длинной оси и 10 см в поперечнике. Кристаллы бесцветные, полупрозрачные и прозрачные, обычно в основаниях неравномерно замутнены газовой-жидкими включениями, хотя встречаются и полностью прозрачные индивиды, доля которых составляет 3-5%.

Кавернозный кварц романовского типа вскрыт скважиной 3, пробуренной в 1 км от Романовского проявления на его структурном продолжении, в глинистой коре выветривания в интервалах глубин 38-39 м и 53-55,5 м.

Жильный кварц, аналогичный кварцу Романовского проявления и содержащий открытые трещины и полости с горным хрусталем, выявлен также в 20 км к северо-востоку от Романовского проявления в районе д. Огнева Заимка, где он в виде глыбово-щебнистых элювиально-делювиальных развалов на протяжении нескольких километров развит в долине р. Саевой. Ранее там проводились работы под руководством П.И. Борзенко по поискам пьезооптического сырья, которые не дали положительного результата.

В настоящий момент сложно говорить о качестве обнаруженного проявления кварца, но вероятнее всего он не пригоден для пьезооптического использования и представляет интерес лишь как коллекционное сырье.



Рис. 2. Прозрачный призматический кристалл горного хрусталя внутри пустотки, выполненной молочно-белым кварцем.

Литература

1. Минералогия области сочленения Салаира и Колывань-Томской складчатой зоны/ Росляков Н.А., Щербаков Ю.Г., Алабин Л.В. и др. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. – 243 с.
2. Геология и полезные ископаемые Западной Сибири. Т. II. Полезные ископаемые/ ОАО «Новосибирскгеология»; Науч. ред. д-р геол.-мин. наук Н.А. Росляков, канд. геол.-мин. наук В.Г. Свиридов. Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГТМ, 1998. – 254 с.

МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АГАТОВЫХ МИНДАЛИН БАЗАЛЬТОВ КАРАКАНСКОГО ХРЕБТА (ЮГ КУЗБАССА)

А.В НАСТАВКО¹, К.Л. НОВОСЕЛОВ¹, И.А. СТАРИЦИНА²

¹Томский политехнический университет, г. Томск

²Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург

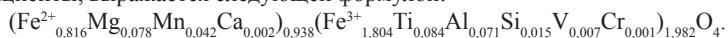
В геологическом строении Караканского хребта базальты образуют два покровных тела, согласно залегающих среди терригенных отложений (T_1), и обладают характерной для пород миндалекаменной текстурой. Миндалины, весьма разнообразных форм и размеров выполнены минералами группы кремнезема, главным из

которых является халцедон. Текстуриный рисунок миндалин весьма разнообразен – концентрически-зональный, меняющийся с параллельно-полосчатым, полосчатый с выклинивающимися или линзовидными слоями, пейзажный, обусловленный причудливыми цепочками газовых пузырьков. Текстуриные особенности агатониксовых миндалин, чередующиеся оттенки окрасок от молочно-белых до голубоватых, синих, фиолетовых, розовых и других, безусловно, представляют и научный интерес, и практический – как декоративные камни. В миндалинах нередко сохраняются полости, выполненные друзами мелких кристаллов горного хрусталя, аметиста, мориноподобного кварца [1].

Изучение минерального состава миндалин проводилось в искусственных протоочках, полученных ручным дроблением в стальной ступе с последующей обработкой раздробленного материала по общепринятой схеме. Кроме того, изучены отдельные аксессуарные минералы из протоочек базальтов. Химический анализ агатовых зон и ониксовых полос, а также примесных минералов в них выполнен на рентгеновском микроанализаторе САМЕВАХ-МІСRO (г. Новосибирск, ОИГТИМ, СО РАН, аналитик с.н.с. Л.Н. Поспелова). Спектральным количественным анализом в составе полос и зон агата установлен широкий набор примесных элементов: Cu, Ga, Ag, Ge, Ni, Co, Fe, Mn, Ti, Be, приближенно-количественным – определены такие литофилы, как Na, Ca, Mg, Al, которые образуют достаточно высокие концентрации.

В составе агатониксовых образований установлены следующие минералы: серебро, медь, феррит, пирит, молибденит, галенит, магнетит, ильменит, фаялит, оливин, алмадин, титановый авгит, диопсид, геденбергит, натролит, кальцит. Из них только пирит присутствует в заметных количествах. Другие минералы установлены лишь в единичных зернах размером не более 0,01 – 0,1 мм. Как показали исследования агатониксов на микроскопе OLYMPUS BX51, выделения пироксенов и оливина, приурочены к внешней облекающей концентрической зоне халцедона, и их появление в миндалинах обязано процессу диффузионного подтока растворов из базальтовой лавы. Микроскопические игольчатые агрегаты натролита, зерна кальцита выполняют трещины или приурочены к границам халцедоновых полос.

Самородные металлы – серебро, медь встречены в зернах округлой или близкой к ней формы размером 0,01 мм. Несколько в больших количествах отмечается феррит, присутствующий в форме сильномагнитных глобулей размером 0,05 – 0,1 мм. В разрезе глобули содержат каплевидные ядра феррита (среднее содержание Fe 95%), заключенные в магнетитовую оболочку. В составе феррита присутствуют примеси Cr, Mn, Au, Ag, Ni, среди которых доминируют по содержанию Cr и Mn. Химический состав магнетитовых оболочек, пересчитанный на кристаллохимические коэффициенты, выражается следующей формулой:



Пирит в миндалинах присутствует в двух генерациях. Пирит 1, ранний, образует микроскопические вкрапленники кристаллов, размером 0,01 мм в халцедоновых полосах миндалин. Пирит 2, поздний, наблюдается макроскопически в виде неравномерной вкрапленности в агатониксовых миндалинах и базальтах. Химический

состав их заметно различается (рис. 1). Характерная особенность химизма раннего пирита – концентрация в нем Au, Ag, незначительная примесь Ni, отсутствие Co, Cu.

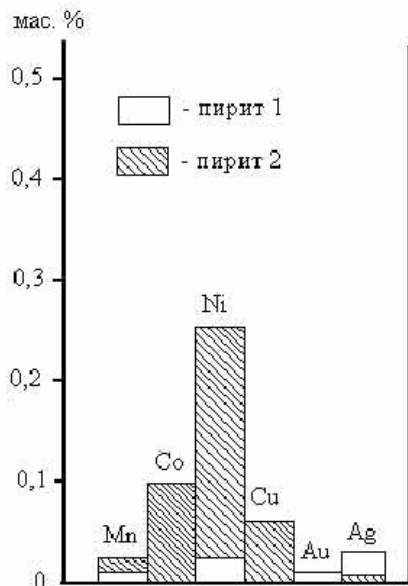
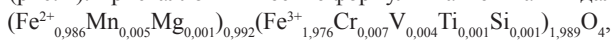
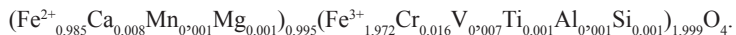


Рис.1. Содержание примесных элементов в пирите

Октаэдрические кристаллы магнетита присутствуют во всех изученных миндалинах. Магнетит является обычным аксессуаром во вмещающих базальтах. Химический состав магнетита миндалин и базальтов довольно близок, что указывает на единый источник их формирования. Характерная особенность химизма – стабильно повышенные содержания SiO_2 , V_2O_5 , P_2O_5 . Состав магнетита миндалин соответствует почти чистому $\text{FeO} \times \text{Fe}_2\text{O}_3$ с незначительной примесью яkobситового минала. В магнетите базальтов несколько повышается роль герцинитового и хромитового миналов (рис. 2). Кристаллохимические формулы магнетита миндалин:



магнетита базальтов:



Ильменит в миндалинах в сравнении с магнетитом менее распространен. По химическому составу отличается от аксессуарного ильменита базальтов большей марганцевистостью.

Усредненная кристаллохимическая формула ильменита миндалин соответствует манганильмениту: $(\text{Fe}^{2+}_{0,198} \text{Fe}^{3+}_{0,396} \text{Mn}_{0,357} \text{Mg}_{0,001})_{0,952} (\text{Ti}_{0,919} \text{V}_{0,005})_{0,924} \text{O}_3$. Формула ильменита базальтов: $(\text{Fe}^{2+}_{0,295} \text{Fe}^{3+}_{0,627} \text{Mn}_{0,031} \text{Mg}_{0,001})_{0,954} (\text{Ti}_{0,984} \text{V}_{0,008})_{0,992} \text{O}_3$.

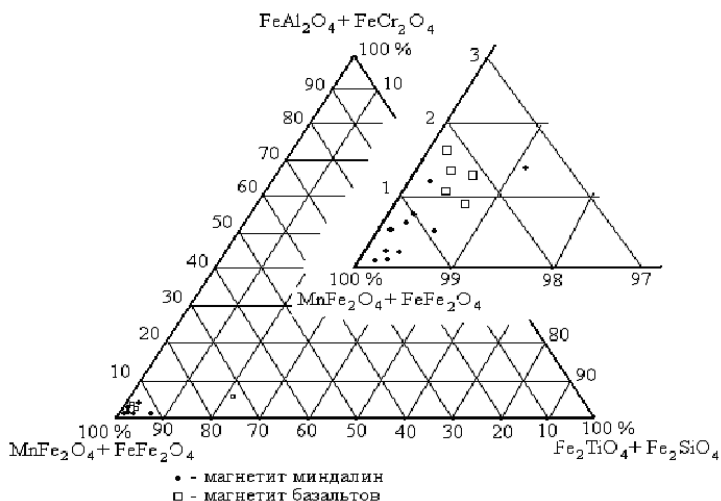


Рис. 2. Диаграмма минерального состава магнетита миндалин и базальтов

Выводы.

1. Образование агатовых миндалин обязано длительно эволюционирующему гидротермальному процессу. Источником гидротерм служил глубинный базальтоидный расплав.

2. Гидротермальные растворы на начальной высокотемпературной стадии процесса представляли собой типичные гидрозолы с дисперсными фазами SiO_2 , сульфидов, металлов (Au, Ag, Cu, Fe) и др. При поступлении растворов в миндалекаменные пустоты вследствие резкого падения температуры и давления происходила коагуляция с обособлением геля кремнезема и рудных минералов. В результате раскристаллизации рудного геля в халцедоновых слоях выделялись пирит 1, округлые зерна самородных металлов.

3. В процессе длительной эволюции коллоидные гидротермальные растворы трансформировались в истинные, обогащенные летучими, щелочными и рудными компонентами. Циркуляция растворов обусловила появление в миндаликах пирита 2, галенита, молибденита, магнетита, ильменита, натролита.

4. Благоприятные физико-химические условия среды минералообразования и присутствие минералов сульфидной стадии позволяют предполагать наличие на глубине гидротермальных жил с золотосульфидной минерализацией.

Литература

1. Наставко А.В. Агаты миндалекаменных базальтов хребта Каракан и их происхождение (Кузбасс)// Проблемы геологии и освоения недр. Томск, 2004. С. 127–130.
2. Годовиков А.А., Рипинен О.И., Моторин С.Г. Агаты. М.: Недра, 1987. 368 с.

3. Пунин Ю.О., Евдокимов М.Д., Баранова Н.Е., Нестеров А.Р. Микроструктуры агатов как отражение механизма их формирования// Кварц. Кремнезем. Материалы Международного семинара. Сыктывкар, 2004. С. 305–306.

НЕОДНОЗНАЧНОСТЬ ОЦЕНКИ ЗАКРЕПЛЁННЫХ ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ

А.А. НАУМКИН

ООО «Информационно-аналитическое бюро», г. Новосибирск

В России в соответствии с Федеральным законом № 41-ФЗ «О драгоценных металлах и драгоценных камнях» драгоценными считаются природные алмазы, изумруды, рубины, сапфиры и александриты, а так же природный жемчуг в сыром (естественном) и обработанном виде и уникальные янтарные природные образования.

Вопросами, связанными с драгоценными камнями, занимается геммология. Основными задачами, решаемыми современной практической геммологией, являются диагностика камней, определение их происхождения (природное или синтетическое) и выявление следов облагораживания.

Крупным событием в истории геммологии и одновременно толчком для развития методов диагностики стало появление в начале прошедшего века на мировом рынке синтетических аналогов природных драгоценных камней и лабораторных имитаций самоцветов, с разрывом в стоимости между природными образованиями и синтетическими аналогами порой на несколько порядков.

По мере развития современных методов синтеза появляются искусственные материалы, по своим свойствам близкие к природным камням, поэтому, во избежание дорогостоящих ошибок, при покупке очень важно знать происхождение камня. За рубежом природные камни (например, рубины, сапфиры, изумруды) при продаже часто сопровождаются геммологическим экспертным заключением. В конечном же счёте происхождение и характеристики камня в ювелирном изделии интересуют владельца или покупателя в той степени, в которой от них зависит цена изделия. Особенно важно это в случае покупки изделий с крупными камнями с целью вложения денег, для инвестиций. При этом оценка квалифицированного специалиста просто необходима.

В России сертификация камней ограничивается пока незакреплёнными в изделиях бриллиантами. Аналогом сертификата для ювелирных изделий служит бирка, прикрепляемая к изделию торгующей организацией или изготовителем. На крупных предприятиях, как правило, данные о вставке вносит специалист. Множество же мелких предприятий, возникших в современных экономических условиях, не могут позволить себе содержание в штате геммолога. В этом случае проводится экспертиза уже готового изделия силами торгующей организации, что может повлечь возникновение некоторых нюансов.

Оценка (в том числе ювелирных изделий и драгоценных камней) в России относится к лицензируемым видам деятельности и требует специального экономи-

ческого образования. Оценщик не всегда обладает знанием тонкостей геммологической экспертизы, и наоборот, специалист-геммолог часто не владеет методикой определения рыночной или иной стоимости изделия.

Чем крупнее бриллиант, тем реже он встречается, и собственно цена его возрастает в геометрической прогрессии. Вызвано это ступенчатым возрастанием стоимости карата на границах весовых групп. При выполнении процедуры оценки указанная особенность может оказать существенное влияние на определение стоимости изделия с драгоценными камнями. Понятно, что конечная цена ювелирного изделия состоит из суммарной стоимости материалов, затрат на производство (в том числе заработная плата и налоги) и затрат на реализацию. Исходными при этом являются стоимость материалов, в случае ювелирных изделий - драгоценных металлов и драгоценных камней. Остальные составляющие стоимости в первом приближении, не испытывают значительных вариаций. Соотношение стоимости драгоценного металла и бриллианта в изделии может быть различным, но в случае, когда вес бриллианта достигает карата и выше, стоимость металла составляет, как правило, единицы процентов от стоимости вставки.

Определению оценочных характеристик драгоценных камней посвящено много специальной литературы, в том числе достаточно подробно рассмотрен вариант со вставками, закреплёнными в ювелирных изделиях. Но определить, насколько та или иная характеристика изделия влияет на конечную стоимость, удаётся не всегда. На примере изделия с бриллиантом попытаемся понять, каким образом влияют на точность расчётов отдельные характеристики.

Общезвестно, что ценообразующими параметрами для бриллиантов являются цветность, дефектность, вес и качество обработки вставки. В англоязычной литературе эти параметры известны как правило «4 С» - color, clarity, carat, cut. Сортировка бриллиантов на производстве осуществляется для незакреплённых камней при строго определённых условиях, на дорогостоящем геммологическом оборудовании. Оценка качества для закреплённых бриллиантов не может быть объективной и точной, особенно это касается цвета бриллиантов. Расхождение при определении цвета или чистоты на единицу приводит к различию стоимости вставки на 10-15 %. Таким образом, ограниченность обзора и цветовые рефлексии от металла могут привести к неверному определению этих характеристик, и, как следствие, суммарное отклонение рассчитанной на их основе стоимости (только с учётом этих параметров) может достигать 20-30 % от реальной.

Отклонения в пропорциях огранки, неточности измерений, вариации плотности ювелирных камней приводят к тому, что рассчитанный вес может отличаться от фактического. Согласно литературным источникам это различие составляет 10-15 %.

Неточность в определении веса приводит к расхождению в определении стоимости изделия еще на 10-15 %, а в некоторых случаях это расхождение еще больше. Рассмотрим это на примере изделия с бриллиантом, вес которого, рассчитанный по стандартной формуле, составляет 0,99 карат. Стоимость бриллианта с характеристиками 3/3 в этом случае будет 3891 доллар. (Прейскуранта МинФина № 54-01-01-2002 «Расчётные цены на бриллианты»). Учитывая возможную ошибку при определении расчетной массы вставки, можно допустить, что реальный вес камня равен 1,01 карат. В последнем случае стоимость камня, составляет уже 5434 долла-

ров. Расхождение в расчетной стоимости составляет 28 %, при разнице в рассчитанном весе менее 2 %!

Итоговое отклонение рассчитанной стоимости вставки, таким образом, может достигать 50-60% от реальной стоимости. Аналогичные неожиданности в большей или меньшей степени характерны для пограничных значений всех весовых групп, как бриллиантов, так и других драгоценных камней.

На основе оценочных характеристик, присвоенных экспертом-геммологом драгоценному камню в изделии, оценщик определяет стоимость самого изделия. При этом возможно возникновение такой ситуации, когда мнение независимых оценщиков об одном и том же предмете будет заметно отличаться.

В подобных случаях предпочтение отдается оценке с участием эксперта более высокой квалификации, применяющего максимум возможного оборудования. Кроме того, наличие у эксперта-геммолога знаний в вопросах оценки можно только приветствовать. Естественным требованием к отчету будет наличие ограничивающих условий применения данной оценки.

При принятии ответственных решений можно рекомендовать проводить оценку только незакрепленных камней. Однако, как показывает десятилетняя практика автора, владелец изделия не идет на нарушение целостности изделия.

ТЕРМОБАРОГЕОХИМИЯ КАК ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ В ГЕММОЛОГИИ И ГЕНЕТИЧЕСКОЙ МИНЕРАЛОГИИ

**В.А. ПАХОМОВА¹, Б.Л. ЗАЛИЩАК¹, В.Б. ТИШКИНА¹,
М.И. ЛАПИНА², Н.С. КАРМАНОВ³**

¹Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток;

*²Институт геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии РАН, г. Москва;*

³Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ

Генетические исследования в минералогии характеризуются широким разнообразием решаемых задач и методических подходов, отражающих сложную структуру генетической минералогии. Однако пока еще не наблюдается всеобщего движения к единой методической системе, обсуждение которой как одной из наиболее важных задач генетической минералогии активно ведется, по меньшей мере, последние три десятилетия.

Существующая стихийная система подходов и приемов включает парагенетический, формационный, кристаллогенетический и другие анализы, экспериментальное и теоретическое моделирование, генетикоинформационный анализ, объединяющий термобарогеохимические методы и геохронологию и многие другие. В любом из этих подходов ведущим является модельный, предполагающий количественные минералогические реконструкции на основе комплекса геологических, минералогических и геохимических признаков, которые, при безусловной важности

для решения проблемы, являются качественными и вероятностными. Именно поэтому в настоящее время для генетических исследований, кроме перечисленных признаков, привлекаются более точные сведения об условиях кристаллизации минерала, которые могут быть получены методами термобарогеохимии. При всех известных недостатках и ограничениях, этот метод во всем мире стал привычным, наиболее достоверным и самым точным научно-исследовательским инструментом, особенно в связи с развитием методов анализа индивидуальных включений, таких как лазерно-спектральный анализ жидкой фазы включений (ЛСА), протон-индуцированная рентгеновская эмиссия (PIXE), масс-спектроскопия с лазерной абляцией (LA-ICPMS) и др.

Геммология в России – молодая наука. Генетические классификации месторождений камнесамоцветов, изложенные в трудах А.Е. Ферсмана, Е.Я. Киевленко, несмотря на невыдержанность многих классификационных признаков и спорность представлений о генезисе некоторых видов минерального сырья, в свое время были очень полезными. Но к настоящему времени эти классификации либо неполны и не учитывают все многообразие известных в мировой геммологии минералов, либо не соответствуют существующему уровню геологических знаний.

Так называемые геммологические объекты – месторождения и проявления самоцветов, представляющие собой, как правило, кристаллические вещества, являются идеальными образцами для проведения минералогенетических исследований. Приморье, где, по предварительным оценкам насчитывается не менее 70 месторождений и проявлений камнесамоцветов, систематическое изучение которых никогда не проводилось, представляет собой исключительный полигон для сбора и анализа генетической информации, включающей наиболее значимые элементы исследования для развития теории минералообразования.

Возможности использования результатов исследования включений для познания геологических процессов наилучшим образом можно продемонстрировать на конкретных примерах изучения геологических объектов.

Одно из самых перспективных в России россыпное месторождение благородных корунда (сапфира) и циркона (гиацинта) Незаметнинское известно также 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-порфиоров, аплитов, граносиенитов, сиенитов и гранодиоритов. Известны также редкие маломощные дайки позднерусских 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.

Корунды россыпи представлены в разной степени окатанными кристаллами и их обломками размером до 20 мм, которые имеют боченковидный и таблитчатый облик. В сечениях, параллельных пинакоиду, наблюдается ростовая зональность. Характер-

на «шелковистость», вызванная включениями игл рутила, реже астеризм в виде шестилучевых звезд. Геммологические характеристики, по системе оценки GIA, следующие: зеленые (G), голубовато-зеленые (bG), фиолетовато-голубые (vB), с тонами от средне-светлого (ml) до средне-темного (mdk). Насыщенность варьирует от светло-сероватой (slgr) до сильной (st). Чистота: большинство камней лишено включений, видимых невооруженным глазом (чистота VS – SI1). По системе AIGS: разновидности основного цвета В (молочно- и шелковисто-голубой), С (васильково-голубой), D (чернильно-синий), F (фантазийный), G (зеленый), тон от очень светлого (Very light) до темного (Dark), насыщенность от слабой (Weak) до сильной (Strong), чистота включает интервал 1 – 4 (от Clean до VI2). В ультрафиолетовых лучах все камни инертны. Стандартные геммологические характеристика образцов незаметнинских камней соответствуют сапфирам месторождений южного Вьетнама, Мьянмы и Таиланда. Все образцы обладают отчетливым до сильного дихроизмом.

В корундах из россыпи установлены три группы включений: минералы - узники, расплавные, флюидные. Результаты генетических построений авторов основаны на информации, полученной по сингенетичным корунду минеральным и первичным расплавным включениям.

Согласно результатам локального рентгеноспектрального анализа, сингенетичные минеральные включения представлены рутилом, цирконом, альбитом, Zn - содержащим герцинитом, колумбитом, монацитом и флюоритом [1, 2]. Первичные включения в корундах представлены двумя типами: включениями силикатного расплава и существенно углекислотными. Анализы стекол прогретых первичных расплавных включений, выполненные на электронном сканирующем микроскопе JSM-5300 с EDS-системой LINK ISIS (ИГЕМ РАН) и микроскопе LEO 1430VP с энергодисперсионным спектрометром INCA Energy (ГИН СО РАН), показали, что они состоят преимущественно из SiO_2 (59 – 62 мас.%), Al_2O_3 (14 – 20 мас.%), щелочей - с тенденцией преобладания Na_2O (4 -10 мас.%) над K_2O (2 – 6 мас.%), Fe_2O_3 (0.4 – 1,2 мас.%), в некоторых стеклах присутствуют также CaO (0.3 – 3.7 мас.%), P_2O_5 (0,92 – 1,28 мас.%), Cl (0,18–0,66 мас.%) и V_2O_5 (0.2 – 1.5 мас.%). Вычисленный для стекол этих включений коэффициент агпаитности варьирует в пределах 0,81 – 1,74, в большинстве случаев он близок 0,9. Химический состав стекол и величина коэффициента агпаитности свидетельствуют о том, что кристаллизация корунда происходила из граносиенитовых расплавов.

Первичные, существенно углекислотные включения образуют самостоятельные азональные группы, слепые шлейфы или являются сопутствующими расплавным включениям. Анализ первичного углекислотного включения на приборе Dilor OMARS 89 с охлаждаемым CCD детектором и возбуждением образца монохроматическим светом (514 нм) аргонового газового лазера (ОИГТМ СО РАН) показал отсутствие метана и сероводорода и содержание азота на уровне чувствительности прибора. Плотность содержимого включений по температуре гомогенизации жидкой и газообразной углекислоты (31.2°C в жидкую фазу) составляет 0.46 г/см³. По сингенетичным углекислотным и расплавным включениям определены интервалы температур начала кристаллизации корунда: 780 - 820°C и давлений 1.7 – 3 кбар.

Наиболее вероятный механизм образования корунда Незаметнинского месторождения предполагает не только магматический, но и метасоматический процес-

сы, что не противоречит моделям, построенным для других объектов, где корунд выявлен в материнских породах.

В связи с тем, что полученные данные указывают на образование корунда в связи с граносиенитами, первостепенное значение приобретает вопрос о существовании и местоположении в районе коренных источников корундов. Среди гранит-порфиров Незаметнинского штока установлены высокоглиноземистые разности: альмандин-мусковитовая и альмандин-биотит-мусковитовая. Акцессорный гранат присутствует в этих породах в виде хорошо ограненных кристаллов, иногда ситовидного облика. По составу он отвечает альмандин-спессартину. Корунд представлен зернами неправильной, иногда скипетровидной формы размером 0,3×0,16 мм и микроагрегатами размерами 0,5-1,0 мм. В шлифах он приурочен к участкам, сложенным полевым шпатом, мусковитом и серицитом, а также неравномерно рассеян среди полевошпатовой основной массы. В гранит-порфирах Незаметнинского штока повсеместно развита грейзенизация, проявленная в виде новообразований мусковита, кварца, пирита, шеелита, колумбита и корунда.

Подавляющая масса незаметнинских гранитоидов представлена нормальными лейкогранитами калиево-натриевыми крайне и весьма высокоглиноземистыми, среди которых встречены граносиениты калиево-натриевые крайне высокоглиноземистые, содержащие акцессорные циркон и корунд (скипетровидные кристаллы размером до 0,4 мм по удлинению). Присутствие высокоглиноземистых разностей среди гранитоидов Незаметнинского штока, обнаружение в них и связанных с ними метасоматитах акцессорного корунда позволяет рассматривать эти породы в качестве основного коренного источника корунда.

Принимавшаяся нами в качестве рабочей в начальный период исследований гипотеза, постулирующая происхождение корундов из щелочных базальтов оказалась в явном противоречии со следующими геологическими и петрогенетическими фактами: 1) совпадение ареала распространения россыпи с полями проявления гранитоидов на площади месторождения; 2) совместная концентрация золота и самоцветов в приплотиковой части аллювиальных отложений и отсутствия корундов в незолотоносных россыпях района; 3) отсутствие оливина, пироксенов и других минералов, характерных для базальтов, среди минеральных включений в корундах, при том, что сингенетичные минеральные включения в корундах представлены рутилом, цирконом, альбитом, цинксодержащим герцинитом, колумбитом, монацитом и флюоритом – т.е. минералами, соответствующими акцессориям в метасоматитах и апогранитных грейзенах; 4) обнаружение корунда в шлифах и протолочках высокоглиноземистых грейзенизированных гранит-порфиров и граносиенитов; 5) и, наконец, результаты анализа стекол первичных расплавных включений в корунде, которые указывают на кристаллизацию его из граносиенитовых расплавов, обогащенных летучими компонентами.

Получены надежные доказательства того, что щелочные базальтоиды, до сих пор считавшиеся коренным источником незаметнинских корундов [3], таковыми не являются. Установленный факт приобретает важное значение при изучении подобных корундсодержащих объектов при решении вопросов генезиса корунда на этих месторождениях.

Дискуссия относительно происхождения незаметнинских корундов далека от завершения. Однако J. Guo, который изучил более 80 минеральных включений в корундах из Австралии, Китая, Кении и США, отобранных как из аллювия, так и из «базальтового матрикса», пришел к выводу, что в образовании кристаллов корунда принимали участие, по крайней мере, два источника – весьма дифференцированные гранитоидный и карбонатный расплавы [4]. Невозможно объяснить простым фракционированием базальтового расплава при любых геологически возможных условиях появление среди дискретных нодулей таких аксессуаров, как корунд и циркон, а среди сингенетичных включений в корундах – таких минералов, как рутил, циркон, альбит, цинксодержащий герцинит, колумбит, монацит, флюорит др.

Таким образом, J. Guo, Ю.С. Генштафт, а также G.M. Oakes, F.L. Sutherland рассматривают щелочные базальты в качестве «конвейера», доставлявшего корунды и некоторые другие мегакристаллы к дневной поверхности из гипотетических уровней в земной коре.

Принципиальная возможность кристаллизации корунда в условиях, подобных установленным нами для природных кристаллов, подтверждена экспериментами по его выращиванию методом ХТР (химико-транспортных реакций) [5].

Успехи последнего десятилетия в области исследований физико-химических условий образования корунда и петрогенезиса сиенитовых магм вызвали необходимость пересмотра генезиса известных тайландских и австралийских месторождений сапфиров, традиционно относимых к формации щелочных базальтов [6].

Литература

1. 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.
2. Одариченко Э.Г., Рейф Ф.Г., Залищак Б.Л., Пахомова В.А. Генезис корунда по термобарогеохимическим данным (месторождение Незаметнинское, Приморский край)// Вестник ДВО РАН, № 5, 2004. С. 110 - 121.
3. Высоцкий С.В., Щека С.А., Нечаев В.П. и др. Первая находка сапфиров в кайнозойских щелочно-базальтовых вулканах Приморья// ДАН, 2002, том 387, № 6, С. 806 - 810.
4. Guo J., O'Reilly S.Y., Griffin W.L. Corundum from basaltic terrains: a mineral inclusion approach to the enigma// Contrib. Mineral. Petrol., 1996, Vol. 122, P. 368- 386.
5. Родионов А.Я., Коновалова Т.И., Махов В.Г. и др. Кристаллизация корунда из газовой фазы в открытой и закрытой фторсодержащих системах// Материалы по генетической и экспериментальной минералогии. Рост и свойства кристаллов. Новосибирск, Наука, 1988. С. 107 – 129.
6. Amour St.N., Linnen R.L. Microprobe analysis of melt inclusions in sapphires from Bo Phloi, Thailand// Terra Nostra 99/6: ECROFI XV. Abstracts and Program. Potsdam, 1999. P. 6.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМАТИКА КАМНЕСАМОЦВЕТНОГО СЫРЬЯ ТУРКЕСТАНА-АЛАЯ

В.М. ПОПОВ

Южно-Кыргызская экспедиция Кыргызстан, г. Ош

Туркестано-Алайский район известен ещё со времён Н.В. Вебера (1913), А. Е. Ферсмана (1920) как один из перспективных районов на камнесамоцветное сырьё в Средней Азии. Однако этот крупнейший район Южного Тянь-Шаня в отношении ювелирных камней почти не был изучен до 70-х годов XX в. В 70-е годы в регионе организуются как специализированные работы по поискам камнесамоцветного сырья, так и попутные поиски при производстве крупномасштабных геологосъёмочных и геологопоисковых работ. В настоящее время в Туркестано-Алае известно 236 объектов камнесамоцветного сырья, из них 14 по алмазной тематике и 11 по корундовой.

Объекты по алмазной тематике представлены трубками взрыва и дайками щелочных базальтоидов (бекенкинитов, камптонитов, мончикитов) гаумышского комплекса, прорывающих сланцы, алевролиты, кремнистые породы девона. Указанные магматиты, имеющие схожие петрохимические и минералогические характеристики с алмазонасными образованиями мира, являются перспективными на обнаружение алмазов. Следует отметить, что геологические предпосылки для нахождения ювелирных камней I категории, прежде всего алмазов, были выявлены в самые последние годы и, что особенно важно, обнаружены весьма перспективные на алмазы и сапфиры породы – лампроиты.

Последние, наряду с трубками взрыва, повышают вероятность выявления коренных источников алмазов и других ювелирных камней в регионе, что подтверждают недавно обнаруженные алмазонасные интрузивные породы с высокой чистотой кристаллов алмаза на сопредельной территории Узбекистана (Кошмансай). Выявление алмазов в породах, отличающихся по химическому составу от типичных кимберлитов, позволяет рассматривать такие породы наряду с кимберлитами, в качестве наиболее глубоких проявлений магматизма, о чём свидетельствует открытие и разработка алмазонасных лейцит-лампроитовых интрузивных тел и даек (более 100) в Западной Австралии за последние 30 лет.

Одиннадцать объектов с корундовой минерализацией приурочены к отложениям Туркестанского метаморфического купола, где они связаны с горизонтами мраморов и кристаллических сланцев. По преобладанию той или иной составляющей толща разделена на две пачки. В верхней пачке преобладают мраморы (S – D (?)ms, в нижней – кристаллические сланцы (S – D (?)ms. Породы интенсивно дислоцированы. Широко развита изоклиная складчатость и сопутствующие ей продольные разломы. Встречаются послойные инъекции гранит-аплитов и мелкозернистых лейкогранитов второй фазы кравшинского комплекса (Ij – C - P - k).

Один объект благородного корунда приурочен к ультрамафитам Канской серпентинитовой полосы, и представлен отдельными телами гиганто-кристаллических

шпинелевых пироксенит-пегматитов, состоящих из диопсида, пренитизированного плагиоклаза, чёрной шпинели и рубина.

Камнесамоцветное сырьё более низких категорий включает более 40 видов минералов и горных пород. Оно зафиксировано на 201 объекте, из которых 53 даёт мраморный оникс разнообразных цветов и рисунков.

Наиболее значимые месторождения, проявления и пункты минерализации самоцветов Туркестано-Алая представлены в таблице.

Таблица

Генетическая систематика камнесамоцветного сырья Туркестано-Алая

Генетическая группа	Генетический класс	Формационный тип	Минеральный тип	Месторождения, проявления и точки минерализации	Практическое значение
Эпидеиновая	магматический	глубоко эврейная и дайковая щелочные (сильносильные)*	хромодиопсид	Ниласку, Бувайдаш, Карагайты, Гушпун, Караулы, Девулия, Бель-Орук, Каламбай, Карабулак, Пиромитальное	не ясно разовая лобача
Эпидеиновая	пегматитовый	резидеитальных пегматитов	турмалины, бериллы, стронциен гошеит розовый кварц дымчатый кварц, моршан	Дукенек Караказак, Асан-Усан Девулия, Марча	тоже промышленный тип разовая лобача
Эпидеиновая	пегматитовый	щелочных спенистых и нефелиновых пегматитов	содалит	Угрен, Собах	разовая лобача
Эпидеиновая	гидротермальный	щелочной, тельуритовый	лима агат	Кызыл Бель-Орук, Калаказак, Девулия-Сай	поделочный камень
Эпидеиновая	гидротермально-метасоматический	метасоматитов в щелочных и нефелиновых спенистых и в их эволюнтах	аппатитов «нефелиновые шесты» содалит, опалит	Каламбай	коллекционное сырьё квезлерито - поделочный камень
Эпидеиновая	метасоматитов в эфрит-ультраэфритах	метасоматитов в эфрит-ультраэфритах	рубин, плеохаз, агат, демантоид	Шымалыагылы Арчале-1, Каракуль	разовая лобача не ясно разовая лобача
Эпидеиновая	апофритовых метасоматитов	апофритовых метасоматитов	диопсидовый кошачий глаз лиственит	Шуран	промышленный тип
Эпидеиновая	метаморфосенный	метаморфитов зелёносланцевой фации	цефрит офит, офикозидит, голубой диопсид, клинокумит, наворит	Улуг-Тоо, Маларан, Кансовок, Тугташ и др. Гаваны, Алаудин, Галуни Ормач, Кок-Белек, Агтерек, Урта-Чалма	разовая лобача тоже выкапывается
Эпидеиновая	метаморфосенный	метаморфитов альпидово-фациальной	родонит кварц	Новосе, Бельмонок Урам, Аташ пир.	разовая лобача потенциально перспективный тип
Эпидеиновая	кора выветривания	кора выветривания пирит-рациональный	бирюза малахит	Шурб, Актаныш-Боник, Валаши, Акаджыга, Хайбаран, Кумышбулак	разовая лобача потенциально перспективный тип разовая лобача
Эпидеиновая	кора выветривания	инфильтрационно-осадочный	мраморный оникс	Чпыл-Усуни, Улуг-Тоо, Кумака-Аран и др.	промышленные объекты
Эпидеиновая	россыли	аллювиально-эрозионный	драгоценный альмадин шурин	Хайбаран, Улуг-Тоо Аксу, Девулия Ары-Месеть	коллекционное сырьё попутная лобача
Эпидеиновая	россыли	эволюционно-детерминальный	родонит, анагалит хвостолит	Каракуль, Арчале-1 Джегжулук	промышленные объекты разовая лобача
Эпидеиновая	россыли	коллоидальный	агат агат	Зиндан Бель-Орук, Джалбарсай, Кок-Кенк	разовая лобача промышленные объекты
Эпидеиновая	россыли	коллоидальный	эпидеи-ниопсид опаляешиеся дерево	Алаудин Майлисай, Чангет	не ясно разовая лобача

Примечание. * – формации и минеральные типы, выделенные для полноты классификации и с учётом возможных открытий в будущем.

ГЕНЕЗИС И МИНЕРАЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ БЛАГОРОДНОГО КОРУНДА ОРМИЗАН

О.М. ПОПОВА

Цех определения камня «Минерал-Оникс», г. Омь

Месторождение Ормизан выявлено в 1988 году в центральной части Туркестанского хребта [2].

В геологическом строении месторождения принимают участие палеозойские и четвертичные образования. Палеозойский комплекс представлен толщей кальцитовых мраморов и кристаллических сланцев верхнего силура - нижнего девона. В левом борту долины ручья Ормизан продуктивными являются массивно-слоистые серые и светло-серые мелко- и среднекристаллические кальцитовые мрамора, иногда с пятнисто-полосчатой текстурой. Второй продуктивный горизонт практически недоступен. Существует мнение, что продуктивные мрамора, а также ассоциированные с ними биотитовые гнейсы и амфиболиты, в которых также присутствуют кристаллы корунда, судя по свойственным им минеральным парагенезисам, относятся к породам высоких ступеней метаморфизма и имеют более древний докембрийский возраст [2]. Метаморфические породы района прорваны кислыми и щелочными интрузиями, которые сопровождаются пегматитовыми полями соответствующего состава, однако, скорее всего вновь выявленная корундовая минерализация не связана с какой-либо фазой интрузивного магматизма, поскольку не контролируется зонами экзоконтактов массивов, даек и пегматитовых жил.

Генезис благородного корунда месторождения Ормизан, несомненно, связан с региональным метаморфизмом, при котором на горные породы воздействуют одновременно высокое давление и температура, а инъекции интрузий в виде многочисленных сложно переплетенных даек могут играть определенную роль лишь в облагораживании корунда и переходе его в рубин.

На рассматриваемом объекте в кальцитовых мраморах, также как и в кальцит-доломитовых, рубиновая минерализация ассоциируется с минералами магнезиальных скарнов-форстеритом, флогопитом, диопсидом, иногда розовой шпинелью, клиногумитом и другими минералами, чем схожа с известными месторождениями Бирмы, Таиланда, Пакистана и Восточного Афганистана [1]. Характерно, что в пластах рубиносных мраморов встречаются не переработанные прослои доломитов, гнейсов и будинированные тела амфиболитов. Все это указывает, что облагораживание рубина могло происходить в процессе диффузионно-инфильтрационного метасоматоза под воздействием горячих водных растворов, когда в результате десиликации прослоев алюмосиликатных пород высвобождался глинозём, который в растворе, обеднённом кремнекислотой раскристаллизовывался в рубин.

Характерно резко неравномерное точечно - пунктирное расположение кристаллов рубина в очень тонких (первые сантиметры) продуктивных прослоях.

Кристаллики корунда светло-розового до тёмно-красного цвета, но имеют большое количество включений и примесей.

Таблица. Минеральный состав рубиноносных кальцифоров месторождения Ормизан.

№	Минерал	Формула	Цвет	Форма выделения	Приуроченность	Примечания
1	Кальцит	CaCO_3	бесцветный, белый, серый, жёлтый, бурый, чёрный			Примесей FeO до 0,5%
2	Доломит	CaMgCO_3	белый, зелёноватый, серый, бурый, бесцветный, чёрный	ромбоэдрические кристаллы, грани часто искривлены		
3	Корунд	Al_2O_3	красный, бурый, серый	обособленные боновидные кристаллы и их агрегаты, полиминеральные сростания с рутилом и др.; неправильные зёрна	кристаллические включения в кальците, окаймленные бёмитом.	ядерные части кристаллов имеют более яркую окраску
4	Маргарит	$\text{CaAl}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	белый	чешуйки, пакеты, имеют правильные гексагональные очертания, 2-5 мм.		
5	Мусковит	$\text{KA}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	зелёный			ошибочно описывается фукситом
6	Флогопит	$\text{KMg}_3\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH},\text{F})_2$	золотисто-жёлтый			
7	Парагонит	$\text{NaAl}_2\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	голубовато-зелёный			замещает мусковит
8	Герцинит	FeAl_2O_4	чёрный	октаэдрические кристаллы размером до 2 мм.	шинкито-хромистая разновидность герцинита находится в тесной ассоциации с корундом рубиново-красной окраски	замещается магнетитом
9	Титанит	$\text{CaTiSiO}_4\text{O}$	коричневый	зёрна неправильной формы, размером до 5 мм.		содержит включения рутила и ширкона
10	Циркон	ZrSiO_4	жёлтый, бурый, реже зелёный, бесцветный	вытянутые призматические кристаллы с дидраминальными окончаниями		
11	Церкелит	$(\text{Ca},\text{Th},\text{V},\text{Ce},\text{Fe})_2\text{Ti}_2(\text{Zr},\text{Al})_8(\text{O},\text{OH})_{20}$	чёрный, в шлифе яркий красно-бурый	кубический, октаэдр без спайности		в парагенезисе с бадалеитом

Интересен и тот факт, что вблизи даек цвет выделений корунда становится более насыщенным и они теряют, по предварительным анализам, некоторые примеси и включения. Дайки пронизывают всю толщу мраморов. Они имеют крутое падение, небольшую мощность (1-1,2 м), прямолинейные или плавно изогнутые субпараллельные контакты. По своему характеру эти инъекционные тела, сформированные материалом, поступившим из областей с более высоким гидродинамическим давлением.

В ходе минералогических анализов и микрозондовых исследований в составе рубиноносных кальцифиров установлено 29 минералов (см. табл.). Изученные образцы отбирались из коренных выходов кальцифиров. Предполагается присутствие более качественного ювелирного сырья на относительно глубоких горизонтах месторождения.

Литература

2. Киевленко Б.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П. Геология месторождений драгоценных камней. - М.: Недра, 1982. - 279 с.
3. Коноваленко С.И., Баженов В.А., Попов В.М. Находка розовых и красных хромсодержащих корундов в мраморах Туркестанского хребта на Юге Кыргызстана// Доклады АН СССР, 1990, № 6, С. 1440 -1443.

ТИПОХИМИЗМ ГРАНАТОВ РЕДКОМЕТАЛЬНОЙ И СЛЮДОНОСНОЙ ФОРМАЦИЙ ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ МОНГОЛЬСКОГО АЛТАЯ

В.Л. ПОПОВ, А.А. БАЕВА

Томский государственный университет, г. Томск

На территории Монгольского Алтая находится крупный пегматитовый пояс, впервые выделенный в начале 60-х годов XX века, который протягивается вдоль юго-западных склонов одноименного горного хребта параллельно зоне глубинного Булганского разлома. Становление жильных серий связано с процессом тектономагматической активизации, в ходе которой в краевой части каледонских структур проявился мощный гранитоидный магматизм, завершившийся массовым пегматитообразованием. Пегматитовый пояс Монгольского Алтая по строению и параметрам относится к категории мегапоясов. В настоящее время в нем выделяют четыре самостоятельных формации пегматитов: керамическую, слюдоносную, редкометальную и хрусталеносную [1, 3].

Известно, что для редкометальных и слюдоносных пегматитов гранаты пиральспитового ряда являются сквозными минералами, и имеют высокий потенциал для изоморфного вхождения в их структуру многих примесных элементов. Это делает их одними из важнейших типохимических минералов пегматитов. Авторами проведены исследования некоторых особенностей химического состава гранатов слю-

доносных и редкометалльных пегматитов Монгольского Алтая, на примере Булганского редкометалльного и Бодончинского слюдоносного пегматитовых полей, с целью получения дополнительной информации об условиях их образования.

В основу работы положены данные спектрального и электронно-зондового анализов гранатов из различных зон пегматитовых тел.

Гранаты пиральспитового ряда имеют общую химическую формулу близкую по стехиометрии к $Me^{2+}_3 + Me^{3+}_2 [SiO_4]_3$. Важнейшими катионами для пиральспитов из металлов имеющих степень окисления 3+ является Al, а из металлов имеющих степень окисления 2±Mg (пироп), Fe (альмандин) и Mn (спессартин).

Исследования химического состава гранатов пегматитов Монгольского Алтая [2] показали, что они, в целом, относятся к пиральспитам и имеют промежуточный состав между альмандиновым и спессартиновым миналами, с незначительным содержанием пиропового компонента. Такой состав гранатов характерен для гранитных пегматитов в целом [4, 5, 6].

Однако детальный анализ полученных результатов обнаруживает достаточно заметное различие состава гранатов редкометалльных и слюдоносных пегматитов. В гранатах слюдоносных пегматитов Бодончинского поля преобладает альмандиновый компонент, в гранатах редкометалльных пегматитов Булганского - спессартиновый. Кроме того гранаты редкометалльных пегматитов по сравнению с гранатами слюдоносных обнаруживают более низкие содержания пиропового компонента, что по данным других авторов также является характерной особенностью исследуемых формаций пегматитов.

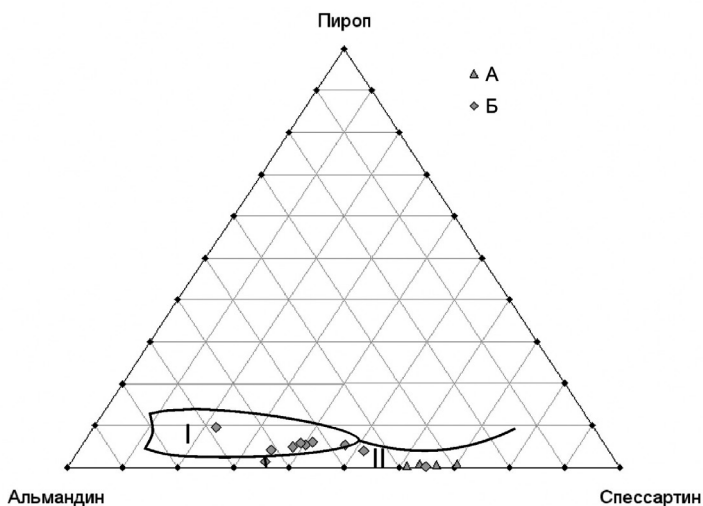


Рис. 1. Диаграмма состава гранатов редкометалльного (А) и слюдоносного (Б) пегматитов Монгольского Алтая. I – поле гранатов слюдоносных пегматитов. II - поле гранатов редкометалльных пегматитов

Проведя сравнительный анализ состава гранатов из пегматитов Монгольского Алтая с гранатами из пегматитов Северо-Байкальского пегматитового пояса, можно отметить ряд отличий [8] несмотря на то, что они с удовлетворительной точностью попадают в поля соответствующих формаций.

Для гранатов Монгольского Алтая характерны следующие особенности химического состава:

1. Гранаты пегматитов Монгольского Алтая, по сравнению с гранатами пегматитов Северо-Байкальского пегматитового пояса имеют отчетливый сдвиг в сторону спессартинового компонента главным образом за счет уменьшения содержания альмандинового компонента, при менее значительном понижении содержания пиропового компонента. Этот сдвиг для гранатов слюдоносных пегматитов составляет для Fe около 20 %, Mn около 24 %, Mg около 4 %; для гранатов редкометалльных пегматитов для Fe около 10 %, Mn около 10 %, Mg около 0,5 %;

2. Гранаты слюдоносных пегматитов характеризуются большей дисперсией состава, нежели гранаты редкометалльной формации. Заметно различаются в них и содержания элементов-примесей. Наиболее значительно меняются концентрации следующих элементов примесей: Sn⁴⁺, Ti⁴⁺, V³⁺, Y³⁺ (см. табл. 1).

Таблица 1

Примесный состав гранатов гранитных пегматитов Монгольского Алтая

Пегматитовая формация	Содержание окислов, (вес. %)					
	TiO ₂	SnO ₂	Y ₂ O ₃	V ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	CaO
Слюдоносные пегматиты	0,06	0,03	0,03	0,02	0,02	0,83
Редкометалльные пегматиты	0,12	0,01	0,04	0,03	0,02	0,9

Корреляционный анализ позволил выявить значимые положительные корреляционные связи для таких пар элементов как Cr - V, Mg - Fe, Ca - Y; и значимые отрицательные корреляционные связи для Al - Si, Fe²⁺ - Ti, Fe²⁺ - Mn. Выявленные корреляционные связи объясняются взаимным изоморфным замещением соответствующих элементов в структуре гранатов:

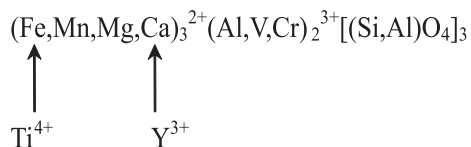
1. Обратная корреляционная связь Al и Si, объясняется изоморфным вхождением Al³⁺ в структуру гранатов в позицию Si⁴⁺;

2. Прямая корреляционная связь Cr³⁺ и V³⁺, объясняется геохимической общностью этих элементов;

3. Обратная корреляционная связь Fe²⁺ и Ti⁴⁺, возможна при изоморфном вхождении в структуру гранатов Ti⁴⁺ в позицию Fe²⁺;

4. Прямая корреляционная связь между содержаниями Ca²⁺ и Y³⁺, связывается с полярным изоморфным замещением Ca на Y.

С учётом вышесказанного общая формула гранатов гранитных пегматитов Монгольского Алтая будет следующей:



Поведение микропримесей гранатов редкометальных пегматитов проанализировано в пробах взятых из 5 зон: зоны аплита (I генерация), графической зоны (II генерация), зоны контакта графической зоны и кварцевого ядра (III генерация) и участков альбитизации (III генерация). Спектральным анализом при существующем пределе обнаружения в пробах не выявлены: Cd, Au, Sb, As, Sr, Tl, Ho, Pr, Sm, Nd, Tm, Er, Tb, Eu, Lu, Du, Ag, B, P, Mo, Ce, Li, Ni. Относительная погрешность метода принималась равной 30% и учитывалась только для оценки изменчивости содержания химических элементов.

По средней величине концентрации все микропримесные элементы были разделены на 4 группы:

1. Ультрамикропримесные элементы с концентрациями менее 10 г/т. Это Be, Sn, Bi, Sn, Cr, Pb.
2. Микропримесные элементы с концентрациями от 10 до 100 г/т. Это Ga, Cu, Sc, Nb, V, Yb, Y, La.
3. Примесные элементы с концентрациями от 100 до 1000 г/т. Это Zn, Ba, Ti, Zr.
4. Элементы со значительными концентрациями более 1000 г/т. Это W.

Исследуемые гранаты обогащены W, Zr, La, Y, Yb, V, что является типохимическим признаком пиральспитов редкометальных гранитных пегматитов.

Для ультрамикропримесных элементов, при исследовании содержаний элементов в различных генерациях уславлено, что концентрация меняется только для Bi, которым обогащены гранаты II генерации, причем содержание висмута во всех остальных генерациях одинаково.

Концентрация микропримесных элементов в ходе кристаллизации меняется для Ga, Sc, V, Yb, Y. Скандий единственный из всех элементов, который накапливается в гранате аплитовой оторочки. В остальных зонах пегматита содержание скандия остается стабильным, и существенно не изменяется. Галлий подобно висмуту накапливается в гранатах II генерации (рис. 2). Ванадием обогащаются гранаты III и IV генераций.

Иттрий и иттербий проявляя геохимическое сродство, в больших количествах присутствуют в аксессуарных гранатах графической зоны, кроме того, иттрием обогащен гранат зоны альбитизации, а иттербием – аплитовой. Лантаном обеднены гранаты аплитов, а гранаты графической зоны и зоны альбитизации им сравнительно обогащены (рис. 3).

Содержание таких элементов как Zn, Ti, Zr, W при переходе от одной зоны к другой заметно меняется. Концентрация цинка, в общем, в ходе кристаллизации меняется слабо, лишь вторая генерация минерала сравнительно им обогащена. Титан же постепенно увеличивает свое содержание от гранатов аплитов до гранатов контакта кварцевого ядра и графики, затем в альбитовой зоне его концентрация

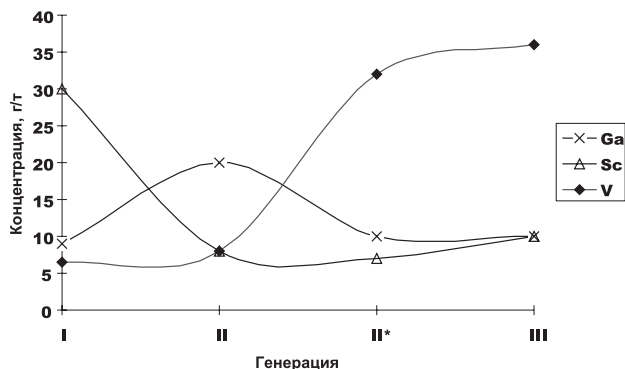


Рис. 2. Изменение содержания галлия, скандия и ванадия в гранатах редкометальных пегматитов по генерациям

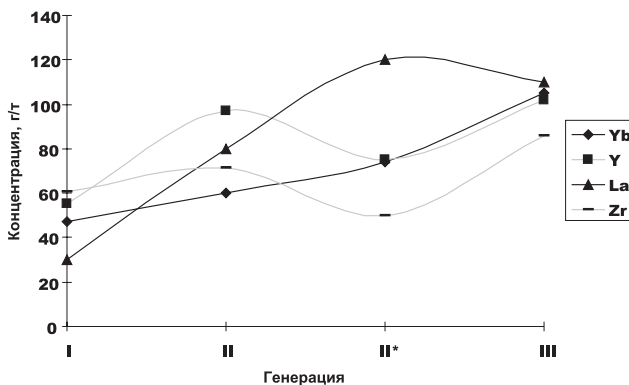


Рис. 3. Диаграмма изменения содержания редкоземельных элементов в гранатах редкометальных пегматитов по генерациям (величины содержания циркония уменьшены в 14 раз)

резко снижается. Противоположное поведение наблюдается для циркония и вольфрама, вплоть до контакта их концентрация существенно не меняется, а далее в альбитовой зоне концентрация хоть и незначительно, но всё же, повышается.

В целом, для гранатов редкометальных пегматитов характерными типоморфными примесями являются редкоземельные элементы, которые накапливаются в поздних генерациях, что особенно отчётливо проявлено для иттербия, иттрия и лантана.

Таким образом:

1. Состав гранатов гранитных пегматитов Монгольского Алтая различается, как в целом для редкометальной и слюдоносной формаций, так и для различных зон в пределах отдельно взятого пегматитового тела, той или другой формации.

2. Гранаты гранитных пегматитов имеют промежуточный альмандин-спессартиновый состав, причем гранаты редкометалльных пегматитов сравнительно обогащены спессартиновым компонентом, а слюдоносных – альмандиновым. Кроме того, гранаты редкометалльных пегматитов обогащены редкоземельными элементами, вольфрамом и ванадием.

3. Примесные элементы ведут себя по разному: в гранатах аплитовой оторочки концентрируется скандий, в минерале зон графики накапливается галлий, а при переходе к более поздним генерациям в гранатах возрастают концентрации ванадия, и редкоземельных элементов.

Литература

1. Баева А.А., Баженов Р.С. Разноглубинные гранитные пегматиты Монгольского Алтая// Рудные месторождения. Минералогия. Геохимия. – Томск: Изд. во «ТГУ», 2000, вып. 2. С. 5 – 18.
2. Коноваленко С.И., Баева А.А. Химический состав пиральспитов в пегматитах Западной Монголии и возможность оценки на его базе формационной принадлежности жил// Рудные месторождения. Минералогия. Геохимия. – Томск: Изд. во «ТГУ», 2003, вып. 3. С. 79 – 93.
3. Коноваленко С.И., Сазонтова Н.А., Бухарова О.В. Структурное положение, минеральный состав и особенности становления разноглубинных пегматитов Монгольского Алтая// Рудные месторождения. Минералогия. Геохимия. – Томск: Изд. во «ТГУ», 2000, вып. 2. С. 71 – 80.
4. Редкометалльные пегматиты/ Загорский В.Е., Макагон В.М., Шмакин Б.М. и др. – Новосибирск: Наука, 1997. Т.2. – 285 с.
5. Слюдоносные пегматиты/ Макрыгина В.А., Макагон В.М., Загорский В.Е., Шмакин Б.М. – Новосибирск: Наука, 1990. Т.1. – 233 с.
6. Соболев Н.В.: Парагенетические типы гранатов. – М.: Наука, 1964. – 218 с.
7. Соколов Ю.М., Бушмин С.А. Пегматитизация и метосоматоз кианит-андалузит-силлиманитовой фациальной серии. – Л.: Наука, 1978.
8. Соколов Ю.М., Быкова В.С., Мануйлова М.М. Гранаты пегматитовых жил Северо-Байкальского пегматитового пояса// Зап. ВМО. 1962. Ч. 91, вып. 5. С. 537 – 549.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, СТРУКТУРА И МИНЕРАГЕНИЯ УРАЛЬСКОЙ ИЗУМРУДОНОСНОЙ ПОЛОСЫ

А.И. РУДАКОВ

Томский государственный университет, г. Томск

1. Геологическое строение и структура Уральской изумрудоносной полосы.

Уральская изумрудоносная полоса состоит из меридиональной цепочки изумрудно-берилловых месторождений и проявлений общей протяженностью 200 км.

Район расположен в Восточно-Уральском поясе поднятий и наложенных прогибов и приурочен к зоне сочленения Мурзинско-Адуйского антиклинория с Толма-

чѐвско-Асбестовским синклиниорием (стык Восточно-Уральского поднятия и одноименного прогиба). Сопряжение этих региональных структур происходит по Су-санскому тектоническому разлому, фиксированному зонами смятия пород офиолитовой серии.

Положение района в области сочленения региональных структур определило его крайне сложное геологическое строение. Район охватывает четыре крупных гранитных массива - Гаевский, Мурзинский, Адуйский и Каменский, осложняющих древний гранито-гнейсовый комплекс, который подразделяется в западном экзоконтакте на два структурных яруса - нижний и верхний. Нижний ярус представлен гнейсами и кристаллическими сланцами с абсолютным возрастом 975 млн. лет [2]. Верхний структурный ярус сложен метаморфизованными вулканогенно-осадочными отложениями, относимыми к сланцевому обрамлению гнейсово-мигматитового ядра.

Восточный экзоконтакт гранитов сложен породами офиолитового комплекса нижнего палеозоя. Меланократовое основание геосинклинали представлено здесь гипербазитами, габброидами, амфиболитами, на которых накапливались отложения кремнисто-диабазовой формации. Породы офиолитового комплекса смяты в крутые складки, нарушены большим количеством разрывов. Установленным элементом разрывной тектоники восточной части комплекса являются серпентинитовый меланж и тектониты ультраосновного состава, т.е. фиксируется полный отрыв гипербазитов от материнских пород меланократового основания эвгеосинклинали. Наиболее крупной структурой является Малышевская зона меланжа с размерами в плане 9x2 км, к которой приурочено уникальное одноименное изумрудно-берилловое месторождение. В пределах зоны развиты различные по параметрам будины компетентных пород - серпентинитов, кварцитов, амфиболитов, диоритовых порфиритов, погруженные в основную массу преимущественно талькового и смешанного тальк - хлорит - актинолитового состава. Очевидным является механическое выдавливание пластического материала в самые разные по составу комплексы пород, в том числе интрузивные породы среднего состава.

Аналогичное строение имеют тектониты ультраосновного состава, развитые в восточном контакте Адуйско-Мурзинской гранитной интрузии. Все они приурочены к разломам северо-западного простирания, имеющим секущее положение по отношению к контакту с гранитами. Тела ультрабазитов интенсивно дислоцированы и обладают всеми признаками твердофазового течения вещества. К ультрабазитовым тектонитам приурочены все месторождения и проявления изумруда слюдитового типа.

Изумрудоносные объекты локализируются в восточном экзоконтакте Адуйско-Мурзинского гранитного интрузивного комплекса в метаморфизованных гипербазитах дунит-гарцбургитовой формации. В связи с линейно – вытянутой конфигурацией площади минерализованная зона именуется Уральской изумрудоносной полосой и состоит из ряда изумрудоносных полей (с севера на юг): Салдинско-Тажильское, Нейвинское, Соколовское, Северное, Центральное, Южное.

Изумрудоносное поле – единая структурно – тектоническая зона в экзоконтакте верхнепалеозойского гранитного массива, залегающая в породах метаофиолитово-

го комплекса и представленная линейными системами жилообразных тел слюдитов с изумрудной минерализацией.

Отдельные выделенные рудные поля, например Центральное, имеют более сложное строение и по существу состоят из двух и более самостоятельных полей. Чтобы не менять исторически сложившуюся номенклатуру, закреплённую в литературных источниках, внутри некоторых полей выделены изумрудносные площади как единые в геолого-структурном, геохимическом и минералогическом отношении рудоносные зоны.

Салдинско-Тагильское рудное поле является самым северным в цепочке рудных полей Уральской изумрудносной полосы. Поле расположено в экзоконтактовых частях Гаевского гранитогнейсового комплекса, рассматриваемого как северное продолжение Мурзинско-Адуйского комплекса. В пределах Гаевского комплекса распространены гранитогнейсы и биотитовые граниты, переходящие в аляскитовые. Состав их аналогичен составу Мурзинских гранитов. В Салдинско - Тагильском рудном поле выделяются две перспективные изумрудносные площади: Талицкая и Тагильская, соответственно в западном и восточном экзоконтактах Гаевского комплекса. В Талицкой площади известно три редкометалльных объекта с бериллиевой минерализацией: Медведевское месторождение и Акинфиевское и Луковское проявления.

Нейвинское рудное поле расположено к югу от Салдинско-Тагильского и вмещает три изумрудных проявления: Глинское, Верхне- Сусанское и Копь Успенского. Границей между рудными полями является выступ мурзинских гранитов.

Соколовское рудное поле имеет дугообразную форму и приурочено к участку сопряжения Мурзинского, Адуйского и Соколовского гранитных массивов. Границы данного рудного поля с Нейвинским и Северным условны. В его пределах известны многочисленные пегматитовые жилы с берилловой минерализацией.

Северное рудное поле прослеживается от Малорептинского бериллиевого месторождения на севере до южного окончания Малышевского выступа гранитов на юге. Берилловое оруденение фиксируется в крайней западной полосе ультрабазитов, примыкающей к контакту с гранитами. Шамейское изумрудо-берилловое проявление расположено в южной части рудного поля.

Наиболее детально исследовано Центральное рудное поле, в его пределах сосредоточена большая часть выявленных месторождений и проявлений изумруда. Поле протягивается на 25 км от месторождения Шаг на севере до Красноармейского на юге. S-образная морфология поля обусловлена Малышевским и Черемшанским выступами гранитов. В пределах рудного поля выделяется три площади, различающиеся геолого-структурными и минерагеническими особенностями:

-Малышевская площадь, включающая месторождения Шаг, Аул, Малышевское и проявление Старковское;

-Сретенская площадь с месторождениями Первомайское, им. Крупской, Свердловское, Черемшанское и проявлениями 616, жила 40, Тёплый ключ, Берёзовая роща;

-Зарефтинская площадь вмещает Красноармейское и Красноболотное месторождения и проявления Островное, Максимовское, Ельничное.

Южное рудное поле прослеживается от Красноармейского месторождения на севере до выклинивания на современной поверхности южного выступа Каменского массива. Поле имеет дугообразную форму в соответствии с формой контакта с гранитами. Основными проявлениями рудного поля являются: Грязновские вершины, жила 17-18, Каменское.

Изученность на изумруды выделенных рудных полей является неравномерной. Наиболее изучены три рудных поля – Северное, Центральное и Южное – в Асбестовском рудном узле и Нейвинское рудное поле, выделенное в восточной экзоконтактовой части Мурзинского гранитного массива. Все остальные рудные поля не изучены на изумруды.

2. Минералогия Уральской изумрудоносной полосы.

Положение Уральской изумрудоносной полосы определяется приуроченностью к Восточно – Уральской металлогенической зоне (3, 4), простирающейся в меридиональном направлении в пределах Среднего и Южного Урала на расстояние более 1000 км. Зона разделяется на две редкометалльные ветви – Мурзинско – Адамовско – Мугоджарскую и Шадринско – Троицко – Бисембаевскую, являющиеся бериллиеносными субпровинциями. В структурном отношении они приурочены соответственно к Восточно – Уральскому и Зауральскому поднятиям. Изумрудоносная полоса приурочена к Мурзинско – Адамовско – Мугоджарской редкометалльной зоне.

Структурной особенностью зоны является ее расположение в области контакта жесткого блока регионального поднятия с эвгеосинклинальной зоной, выполненной нижнепалеозойскими породами метаморфического вулканогенно – осадочного комплекса. Область сочленения этих структур характеризуется возникновением крупных разломов (тектонических швов), зон расщепления, широким проявлением магматизма.

Одним из определяющих факторов локализации бериллиевых и изумрудных месторождений является их размещение в породах вулканогенно – осадочного комплекса зоны регионального разлома, фиксированному протяженным поясом альпинотипных гипербазитов дунит – гарцбургитовой формации, своеобразные слюдитовые образования которых вмещают скопления берилла, изумруда, хризоберилла, александрита, фенакита и парагенетически связаны с верхне-палеозойским гранитным магматизмом.

В Мурзинско – Адамовско – Мугоджарской редкометалльной зоне (субпровинции) выделяется 8 бериллиеносных районов. Изумрудоносная полоса приурочена к Мурзинско – Адуйскому бериллоносному (изумрудоносному) району. Район приурочен к зоне сочленения структур второго порядка – Мурзинско – Адуйского антиклинория с Толмачевско – Асбестовским синклинорием. Определяющим в положении района являются граниты адуйского комплекса, общая протяженность которых превышает 200 км.

В пределах изумрудоносной полосы выделены три генетических типа минерализованных тел:

1. Пегматитовый – в колумбит – берилловых альбитизированных жилах гранитных пегматитов. Промышленный источник тантала и бериллия. Скоплений изумруда и александрита не образует.

2. Слюдитовый с изумруд – александрит – берилловой минерализацией. Основной источник драгоценных камней. К этому типу относятся все известные месторождения и проявления изумруда.

3. Гидротермальный с берилл – мусковит – флюоритовой минерализацией в кварц – плагиоклазовых жилах. Промышленный источник бериллия. Изумруда и александрита не содержит.

3. Строение изумрудоносной полосы в пределах Асбестовского рудного узла.

В строении Уральской изумрудоносной полосы в пределах Асбестовского рудного узла, историческое название которого – Изумрудные копи Урала преобладают различные по составу и времени формирования интрузивные образования-граниты, диориты, габбро, ультрабазиты. Подчиненное положение занимает зажатая между ними толща парасланцево-вулканогенных пород раннесилурийского возраста. Дробное расчленение разреза метаморфических пород затруднено из-за сложных отношений пород, многочисленных разрывов со смещениями по ним тектонических блоков. Основание толщи сложено преимущественно метаморфизованными осадками (кварциты, углисто-кварцевые сланцы), а средние и верхние части разреза представлены метаморфизованными вулканитами основного состава (амфиболиты, амфибол – биотит-полевошпатовые сланцы, зелёные сланцы, порфириты и диабазы). Вся толща отнесена к нижнему силуру.

Среди интрузивных образований наиболее древними являются силурийские гипербазиты Баженовского комплекса, представленные породами дунит - гарцбургитовой формации. Породы часто метаморфизованы до серпентинитов и сланцев талькового, хлоритового, актинолитового и смешанного состава. Внедрение ультрабазитов происходило при общем растяжении ложа геосинклинали [6]. Ультрабазиты комплекса представлены крупным Баженовским массивом, фиксирующим зону Сусанского глубинного разлома, и более мелкими телами ультраосновного состава, которые приурочены к разломам северо-западного и субмеридионального простирания, оперяющим Сусанский разлом. Мелкие тела имеют в плане линзообразную форму и являются типичными тектонитами, выдавленными в верхний структурный этаж напряжениями сжатия субширотного направления. Первичные ультрабазиты сохраняются в сложных будинах ультраосновного состава, к которым относятся Сретенский и Черемшанский массивы, и редко в зонах меланжа (Первомайское месторождение), где они преобразованы в серпентиниты, тальк-оливиновые, тальк-хлоритовые, тальк-хлорит-актинолитовые и тальковые породы. Эти тела вмещают своеобразные флогопитовые метасоматиты - слюдиты, являющиеся единственными носителями изумрудной минерализации в районе.

С гипербазитами пространственно связаны интрузивные породы основного состава, датируемые поздним силуром - ранним девонем и представленные уралит – соссюритовыми габбро и габбро – диабазами Шамейского комплекса, которые в зонах динамометаморфизма превращены в амфиболиты и зелёные сланцы.

Более поздним является раннекаменноугольный комплекс пород габбро – диорит – граносиенитового ряда, слагающий Лесозаводский (Восточный) диоритовый массив и серию сопровождающих его дайкообразных тел в центральной части полосы. Для этого комплекса пород характерны пёстрый состав и сложные взаимоотно-

ношения между отдельными разностями пород. Под воздействием метаморфизма диориты комплекса нередко превращаются в кристаллические сланцы и амфиболиты.

В верхнем палеозое произошла наиболее мощная тектоническая перестройка эвгеосинклинали, сопровождаемая интенсивной складчатостью, развитием шарьяжей, формированием гранитных массивов и метаморфизмом геосинклинальных образований. В этот период окончательно сформировалась Сусанская зона смятия.

В результате смены фазы растяжения фазой сжатия образовались минерализованные зоны повышенной дислоцированности пород, характерными особенностями которых являются сплющивание, рассланцевание и будинаж горных пород. В пределах наиболее минерализованного Центрального рудного поля изумрудоносной полосы месторождения и проявления изумруда и александрита контролируются тремя зонами тектонически меланжированных пород – Малышевской, Сретенской и Зарефтинской.

Мурзинско-Адуйский гранитный массив, в восточном экзоконтакте которого располагается изумрудоносная полоса, имеет верхнепалеозойское заложение и абсолютный возраст 240-295 млн. лет [2].

Граниты разделяются перегородкой кровли на два массива - Адуйский к северу и Каменский к югу от реки Б. Рефт. В строении Каменского массива преобладают существенно плагиоклазовые биотитовые гнейсовидные граниты первой фазы.

Адуйский массив полифациален. Основная фация этого массива представлена нормальными и двуслюдяными двуполевошпатовыми гранитами с шширами и дайками мусковитовых гранитов, аплитов и недифференцированных пегматитов. Граниты порфиroidные, что обусловлено порфиroidными кали-натрового полевого шпата, и по мере увеличения количества порфиroidблaстaв они постепенно переходят в пегматоидные граниты апикальной фации. Граниты этой фации наиболее широко развиты в южной и юго-восточной частях массива. Третьей фацией гранитов Адуйского массива является краевая фация, представленная разгнейсованными гранитами с редкими ксенолитами вмещающих пород. По данным интерпретации геофизических материалов, Адуйский массив – пластобразное тело с вертикальными размерами от 2-3 км на западе до 11 км –на востоке.

Граниты Адуйского комплекса являются наиболее пегматитоносными из всех позднепалеозойских орогенных гранитов района. Дайковый комплекс концентрируется в апикальной и краевой фациях, образуя серии субпараллельных зон, насыщенных маломощными линзами аплитов и пегматитов.

Граниты Адуйского комплекса характеризуются специфической ассоциацией аксессуарных минералов. В повышенных количествах отмечаются магнетит (0,005-0,28 %), ильменит (0,001-0,35 %), апатит (0,003-0,10 %), циркон (0,004-0,02 %), монацит (0,007-0,052 %), гранат (0-0,40 %).

Более поздними являются порфиroidные аляскитовые граниты Малышевского комплекса. Небольшой по размерам массив (1,5x3,5 км) сложен биотитовыми и двуслюдяными среднезернистыми гранитами, окрашенными в розовый и кирпично-красный цвет. Дайки аляскитов этого комплекса развиты в Адуйском и Каменском массивах. Аляскиты отличаются обогащенностью флюоритом, пиритом, мо-

либденитом. Содержание аксессуарных минералов колеблется в следующих пределах: магнетита 0,07-0,50 %, флюорита- до 0,15 %, пирита-0,001-0,65 %. Геохимически эти граниты в отличие от Адуйских характеризуются повышенными концентрациями молибдена, фтора, урана.

К западу от Изумрудных копей вдоль контакта с гранитами расположено Адуйское поле редкометалльных пегматитов. Полоса пегматитов прослежена на протяжении 15 км от Красноармейского (Хитного) месторождения на юге до Полуденского на севере. Жильный комплекс редкометалльных пегматитов образует серии субпараллельных зон. Мелкие жилы имеют аплитовую, неравномернозернистую и графическую структуры. В телах мощностью более 1 м появляются пегматоидная и мелкоблоковая зоны и кварцевое ядро. Для них характерен олигоклаз-микроклиновый состав графических зон и наличие альбит-мусковитового замещающего комплекса.

С верхнепалеозойским гранитным магматизмом парагенетически связаны метаморфизм и метасоматоз, воздействие которых на ультраосновные породы и приводит к образованию изумрудоносных слюдитов. К этому же периоду относится смена фазы растяжения раннегеосинклинальной стадии фазой общего сжатия с наличием между ними промежуточной формы тектонических напряжений, обусловленной продольными тектоническими сдвиговыми нарушениями [5].

Региональное субширотное горизонтальное сжатие привело к подновлению по границе смежных Восточно-Уральского поднятия и одноимённого прогиба ранее заложенных нарушений северо-западного простирания, фиксируемых зонами расланцевания и тектонического разлинзования пород.

В фазу сжатия ультрабазиты подверглись разлинзованию, серпентинизации, оталькованию. Первичные ультраосновные породы – дуниты, перидотиты встречаются в форме будин, заключённых в основной массе тальковых, тальк-актинолитовых, тальк-хлоритовых пород. Падение разломов, фиксированных ультрабазитами, в большинстве случаев восточное и северо-восточное под углами 60-80°. Иногда наблюдаются разломы с юго-западным падением и надвиги. По морфологическим признакам разломы северо-западного простирания относятся к сбросам и сбросо-сдвигам.

Наиболее молодыми по времени заложения являются разломы северо-восточного простирания. Судя по следам скольжения, это сдвиги, развивающиеся по разрывам.

Складчатые структуры в пределах Центрального рудного поля Изумрудоносной полосы представлены Полуденской и Солнечногорской антиклиналями, к осевым частям которых приурочены Малышевский и Большерефтинский выступы Адуйского массива, а также расположенной между ними Черемшанско-Мальшевской синклинали. Последняя фиксируется полосой развития порфириров андезито-базальтового состава. Эти структуры имеют северо-западное простирание и осложнены более мелкими складками различных морфологических типов с северо-восточным и юго-западным падением крыльев под углами 30-80°.

Литература

1. Геология СССР. М., Недра, 1973, т.12., ч.1
2. Геологическое развитие и металлогения Урала/ К.К. Золоев, М.С. Рапопорт, Б.А. Попов и др. – М.; Недра, 1981.
3. Генетические типы гидротермальных месторождений бериллия. Под ред. А.И. Гинзбурга. М., Недра, 1975.
4. Закономерности формирования гидротермальных месторождений бериллия. Под ред. А.И. Гинзбурга. М., Недра, 1977.
5. Плюснин К.П. Методика изучения тектонических структур складчатых поясов (на примере Урала). Пермь, изд. Пермского госуниверситета, 1971.
6. Попов Б.А. и др. Металлогения ранних стадий развития Уральской палеозойской эвгеосинклинали в свете новых данных геотектоники/ В кн: Закономерности размещения полезных ископаемых. Т.12. Доорогенная металлогения эвгеосинклинали. М., Недра, 1978.
7. Смирнов В.Н., Ферштатер Г.Б. Тектоническое районирование территории восточного склона Среднего Урала/ Отечественная геология, 2004, №6. С.53 – 61.

АЛЕКСАНДРИТ. ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ. СТРАНЫ – ПРОДУЦЕНТЫ. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОДУКЦИИ. ЦЕНЫ.

А.И. РУДАКОВ

Томский государственный университет, г. Томск

1. Исторические сведения

Александрит является драгоценной разновидностью минерала хризоберилла - сложного оксида бериллия и алюминия, химическая формула – Al_2BeO_4 . Слово «хризоберилл» происходит от греческих слов «хризос» (золотой) и «бериллос» (берилл) и соответствует желтой и желто-зеленой окраске наиболее распространенных камней. Александрит был впервые найден в 1833 г. на Сретенском прииске Изумрудных копей Урала, том самом месте, где двумя годами ранее в болотистой местности местный крестьянин обнаружил первый русский изумруд. Свое название александрит получил по имени наследника царского престола, сына царя Николая I, родившемуся в Москве 17 апреля 1818 года, которому в год первой находки исполнилось 15 лет. Спустя 22 года, 18 февраля 1855 года, он был коронован на царство под именем Александра II.

Царь Александр II был величайшим реформатором России, чьи реформы по их воздействию на потомков можно сравнить только с преобразованиями Петра Великого и Екатерины II. Славу царя составил манифест об освобождении крестьянского населения от крепостной зависимости, последовавший 19 февраля 1861 года. Он избавил Россию от страшного клейма – рабства, и народ дал царю имя – Освободитель. Так свершилась главная реформа Александра II, на которую не решались русские цари начиная с Екатерины II. Свободу получили 22 миллиона порабождённых

крестьян (четвёртая часть населения тогдашней России). Создалось свободное крестьянское сословие со значительным самоуправлением.

Перечислим и кратко охарактеризуем основные после крестьянской внутренние реформы царя Александра II, направленные на укрепление гражданского общества и усиление государственной мощи.

а) Введение самоуправления. 1 января 1864 г. обнародовано положение о губернских и уездных земских учреждениях. В соответствии с положением, учреждались: в каждом уезде – уездное земское собрание, в каждой губернии – губернское земское собрание, имеющие свои постоянные исполнительные органы, называемые соответственно уездной и губернской земской управой. Земские учреждения решали следующие вопросы: заведовали капиталом и денежными сборами земства; решали дела о развитии местной торговли и промышленности, содержания принадлежащих земству зданий и путей сообщения, дела о помощи бедным, о построении церквей, народном образовании; назначение, взимание и расходование денежных сборов.

б) Судебная реформа. 24 ноября 1864 г. царским указом утверждены Устав уголовного и гражданского судопроизводства и Устав о наказаниях, налагаемых мировыми судьями, ознаменовавшие собой судебную реформу. Эта реформа оказала большое влияние на ход государственной и общественной жизни. Основные принципы реформы:

- полное отделение судебной власти от административной и обвинительной;
- публичность и гласность суда;
- независимость судей;
- адвокатура и состязательный характер судопроизводства, причем важные по тяжести преступлений уголовные дела предписывалось передавать на суд общественной совести в лице присяжных заседателей.

в) Реформа военного управления. 6 августа 1864 г. император утвердил Положение «О военно-окружных управлениях, реформирующее военное управление в стране». В соответствии с Положением, в течение года было устроено 14 военных округов. Во главе каждого округа поставлен командующий, назначаемый по указу царя. 1 января 1874 г. издан Указ о воинской повинности, по которому все мужское население империи подлежит воинской повинности, состоящей из пребывания в течение 6 лет в строю, 9 лет в отчислении и до 40 летнего возраста в ополчении.

г) Реформа народного просвещения. 18 июня 1863 г. издан Устав Российских университетов, определивший их самостоятельность в решении учебных и хозяйственных дел; 14 июня 1864 г. утверждено Положение о начальных народных училищах; 19 ноября 1864 г. появился Устав о гимназиях; 24 мая 1870 г. вышло Положение о женских гимназиях.

д) Реформа печати. В соответствии с обнародованными 6 апреля 1865 г. Временными Правилами по делам печати, все выходящие в столицах периодические издания и сочинения, издания учебных заведений, чертежи, планы и карты освобождены от предварительной цензуры.

Стоит вспомнить и о следующем великом деянии, связанном с именем Александра II. 16 мая 1878 г. Российский император подписал указ, разрешающий уч-

реждение императорского Сибирского университета в г. Томске. Открытие первого в Сибири высшего учебного заведения - Императорского Томского университета состоялось в 1888 г.

Действия Великого Реформатора, Царя - Освободителя, направленные на построение цивилизованного гражданского общества, укрепление России, усиление её мощи и влияния во всём мире, любимого народом, вызвали ярость со стороны людей, недовольных политикой императора и устроивших волну терроризма против государя и его единомышленников.

Его молодость была окрашена радостными, яркими, зелёными тонами – и страшная кровавая мученическая смерть от руки террориста Игнатия Гриневицкого, бросившего в царя бомбу 1 марта 1881 г. Уж не александрит ли, с его, по выражению писателя Лескова, ”зелёным утром и кровавым вечером”, оказал мистическое влияние на жизнь царя?

Мода на александрит как истинно русский камень, меняющий окраску в цветах национального флага и встречающийся только на Урале (в то время других источников его добычи не существовало) была распространена среди монархически настроенной знати Российской империи. Особенную популярность он приобрел после смерти царя Александра II. Его носили в перстнях и называли «вдовьим камнем».

2. Страны – продуценты.

Основными странами (помимо России) – продуцентами александрита являются Бразилия, Танзания, Зимбабве (Родезия), Шри – Ланка, находят его в Индии (штат Креол), Тасмании, Южной Африке (ЮАР).

Бразилия. В Бразилии имеется несколько мест добычи ограночного хризоберилла и александрита. В районе месторождения изумрудов Карнаиба (штат Байя) александрит встречается совместно с бериллом, изумрудом, кварцем, апатитом, турмалином, рутилом, шеелитом, сульфидами Мо, Fe, Cu, приуроченными к биотит – флогопитовым слюдитам на контакте с пегматитовыми жилами, секущими серпентиниты и перидотиты. Александриты мелкие, почти черного цвета.

Штат Минас – Жерайс является наиболее значительным местом добычи александритов. На месторождении Салинас (северная часть штата) совместно с александритом добываются кристаллы бесцветного и розового топаза и полихромного турмалина. Они извлекаются из небольших жил миароловых пегматитов.

В 1987 г. в районе Итабира к северо-востоку от г. Белу-Оризонти открыто месторождение ювелирного александрита наивысшего качества. Камни прозрачные, массой 0,25 – 2 карата, обладают четкой сменой окраски от густой голубовато – зеленой до темно – фиолетовой и розово – красной. Встречаются хризобериллы, обладающие ярко выраженным эффектом кошачьего глаза.

Шри – Ланка. Александриты добываются из россыпей в Латпандуре и по качеству не уступают уральским камням, а по размерам часто превосходят их. Недостатками шриланкийских александритов являются коричневатый оттенок вследствие повышенного содержания железа, что сказывается на чистоте окраски, а также менее резкая, чем в уральских камнях смена окраски и часто встречающийся глазковый эффект.

Танзания. Александрит добывается в районе озера Маньяра совместно с изумрудом и рубином. Месторождение сложено метаморфическими породами древнего складчатого фундамента восточной Африки. Вмещающие сланцы состоят из актинолита, энстатита, железистого оливина, хондрита, хризотила, плеонаста. Минерализация связана с воздействием богатых бериллием растворов на метаморфические породы ультрамафического состава, содержащие хром. Минерализованные участки находятся на контакте слюдяных сланцев с пегматитами. Александрит ассоциирует с желтым хризобериллом, изумрудом, апатитом, гранатом, шпинелью, оливином, клинопироксеном, синим корундом, фенакитом, темным турмалином, светлым бериллом. Форма кристаллов призматическая, части тройники. Окраска – голубовато - зеленая (дневной свет), малиново - красная (при электрическом освещении). Для кристаллов александрита характерны дефекты в виде жидких и твердых (актинолит, апатит, биотит) включений и трещин, темная окраска со слабым изменением интенсивности и оттенка основного фиолетового цвета при смене освещения. Однако встречаются и бездефектные кристаллы, из которых гранятся высококачественные камни весом до 5 карат.

Зимбабве (Ю. Родезия). В 50 – 60 гг. на юго – востоке страны открыт ряд крупных месторождений слюдитового типа (Сандавана, Чикванда, Мустард, Родезия Джем, Новело Проспект, Твин Стар, Мачингве), на которых наряду с изумрудом добывается александрит. Все они располагаются в районе развития древних зеленокаменных и ультрамафических пород комплекса основания, интрудированных гранитами. Для александритов характерны насыщенность включениями, темный цвет и слабый дихроизм. В россыпях Сомабале встречается совместно с изумрудом.

Россия. Первые хризобериллы с резкой сменой окраски были обнаружены в 1833 году на Сретенском прииске Изумрудных копей, исследованы минералогом Н. Норденшельдом.

Александриты выявлены на всех эксплуатировавшихся в разное время месторождениях Изумрудных копей, но основное количество сырья добыто на Зарефтинских приисках, из которых «главные массы были найдены в знаменитом Красноблотном прииске» [3, стр. 50]. Добыча александритов по данным А.Е. Ферсмана (1922), составила за период 1833-1882 гг. более 5 пудов, или 80,74 кг. Сведения о более поздней добыче до 1915 года, а также за период эксплуатации копей в советский период (до 90-х годов) скудны и составить цельную картину о добыче александрита не представляется возможным. Это связано с отсутствием рыночных отношений и закрытостью страны в период 1917-1990 гг. В результате уникальное Мариинское месторождение до 70-х годов эксплуатировалось как бериллиевое с целью добычи металла, а изумруд добывался попутно. «Плана» по добыче александрита не было, вследствие чего эти камни расходились по рукам или сбрасывались в отвал.

3. Требования к продукции. Цены.

Известно, что начало подъема цен на александрит на международном рынке относится к 1974 году, когда на аукционе Сотби камень весом 35,72 карата был продан за 45 тысяч фунтов стерлингов. В конце 70-х - начале 80-х годов цены на алек-

сандрит составляли от 2100 до 2300 долларов США за один карат. По данным «Джеюлерз Секьюлер Кистоун» пределы колебаний цен на минералы группы хризоберилла в США составляли в то время (в долларах за карат):

- кошачий глаз (зеленый, желтый) - 200-500;
- александрит (зеленый, фиолетовый) - 1000-10000;
- хризоберилл (золотистый, зеленый) - 50-300.

На крупнейшем в мире американском рынке драгоценных камней ограночные камни в торговле подразделяются на две основные категории: «Fine» и «Good». Критерии камней обычные: цвет, чистота, форма и качество огранки. При определении цвета учитываются оттенок, тон и интенсивность окраски. Камень, относящийся к высшей категории – «Fine» – должен иметь определенный тон с незначительным (светлым или темным) оттенком.

Категория «Good» предусматривает отклонение от требований по тону, оттенку и интенсивности окраски.

Чистота в каждом конкретном случае оценивается в зависимости от вида (категории) камня. Камень категории «Fine» может иметь незначительные включения, видимые при 10 – кратном увеличении; камень категории «Good» имеет включения, видимые невооруженным глазом.

Огранка – последний по значению фактор, влияющий на стоимость камня, однако плохая огранка может значительно ее снизить. Камни категории «Fine» могут иметь очень небольшие отклонения от требуемых пропорций и качества полировки, в категории «Good» эти отклонения могут быть значительными.

К основному показателю качества александритов относится степень изменения окраски или цветового фона – так называемый «александритовый эффект».

Ниже приведены цены на уральские александриты.

Категория «Fine», характеристика александритового эффекта – «strong color change», вес 1-3 карата, цена 2000-20000 \$/карат. Категория «Good», характеристика александритового эффекта – «good color change», вес 1-3 карата, цена - 1000-3000 \$/карат.

По данным Синкенкеса [4], уральские александриты «чистой воды» не имеют себе равных.

Бразильские и шриланкийские камни значительно уступают в цене уральским александритам. Цена на них составляла от 250 до 2500 \$/карат в камнях весом от 1 до 10 карат.

Литература

1. Смит Г. Драгоценные камни. – М.: Мир: 1984.
2. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П. Геология месторождений драгоценных камней. - М.: Недра:1982.
3. Ферсман А.Е. Драгоценные и цветные камни России. Том 1, 4-я Государственная типография. 1920.
4. Standart catalog of gem valves. Sinkankas.,Tucson., Arisona. 1994.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ ГЕММОЛОГИИ. ОСОБЕННОСТИ РЫНКА ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ В ИНДИИ

Д.Г. САЛЯТОВ

Томский государственный университет, г. Томск

Поводом для написания данной статьи послужила недавняя многоцелевая поездка автора в страну экзотики, палящего солнца и несметных богатств – Индию. Истории о сказочных сокровищах Махараджей скорее напоминают о былой славе и благосостоянии Индии, утерянных в последние десятилетия в погоне за западным стилем жизни и эфемерными ценностями «американской мечты», чем описывают современное экономическое состояние этого государства. Однако глубокие духовные традиции нации и по сей день дают силы иметь доброе отношение ко всему живому, не поддаваться собственному эгоизму и с открытым сердцем помогать совершенно чужому человеку.

Нет зависти и злости, редкие конфликтные ситуации больше похожи на безобидную игру.

Если религиозность находится в сердце индийского народа, то тяга к торговле – в их крови. Индусы торгуются очень искренне и ценят общение – сам процесс, к результату привязаны не сильно, для них важно, чтобы обе стороны были довольны, поэтому всегда готовы уступить в цене и угостить Пепси.

Оборот ювелирных изделий и драгоценных камней на внутреннем рынке розничной торговли занимает далеко не последнее место. На главных улицах крупных городов можно видеть множество ювелирных магазинов и лавок, которые порой образуют непрерывную череду протяженностью в первые десятки метров по обе стороны от дороги.

В небольших городах, являющихся туристическими центрами разной направленности, часто это религиозный туризм, - Вриндаван (равноудален на 70-100 км от Дели и Агры, 15 км от ст. Матхура), Джаганнатха-пури на берегу Бенгальского залива Индийского океана (в 40 км от Бхуванешвара – столицы штата Орисса), также можно обнаружить множество лавок местных ремесленников и приезжих дельцов, торгующих ювелирными украшениями.

И конечно огромное значение имеет Джайпур (столица шт. Раджастан) – город с пятимиллионным населением и незабываемыми крепостями и дворцами, выполненными из розового песчаника (центр называют Pink-city – розовый город). Джайпур является одним из значительных мировых центров ювелирного производства, так же там расположено предприятие по огранке бриллиантов. Нам удалось познакомиться с владельцем второго по величине ювелирного предприятия Джайпура со штатом более 250 человек, который любезно продемонстрировал коллекцию ювелирных изделий и ограненных вставок из драгоценных камней собственного производства. Сам он «родился среди драгоценных камней», т.к. этот бизнес был начат ещё его дедом более 30 лет назад.

В ассортименте можно выделить как изделия, предназначенные для внутреннего рынка с характерными орнаментами и формой, так и товар более привычного

вида предназначенный для экспорта за рубеж, схожий с тем, который можно видеть в наших салонах со штампом «импорт» на ярлычке. Наряду с относительно недорогими изделиями с цветными камнями и бриллиантами можно было видеть и поистине королевские драгоценности исключительной красоты и ... стоимости. Особенно запомнился кашмирский сапфир великолепного васильково-синего цвета огранки «сердце» массой около 10 карат в обрамлении множества бриллиантов. Среди ограненных вставок помимо распространенных недорогих самоцветов – топазов, гранатов (альмандины), аметистов, турмалинов разных окрасок, особняком стояли камни первого порядка – рубины, сапфиры, изумруды и бриллианты. Последние ценятся особенно высоко и отношение к ним необычное – их всегда демонстрируют с серьезным лицом и хранят отдельно от цветных камней. Бриллианты, как правило, среднего качества, нередко с коричневым нацветом и классом обработки в соответствии с Российскими ТУ (№ 25-07.1319-77) не выше «Б». Закономерным показались нам повышенные значения углов наклона граней коронки у средних и крупных бриллиантов, вероятно с целью сохранить массу, что приводило к ухудшению игры и потемнению в области шипа.

В противовес мнению о некачественной индийской огранке цветных камней, нужно заметить, что экземпляры джайпурского производства отличаются очень хорошими пропорциями и качеством обработки поверхности. Однако большинство камней, которые можно обнаружить практически в любой индийской ювелирной лавке, имеют плохую огранку, низкие качество и цену.

Настоящие бриллианты вам предложат далеко не в каждом магазине, а вот American diamond (американский бриллиант) – почти везде и по очень привлекательным ценам от 50 рупий до 50 долларов в зависимости от количества глупости на вашем лице (обман для торговца – момент игры, а не грех). Почувствовав вашу компетентность в данном вопросе, сознаются, что настоящих бриллиантов не имеют.

Алмазное сырьё поставляется из разных месторождений – из Южной Америки, ЮАР и других мест. Качественное изумрудное сырьё привозят из Колумбии, рубины из Бирмы, сапфиры из Кашмира, синие сапфиры светлых тонов, желтые сапфиры и падпараджу – со Шри Ланки. Натуральный красный коралл – из Италии. Бирюзу – из Афганистана.

Натуральный жемчуг – с Бенгальского залива, однако, хорошие образцы встретить практически невозможно, жемчужины же неправильной формы продаются повсеместно.

Для изготовления ювелирных изделий чаще используется золото 750 пробы интенсивного золотисто-желтого цвета, компании ориентированные на западного покупателя производят украшения из более популярного у нас сплава с розоватым оттенком. Содержание благородного металла в сплаве обычно соответствует заявленному.

Некоторые изделия имеют примитивные клейма, обозначающие содержание благородного металла в сплаве в метрической системе, но большая часть изделий не клеймится.

Разнообразны изделия из серебра – практически всё, что можно себе представить от колец до посуды, причем, довольно массивной. Некоторые производители

используют в качестве вставок в серебряные изделия камни первого порядка, но невысокого качества. Бриллианты в таких изделиях, например, гранятся розой и имеют явный коричневый оттенок.

Из современных технологий гальваники широко применяется родирование – как золотых, так и серебряных изделий.

В заключение хотелось бы оградить путешественника от необдуманных капиталовложений в ювелирные изделия и, особенно, драгоценные камни. Личная геммологическая практика показывает, что подобные мероприятия зачастую оказываются невыгодными и даже убыточными, если вы не знакомы с геммологией и не имеете возможность получить консультацию специалиста. Вы легко сможете купить крупный бриллиант и потерять несколько тысяч долларов из-за того, что не придали особого значения мелким включениям и небольшому желтоватому оттенку. И это не самый худший исход. Что бы найти реальные экономические контакты, в Индии надо жить, а не быть проезжим туристом, для которого всегда найдется «low price, best quality...».

САМОЦВЕТЫ В ЭКСПОЗИЦИИ ТОМСКОГО МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

В.Л. СВЕШНИКОВА

Томский государственный университет, г. Томск

Прекрасен и увлекателен мир камней – самоцветов. Они с древности влекли и по сей день влекут к себе человека, завораживая яркостью и многообразием окраски, гармонией кристаллов и игрой цветов. Получить представление о каменных самоцветах конечно можно по витринам ювелирных магазинов. Но чтобы проникнуть в мир этих удивительных произведений природы, надо обратиться к коллекциям минералогического музея. Такого, например, как наш университетский.

Великолепные коллекции минералов собраны и выставлены здесь в витринах. В каждой можно увидеть чудесный каменный цветок, но более привлекательны в этом отношении центральные витрины. В них выставлены наиболее эффектные и красивые образцы природных самоцветов. Здесь также помещены тексты, дающие информацию о каждом самоцвете, легенды и поверья связанные с ним и даже романтические стихи.

В одной из витрин можно увидеть самый прекрасный и самый дорогой самоцвет. Это рубин, красная разновидность корунда, распространенного природного соединения окиси алюминия. Красная окраска появляется тотчас, как только в решетку минерала на место части трехвалентных ионов алюминия встанет хром, превращающий бесцветный корунд в рубин. Этот самоцвет в старину на Руси называли яхонтом. Много легенд и преданий связано с этим камнем. Лучшие рубины кроваво-красного цвета добывают в Бирме. В музее выставлены образцы из Бирмы, Памира, Кольского п-ва, Урала.

Но вот перед нами другой самоцвет – сапфир. Наиболее дорогой и красивый из синих камней. Он, как и рубин является разновидностью корунда, но причина ок-

раски сапфира – двухвалентное железо, титан, а иногда и тончайшее включение титановых минералов. Наиболее ценятся васильково-синие сапфиры, а голубые звездчатые сапфиры всегда вызывают у всех восторг и очарование их и называют звездным камнем. В отполированном кабашоном сапфире четко видна светлая сияющая звездочка с тремя, шестью или двенадцатью лучами. Стоит повернуть и наклонить камень и звездочка скользнет по поверхности полусферы, качнешь обратно и она снова окажется наверху. Встречаются и звездные рубины, но гораздо реже, чем сапфиры. Сапфиром называют и все остальные корунды самых различных цветов кроме красного.

Таинственно сверкают топазы из месторождений Урала, Забайкалья, Украины. Сказочно красивый камень. Часто встречается в виде хорошо образованных кристаллов, облик которых сильно варьирует в разных месторождениях в зависимости от условий образования. Топаз характеризуется ярким блеском и прозрачностью. Окраска его всегда естественна и напоминает капли утренней росы, сверкающие на солнце, как бриллианты. Очевидно, поэтому в древности и считали, что люди носящие топаз, всегда становятся честными, порядочными и великодушными.

Есть среди самоцветов чудесный зеленый камень, наиболее любимый человеком с глубочайшей древности. Это – изумруд – густо-зеленая хромсодержащая разновидность берилла. Удивительная зелень камня имеет разные тона и оттенки. «Нет другого камня, цвет которого был бы приятнее для глаза, ибо мы с удовольствием смотрим также на зеленую траву и лиственные древесное» - писал Плиний Старший об известных египетских и скифских изумрудах.

Действительно цвет этого чуда природы напоминает нам то весеннюю раннюю травку, только что пробившуюся из-под снега, то зелень едва распутившихся листьев, просвечивающих на солнце.

Рядом с изумрудом в витрине его младший брат аквамарин – голубой, зеленовато-голубой прозрачный берилл. Цвет его можно сравнить со светлой морской водой. Причем блеск и красота его не уменьшается при вечернем и электрическом освещении, а иногда он даже сверкает еще ярче. Прозрачные голубые бериллы редки. Как правило, кристаллы их замутнены многочисленными трещинками, их канальчики забиты пузырьками жидкости и газа, но даже такие они удивительно хороши.

Завораживают своей красотой кристаллы и жеоды аметиста – фиолетовой разновидности кварца. Этот самоцвет человек издавна полюбил за редкий в природе фиолетовый цвет и гармонию кристаллов. Окраска в кристалле аметиста почти всегда распределена неравномерно – основание обычно мутное и белесое, а кончик кристалла чаще темный и прозрачный. Удивительно привлекательны аметисты Среднего Урала, они не теряют красоту и сочность тона и при искусственном освещении в отличие от аметистов других месторождений.

В одной из витрин рассыпаны сверкающие кристаллы граната. Здесь огненно-красный пироп из кимберлитов Якутии, красный альмандин из Карелии, изумрудно-зеленый гроссуляр из Якутии. Но особенно притягивает внимание сверкающий блестящий демантоид – это зеленого цвета жизнерадостная разновидность андрадита. Цвет его чист и прозрачен, как цвет изумруда. Нередко его и называют «уральским изумрудом». Прекрасен и уральский уваровит. Цвет его изумрудно-зеленый.

Хотя минерал и образует мелкокристаллические корочки в трещинах и полостях, но они необычайно красивы, и всегда радуют глаз.

А вот наше внимание привлекают вазочка и отполированные образцы из скалочного узорчатого камня. Это – малахит – один из красивейших самоцветов. По выражению А.Е. Ферсмана « Это камень яркой, сочной, жизнерадостной и вместе с тем шелковисто-нежной зелени». Дети всегда завораживающе смотрят на него и говорят, что о нем они читали в сказках П. Бажова.

Малахит издавна привлекал внимание людей. Им украшали здания, залы, изготовляли камни, амулеты, украшения. Однако большую популярность он получил после открытия крупных уральских месторождений. Известные месторождения на Урале Гумешевское и Медноруднянское практически полностью выбраны. Открыты месторождения в Заире, на юге Австралии, США. Но по цвету и красоте узоров малахит этих месторождений не может сравниться с уральским.

Нельзя пройти мимо, не любуясь красотой сиреневого камня. Это чароит – символ российского ювелирного камня. Он был открыт в 1978 году на р. Чаре в Забайкалье, отсюда и произошло его название. Этот самоцвет имеет яркую окраску от нежно-сиреневой до искрящейся фиолетовой. А при полировке на нем выявляется красивый узор из сливающихся друг с другом струй различных сиреневых и фиолетовых оттенков. Чароит действительно уникален и по окраске, и по свойствам и месторождение его «Сиреневый камень» единственное в мире. Поэтому он быстро стал одним из самых популярных ювелирно-поделочных камней и завоевал международное признание.

Удивительно привлекательными и красивыми выглядят отполированные образцы агатов из разных месторождений. Плавно текут от камня к камню прихотливые завитки тонких линий, меняются акварельно-живописные пейзажи. Каждый агат неповторим, имеет свои отличия, хотя кажутся все похожими друг на друга. Хорошо представлена коллекция облагороженных агатов, собранная с берегов р. Томи в окрестностях любителем этого камня Яковлевым В.М. Пленяют своей красотой пейзажные агаты, в срезах которых можно увидеть настоящие живописные картины. Художники – ювелиры и умельцы любят этот самоцвет. Прикосновение вдохновенных рук мастера делает этот камень еще более сказочным.

Не менее впечатляет яшма – королева русских самоцветов. Природа наделила ее богатейшей цветовой гаммой – от холодного голубовато-серого до жаркого оранжевого и пурпурного. «Я не знаю другого минерального вида, который был бы более разнообразен по своей окраске, чем яшма; все тона за исключением чисто синего, нам известны в яшме и переплетаются они иногда в сказочную картину», - так писал о яшме академик А.Е. Ферсман. Вот такое широкое и разнообразное сочетание красок и их оттенков создают удивительные картины, пейзажи и рисунки. И сегодня, рассматривая некоторые образцы яшм, посетители не могут поверить, что все это нарисовано природой.

Притягивает глаз ярко синий камень, подобный темному южному небу – это лазурит. Его нельзя спутать ни с каким другим минералом, его густая бархатная синева пронизывает белоснежный мрамор, расплываясь неровными прожилками и пятнами. Скопления лучшего лазурита встречаются в поднебесных снежных горах. Поэтому его и называют минералом заоблачных высот. Лазурит очень редко обра-

зует месторождения. Веками было известно только одно месторождение в мире в провинции Афганистана Бадахшан. Затем был открыт байкальский лазурит, о котором так писал А.Е. Ферсман: «Есть, однако, один сорт лазурита, который хорош и вечером, - это байкальский лазурит – к мягкому синеватому его колориту примешивается заметно фиолетовый оттенок». Позже было открыто третье месторождение в горах Памира, лазурит здесь очень похож на бадахшанский. В витринах музея представлены образцы этого самоцвета из всех перечисленных месторождений.

В одной из витрин выставлены ювелирные изделия из природных самоцветов выполненные как профессиональными ювелирами, так и любителями камня. Возле нее постоянно много посетителей. Это и понятно. Красота цветных камней очаровывает, радует и поднимает настроение. И многим посетителям хочется вновь прийти в минералогический музей и встретиться с уникальнейшими созданиями природы, подарить им частичку своей любви и теплоты.

ВКЛЮЧЕНИЯ В САПФИРАХ РОССЫПИ ДАК НОНГ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УСЛОВИЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ КОРУНДА В ЗЕМНОЙ КОРЕ СРЕДНЕГО ВЬЕТНАМА

С.З. СМИРНОВ¹, А.Э. ИЗОХ², ЧАНГ ЧОНГ ХОА³, НГО ТХИ ФЫОНГ³, В.В. КАЛИНИНА¹, Л.Н. ПОСПЕЛОВА⁴

¹Институт минералогии и петрографии СО РАН, г. Новосибирск;

²Институт геологии СО РАН, г. Новосибирск;

³Институт геологических наук Вьетнамской Академии Наук и Технологий, г. Ханой (Вьетнам);

⁴Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии СО РАН, г. Новосибирск

Введение

Сапфировые месторождения Среднего Вьетнама являются важным источником ювелирного сырья на рынках Юго-Восточной Азии. Большая часть их связана с проявлениями базальтового магматизма неоген-четвертичного возраста. Этот факт делает месторождения Среднего Вьетнама похожими на знаменитые месторождения Таиланда, Лаоса и Австралии.

Основное внимание в данной работе уделялось сапфирам из россыпного месторождения Дак Нонг, приуроченного к латеритам, развивающимся по щелочным базальтам на выступе Контум в Среднем Вьетнаме. Составы минералов и включений в них были определены на электронном микрозонде Camebax Micro (АЦ ОИГ-ГМ СО РАН, г. Новосибирск). Содержание редких и рассеянных элементов измерялось методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS) с применением лазерной абляции и методом вторично-ионной масс-спектрометрии (SIMS). Анализы ICP-MS выполнялись в АЦ ОИГГМ СО РАН на масс-спектрометре Element. Анализы методом SIMS выполнялись на ионном микрозонде Cameca ims-4f в Институте микроэлектроники и информатики РАН (г. Ярославль). Иссле-

дование включений в сапфирах методом EDS проводилось на сканирующем электронном микроскопе LEO 1430 VP с рентгеноспектральной приставкой. Для анализа состава флюидной фазы и диагностики некоторых минералов использовался метод спектроскопии комбинационного рассеяния.

Минералогия россыпи Дак Нонг.

Сапфиры представляют собой кристаллы и обломки кристаллов со средней и слабой степенью окатанности. В большинстве своем они имеют темно синюю и сине-зеленую окраску. Изредка в этой же россыпи встречаются сапфиры розового цвета. Спектроскопические исследования показали, что окраска сапфиров синих цветов обусловлена переносом заряда между Fe^{2+} и Ti^{4+} , а розовых цветов – наличием ионов Cr^{3+} . Окраска сапфиров имеет зонально-секториальный характер. Большинство кристаллов содержит слабо окрашенное или бесцветное ядро и густо окрашенные внешние зоны. Сапфиры россыпи Дак Нонг характеризуются повышенными содержаниями Ta, Nb и пониженными – Ga. Помимо сапфира в россыпи присутствуют ортопироксен энстатитового состава, турмалины шерл-дравитового и увит-шерл-дравитового ряда и циркон. Рудные минералы представлены шпинелью, относящейся к рядам алюмошпинель-магнетит и алюмошпинель-хромит, и ильменитом, содержащим до 5 мас.% MgO. Существенно реже встречается полевой шпат, отвечающий по составу анортоклазу.

Циркон является единственным минералом месторождения Дак Нонг, который встречен как непосредственно в россыпи, так и в виде включений в сапфире. Россыпные цирконы содержат 0,6 – 1,2 мас.% HfO_2 и крайне незначительные количества U и Th. Среди включений в цирконе установлены: бадделит, турмалин, вероятно фюгитового состава, и жадеит.

Включения в сапфирах

Сапфиры содержат включения сингенетичных им минералов и минералообразующих сред, а также кристаллические включения, образовавшиеся при распаде корундового твердого раствора (топотаксические включения).

Минеральные включения

К топотаксическим относятся включения гематита, псевдобрукита и хегбоми-топодобного минерала. Эти включения образуют пластинчатые вросстки и ламели, приуроченные к ядерным частям или к определенным секторам роста кристаллов сапфира. Характерной особенностью включений гематита является высокое содержание в них Al_2O_3 и TiO_2 . В зонах с обильными включениями содержание Al_2O_3 в гематите достигает 17 – 18 мол.%, в то время как в корунде содержание Fe_2O_3 достигает порядка 3 мол.%.

Минеральные включения, захваченные в процессе роста сапфира, представлены цирконом, плагиоклазом и ферроколумбитом.

Циркон обнаружен в виде хорошо образованных призматических кристаллов с основными формами $\{110\}$ и $\{101\}$. Для цирконов-включений характерны повышенные концентрации РЗЭ, Hf (около 2,5 мас.% HfO_2), Th и U. Характер распределения РЗЭ в изученных цирконах похож на распределение РЗЭ в цирконах из сапфиров щелочных базальтоидов Австралии, Лаоса, Китая и Таиланда. Основываясь на данных Гуо с соавторами [1], можно предположить, что цирконы относятся к щелочно-сиенитовому или гранитоидному парагенезису. Принципиальные разли-

чия между составами россыпных цирконов (см. выше) и включений в сапфирах позволяют утверждать, что цирконы россыпи и включения в сапфирах относятся к разным парагенезисам и образовались в разных условиях.

Плагиоклаз образует пластинчатые кристаллы. Состав плагиоклаза соответствует альбит-олигоклазу с содержанием An около 12 мол. %.

Колумбит характеризуется пониженным содержанием MnO (около 3,6 мас. %) и повышенным содержанием ZrO₂ (около 0,8 мас. %).

Включения минералообразующих сред.

Некоторые кристаллы сапфира из россыпи Дак Нонг содержат обильные флюидные и расплавные включения. Флюид имеет углекислотный состав. Некоторые расплавные включения содержат гетерогенное флюидное обособление, состоящее из жидкой и газообразной CO₂. Микротермометрические исследования показали, что плотность гомогенной флюидной фазы в процессе образования сапфира составляла 0,59 – 0,71 г/см³. Силикатная составляющая расплавных включений представлена либо стеклом, либо раскристаллизованным агрегатом. Раскристаллизованный агрегат начинает плавиться при 685°C, а последний кристалл растворяется в расплаве при 740–780°C. Стекло стекловатых включений размягчается при 725–860°C. Когда стекло переходит в жидкое состояние пузырек приобретает подвижность и перемещается в вакуоли. Этот факт свидетельствует в пользу крайне низкой вязкости расплава. В силу гетерогенности вещества включений в момент захвата температуру гомогенизации удалось определить только для включений с наиболее мелким пузырьком. Она составила 930 – 1100°C. Учитывая плотность сосуществующего с этим расплавом флюида можно оценить давление порядка 2,3 – 3,8 кбар. Стекла непрогретых расплавных включений близки по составу к расплавам щелочно-сиенитового состава (SiO₂ – 56 – 60 мас. %, сумма щелочей ~ 6 мас. %). Обращает на себя внимание крайне высокое содержание алюминия (23 – 30 мас. %) и низкие содержания MgO и CaO. В то же время, расплавы характеризуются значительными содержаниями TiO₂ (0,13 – 4,9 мас. %), FeO (0,3 – 2,8 мас. %) и MnO (0,3 мас. %). Несмотря на значительную потерю щелочей во время анализа, содержание щелочей во включениях остаются повышенными. Интересно отметить, что в стекловатых включениях преобладает Na, а в раскристаллизованных – K. Методом КР спектроскопии установлено, что в стекле стекловатых включений содержится растворенная CO₂, а в раскристаллизованном агрегате карбонатные минералы.

Обсуждение результатов

Известно, что глинозем хорошо растворяется в силикатных расплавах, богатых Na. Кристаллизация же свободного глинозема в виде корунда из силикатных расплавов сдерживается его высоким сродством к натрию и кремнезему. Это выражается либо в кристаллизации щелочных полевых шпатов и фельдшпатоидов, либо в образовании силикатов алюминия (группа силлиманита – андалузита – дистена). Таким образом, кристаллизация корунда возможна из относительно низкремнистых расплавов, содержащих глинозем в количествах, значительно превышающих содержание щелочей. Как показывает практика, такими породами являются щелочные сиениты миаскитового ряда и средние породы монцитового состава [2].

Для кристаллизации корунда непосредственно из щелочно-базальтоидной магмы необходимо нейтрализовать влияние щелочей. В противном случае произойдет свя-

зывание глинозема с щелочами в форме щелочных полевых шпатов или нефелина. Этот факт, а также нахождение кристаллов корунда в ксенолитах средних пород в базальтах, корродированность поверхности вкрапленников корунда и т.п., заставляют считать их ксеногенными по отношению к щелочным базальтоидам [1, 3, 4, 5, 6]. Это предположение подтверждается более поздними работами по геохимии стабильных изотопов. [7, 8]. Однако подтверждение ксеногенности корунда по отношению к базальтам и даже по отношению к верхнемантийным породам не дает оснований сделать прямой вывод об условиях корундообразования. Недавними работами было установлено, что корунды, выносимые базальтами, имеют различное происхождение. Изотопные и геохимические исследования позволяют сделать предположение, что среди рубинов и сапфиров, связанных с щелочно-базальтоидным вулканизмом имеются магматические, метаморфические и метасоматические [8, 9, 10, 11].

Сравнение минералогии россыпи Дак Нонг и парагенезисов минеральных включений в кристаллах сапфира показывает, что образование сапфира не связано с образованием горных пород, послуживших источником для образования россыпи. Основываясь на минеральном составе россыпи, можно заключить, что главным источником материала послужили непосредственно щелочные базальтоиды (ортопироксен и хромистая шпинель) и метаморфические породы обрамления (турмалин, полевой шпат и циркон).

Результаты исследования ассоциаций минеральных включений и включений минералообразующих сред в сапфире позволяют сделать вывод, что образование сапфира происходило из магматического расплава, который имел, вероятно, щелочно-салический состав. Кристаллизация протекала в коровых условиях при температурах 930 – 1100°C и давлениях не выше 3,8 кбар. Вероятнее всего синие корунды кристаллизовались при высоком содержании Fe^{3+} . Экспериментальные исследования показывают, что кристаллизация высокожелезистых корундов, аналогичных сапфирам Дак Нонг, при давлениях порядка 3 кбар возможна при температурах 1100 – 1200°C и более [12]. Таким образом, кристаллизация сапфиров россыпи Дак Нонг вероятно протекала в более широком диапазоне температур, чем было зафиксировано по температурам гомогенизации расплавных включений. Кристаллизация сапфиров Дак Нонг происходила в присутствии углекислотного флюида, что свидетельствует о насыщенности расплава летучими компонентами. Вероятно, насыщенность сиенитового расплава углекислотой и значительная доля калия среди щелочных компонентов расплава и определили возможность кристаллизации свободного глинозема из щелочного магматического расплава. Обогащенность сиенитовых расплавов Fe и Ti определили доминирующую окраску корунда в синих, желтых и зеленых тонах, так называемый BGY тип.

Заключение.

Сапфиры россыпи Дак Нонг образовались из магматического расплава щелочно-салического состава, кристаллизовавшегося в коровых условиях. Щелочные базальты играли роль транспортера, прорывая на пути к поверхности магматические тела корового происхождения. Однако, повсеместная приуроченность сапфиров Среднего Вьетнама к проявлениям щелочно-базальтоидного вулканизма и отсутствие выходов на поверхность тел, содержащих сапфиры, аналогичные россыпи

Дак Нонг, заставляет предположить генетическую связь между основным магматизмом и образованием сапфириносных магматических пород региона. При этом щелочно-салические расплавы могут являться как продуктами дифференциации щелочно-базальтоидной магмы, так и могут образоваться в результате частичного плавления богатого глиноземом корового субстрата, инициированного тепловым воздействием щелочно-базальтоидных расплавов.

Литература

1. Guo, J., O'Reilly, S. Y., et al. Zircon inclusions in corundum megacrysts: I. Trace element geochemistry and clues to the origin of corundum megacrysts in alkali basalts. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 1996, **60**(13): 2347-2363.
2. Simonet, C., Paquette, J. L., et al. The Dusi (Garba Tula) sapphire deposit, Central Kenya—a unique Pan-African corundum-bearing monzonite. *J. African Earth Sci.*, 2004, **38**(4): 401-410.
3. Sutherland, F. L., Hoskin, P. O. W., et al. Models of corundum origin from alkali basalt terrains: a reappraisal. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1998, **133**: 356-372.
4. Krzemnicki, M. S., Hanni, H. A., et al. Investigations on sapphires from an alkali basalt, South West Rwanda. *J. Gemmol.*, 1996, **25**(2): 90-106.
5. Guo, J., O'Reilly, S. Y., et al. Corundum from basaltic terrains: a mineral inclusion approach to the enigma. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1996, **122**(4): 368-386.
6. Barr, S. M., Dostal, J. Petrochemistry and origin of megacrysts in Upper Cenozoic basalts, Thailand. *J. Southeast Asian Earth Sci.*, 1986, **1**(2): 107-116.
7. Yui, T.-F., Khin Zaw, et al. Oxygen isotope composition of the Denchai sapphire, Thailand: a clue to its enigmatic origin. *Lithos*, 2003, **67**(1-2): 153-161.
8. Garnier, V., Ohnenstetter, D., et al. Basalt petrology, zircon ages and sapphire genesis from Dak Nong, Southern Vietnam. *Miner. Mag.*, 2005, **69**(1): 21-38.
9. Sutherland, F. L., Schwarz, D. Origin of gem corundums from basaltic fields. *Austr. Gemmol.*, 2001, **21**(1): 30-33.
10. Sutherland, F. L., Graham, I. T., et al. Sapphire-ruby-zircon deposits from basaltic fields, West Pacific continental margins. In: “*Metallogeny of the Pacific northwest: tectonics, magmatism and metallogeny of active continental margins*”, Eds. Khanchuk. et al. 2004, Vladivostok, Dalnauka: 385-387.
11. Graham, I. T., Sutherland, F. L., et al. Polygenetic corundums from New South Wales gemfields, Australia. In: “*Metallogeny of the Pacific northwest: tectonics, magmatism and metallogeny of active continental margins*”. Eds. Khanchuk et al. 2004, Vladivostok, Dalnauka: 336-339.
12. Feenstra, A., Samann, S., et al. An experimental study of Fe–Al Solubility in the system corundum–hematite up to 40 kbar and 1300°C. *J. Petrol.*, 2005, **46**(9): 1881-1892.

**РОЛЬ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ХАЛЦЕДОНА
ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ
РОССЫПЕЙ АГАТА И ХАЛЦЕДОНА
(НА ПРИМЕРЕ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ РОССЫПЕЙ Р. ТОМИ
И АМУРА И ЭОЛОВЫХ РОССЫПЕЙ КАЗАХСТАНА)**

О.А. СМОЛЕНЦЕВ

Томский политехнический университет, г. Томск

Имея известный опыт сбора халцедоновой и агатовой гальки в течении 34 лет на гравийных отложения реки Томи в пределах города Томска, автор решил обобщить свои личные наблюдения и изложить в этой статье. Одновременно описаны собственные наблюдения за поведением халцедоновой и агатовой гальки в степных россыпях, в гравийных отвалах и карьерах, и просто на дорогах с гравийным покрытием.

Известно, что плотность основных компонентов речного аллювия составляет для халцедона – 2,34 - 2,36 г/см³; кварцевый песок – 2,4 г/см³; яшмы – 2,5 г/см³; кварца – 2,651 г/см³ и интрузивных горных пород 2,6 - 2,7 г/см³. Плотность халцедона и агатов, в том числе окрашенных, всегда будут несколько меньше кварца, так как халцедон имеет тонкокристаллическое, волокнистое строение с большим числом пустот между волокнами, заполненных водой, газом и красителями в виде оксидов, гидроксидов, солей железа, марганца, никеля или углистого вещества. Такой галечник будет всегда находиться в более легкой фракции речной аллювия. Если подобрать галечник кварцевого, кварцитового, яшмового и другого состава, приблизительно одного размера и бросить в эту кучу несколько галек халцедона и агата того же размера и перемешав содержимое, высыпать в емкость и опустив ее в воду аккуратно, равномерно потрясти в воде, то через некоторое время можно заметить, что большая часть халцедоновых галек окажется в верхнем слое галечника. Это является следствием того, что происходит дифференциация галек по плотности в пределах емкости. Более легкие халцедоновые гальки оказываются в верхнем слое.

Такая же дифференциация происходит и в естественных условиях при движении речного аллювия. Галечки халцедона и агатов как бы «плывут» над общей массой аллювия или держатся по крайней мере в его верхних слоях и переносятся потоком гораздо легче и дальше.

Халцедон и агат, имеющие скрытокристаллическое, волокнистое строение, с большим количеством пор, обладают несколько повышенной упругостью, вязкостью и низкой истираемостью при перемещении и обработке аллювия в русле реки.

Особое строение халцедона и агата, а именно его тонкослоистость и пористость, обуславливают его способность трескаться при замерзании воды в порах. Такие образцы с микротрещинами при быстром высушивании или при обработке без достаточного количества охлаждающей жидкости в наружном слое, сокращаются в объеме, что приводит к их растрескиванию. Не меньшую роль в растрескивании играют и ударные воздействия на гальку при транспортировке аллювия или действия колес автотранспорта на галечник дорог.

Выше изложенное позволяет сделать следующие выводы:

1. Галечники халцедона и агатов движутся в русле реки не хаотично, а соблюдая некоторые закономерности, а именно, гальки халцедона и агатов движутся в основном в верхнем слое аллювия при ламинарном течении воды; гальки халцедона и агата, имея в основном уплощенную форму и обладая некоторой упругостью, передвигаются в русле реки скачкообразно по направлению течения и концентрируются в основном в прибрежных частях потока и часто выбрасываются на берег волнами, особенно на судоходных реках.

2. Из – за низкой истираемости гальки агатов и халцедона хорошо сохраняясь в аллювии, являются резко преобладающими компонентами рек Томи, Оби, Амура до самого устья. Остальные горные породы истираются, дробятся и исчезают в процессе транспортировки. Песчано-гравийные отложения р. Амур в черте г. Хабаровска, содержат ярко окрашенные сердолики из верховьев рек Зея и Селемжа и редкие галечки «Удской» яшмы. Пятьдесят лет назад отсортированный гравий находился в русле реки Томи практически в пределах современной городской черты г. Томска. Ниже по течению р. Томи были пески, выше по течению – сланцы. За 500 км речного переноса от Салтымаковского кряжа и Тарадановского увала агатовые миндалины «доплывают» до г. Томска почти не истертыми и не окатанными.

На песчано-гравийных отмелях гальки агатов и халцедона накапливаются в основном на отмелях выпуклых берегов реки, в зонах волноприбойного клифа или сразу над ним выше по берегу. Значительно реже галечки халцедона находятся в зоне отложения песчано-гравийных наносов береговых намывных кос внутренних частей меандров. На островных песчано-гравийных наносах галечки халцедонов и агатов занимают чаще гребневую зону и встречаются чаще к концу гребня по течению и в нижней по течению части острова.

На широких песчаных прибрежных отмелях галечки агатов и халцедона располагаются в верхнем слое песчаных отложений и на их поверхности.

Выходя на поиски агатово-халцедоновой гальки, нужно помнить о вышеизложенных закономерностях распределения галек агата и халцедона в аллювии. Агаты ищут с учетом положения солнца на небосклоне, времени года и дня, облачности, наличия сухих листьев тальника, похожих на просвет на сердолик, наличия ветра (лучше штиль), направления течения воды в реке. Надо учитывать то, что при некотором положении галек халцедона и агата в потоке, они, падая в тень от других галек, не просматриваются на просвет. Практически бесполезно искать агаты и халцедоны в воде, маскирующей их и выравнивающей их цвет с гальками прежде всего кварцитов. Находки агатов в воде обычно медленно текущей реки – случайность. Это становится возможно только за счет резко выделяющегося рисунка агатов. За 34 года автором было подобрано из воды всего три таких агата.

Образование россыпей халцедона и агата в степных районах, имеет свои особенности, которые наблюдались на примере россыпей агата в степном Казахстане (Семипалатинский военный полигон). Образованию россыпей в этих условиях способствуют несколько факторов:

1. Невысокая плотность халцедона.
2. Сильный степной ветер, выносящий мелкий песок и глинистые составля-

ющие с поверхности рыхлых отложений, оголяя не обработанные эрозией стяжения халцедона и агата.

3. Не малую роль при образовании россыпей играет и морозное выветривание - при замерзании и оттаивании поверхностного слоя рыхлых отложений, более крупные и одновременно легкие стяжения халцедона «выплывают» на поверхность земли, позволяя собирать агаты как «картошку».

4. Существенное значение в образовании россыпей играет и площадной смыв в соры, при этом более мелкие и легкие обломки халцедона смываются вместе с мелким песком и глиной в русла соров, а более крупные остаются на возвышенных местах. Мелкие же халцедоны и агат, снесенные водными потоками отлагаются в верхних слоях осадков сора.

В формировании степных россыпей все четыре фактора действуют одновременно.

Находки халцедона и агата возможны на отвалах и в карьерах песчано-гравийной смеси. Если гравийная смесь поливается умеренно текущей водой подающейся на склон или вершину отвала, агаты и халцедон уносятся с песком и более мелкой фракцией гравия к подножью отвала.

При большой скорости подачи пульпы, если она подается на склон отвала, гальки халцедона и агатов могут отскакивать довольно далеко и колоться. В обоих случаях происходит обогащение гальками агата подножия отвала. Если же пульпа подается с небольшой высоты и на плоскую вершину отвала, агаты и халцедон скорее остаются в общей массе гравия.

Халцедон, агат и, особенно, опал, являясь твердым кремнеземом, понижают качество песчано-гравийной смеси при изготовлении бетонных изделий.

Кремнезем, соединяясь со щелочной составляющей цементов, дает соединения, имеющие свойство увеличиваться в объеме и довольно заметно. А так как химические реакции идут медленно, в основном после отвердевания цемента бетона, происходит его растрескивание и появляются разрывы в местах нахождения в нем галек опала, агата или халцедона, что приводит к нарушению целостности монолитов бетона и их разрушению. Примером проявления такого процесса является разрушение моста через Миссисипи в США. Избавиться от этой напасти можно двумя способами. Первый предполагает прокалывание всей песчано-гравийной смеси, что приведет к переходу опала и халцедона в обычный кварц. Однако это требует значительных затрат энергоресурсов и сопровождается снижением качества других компонентов. Второй способ заключается в ручном или механическом отборе галек халцедона и опала.

Автор предлагает свой способ освобождения песчано-гравийной смеси от нежелательных компонентов, используя их упругие свойства. Песчано-гравийная смесь равномерно подается в одно и то же место и с одинаковой скоростью на наклонный, регулируемый, плоский стол, изготовленный из стального листа. Гальки, сложенные горными породами, обладающими высокими упругими свойствами, а также агат и халцедон, будут отскакивать от наклонного стола и отлавливаться наклонным лотком – отсекателем и собираться отдельно. Лоток – отсекаТЕЛЬ должен регулироваться по высоте и наклону относительно стола. При этом возможно осво-

бождение песчано-гравийной смеси от агатовой и халцедоновой гальки на 90 – 95 %. Последняя может использоваться по прямому назначению. Галечки агатов и халцедонов можно использовать на поделки, ювелирные украшения, выкладку узоров на стенах, дорожках и т.д.

Очень интересно поведение галек агатов и халцедонов на гравийных дорогах. В первый день после отсыпки и разравнивания гравия на дороге при поисках агата и халцедона, обычно ничего не удастся найти. При движении автотранспорта галечки агатов и халцедона в полотне дороги постепенно перемещаются вверх за счет плохой истираемости, упругости и малого удельного веса. Одновременно они высыхают и дробятся за счет потери влаги и воздействия колес транспорта, а затем выбрасываются за пределы полотна дороги за счет большой упругости или крошатся. Опыт показывает, что собирать галечки агата и халцедона, на интенсивно эксплуатируемой дороге, нужно на второй – третий день после отсыпки гравия на полотно дороги. Позднее найти их на полотне дороги проблематично.

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ БАЗОВЫХ ЗНАНИЙ О ГЕММОЛОГИИ НА ОСНОВЕ МУЗЕЙНЫХ ЭКСПОЗИЦИЙ

В.А. СОЛЯНИК, В.А. КАМЫНИН

*Геолого-минералогический музей Дальневосточного геологического института
ДВО РАН, г. Владивосток*

Основы российской современной геммологии заложены до революции А.Е. Ферсманом, но только в 1985 году была проведена первая научная геммологическая конференция, а в 2001 – издан первый номер научного журнала «Вестник геммологии» и зарегистрирована организация, одной из задач которой является координация научных исследований в области геммологии и смежных областях знаний.

Все проблемы этой молодой для России науки еще острее стоят на Дальнем Востоке, где нет ВУЗов имеющих геммологическую специализацию, и только в 1999 году зарегистрирована как самостоятельное научное подразделение ДВГИ единственная в регионе геммологическая лаборатория. Ученые этой лаборатории в настоящее время занимаются оценкой перспективности магматических комплексов Приморья на ювелирное сырье, определением геммологических характеристик ювелирных камней, проблемой происхождения корундов, цирконов, благородного опала.

Музей ДВГИ собирает коллекцию самоцветов России, в том числе и из новых приморских месторождений драгоценного камня и предоставляет минералы для геммологических исследований. Использование музейных коллекций в преподавании всегда было неотъемлемой частью учебного процесса, поэтому студенты геологических специальностей – наши частые гости. Во время работы в ДВГИ межрегиональных информационно-консультативных семинаров «Законодательные и

практические проблемы обращения драгоценных металлов, драгоценных камней и изделий из них на Дальнем Востоке» в музее регулярно проводятся лабораторные занятия с участниками семинара (банкирами, владельцами и продавцами ювелирных магазинов и ломбардов). Знакомство с экспозицией «Самоцветы России» сопровождается рассказом о критериях отнесения минералов к драгоценным камням, об их роли в истории культуры, об истории открытия и освоения месторождений, о синтетических аналогах и имитациях природных камней. Экспонаты, выставленные в музейных витринах, позволяют сделать этот рассказ ярким и запоминающимся. Вот некоторые из них.

Кроме уральских изумруда, малахита, аметиста, авантюрина, уваровита, памирского лазурита, образцов лазурита и гелиодора из месторождений Забайкалья, эвдиалита и амазонита с Кольского полуострова, здесь можно увидеть новый самоцвет Сибири - чароит. Разнообразны и цветные камни из дальневосточных месторождений. Хромдиопсид месторождения Инагли имеет зеленый цвет с различными оттенками от светлого до почти черного, характерную призматическую спайность и приуроченные к ней минеральные включения (магнетит, биотит). Ирнимит - «синяя яшма» - аналогов в мире не имеет. В отличие от собственно яшм, она является микрокварцитом, синие цвета которого обусловлены рассеянным в массе кварца щелочным амфиболом. Месторождение ирнимита расположено в северо-западных отрогах Тайканского хребта в бассейнах рек Ира и Ними (Хабаровский край) на площади развития марганцеворудной толщи. Сахалинский янтарь, получивший название «сахалинит», по своим качествам не уступает прибалтийскому. Он имеет цвет густого чая с вишневым оттенком. Вымывается из угленосных толщ. Рассказ о коренных (первичных) месторождениях алмазов теперь может быть проиллюстрирован шестьдесятю образцами из коллекции кимберлитов, полученной в обмен на экспонаты нашего музея из музея кимберлитов (г. Мирный, республика Саха-Якутия). Исторические названия кимберлитовых трубок Зарница, Мир, Удачная, Сытыканская, Нюрбинская, Айхал и других (в общей сложности двадцать пять) значатся теперь в каталоге образцов музея ДВГИ. В 2005 году коллекция пополнилась концентратами из россыпных месторождений сапфиров Queensland, King Plains, Barrington и алмазородной россыпи Copeton (Австралия).

Особый интерес вызывают у гостей приморские самоцветы, которыми в последнее время пополняется музейная экспозиция «Самоцветы России». Единственное в России россыпное месторождение ювелирного корунда (сапфира) и циркона (гиацинта) находится в Красноармейском районе Приморского края (прииск Незаметный). Музейная коллекция корундов невелика, но представительна. Это в разной степени окатанные кристаллы размером от 5 до 20 мм бочонковидного, пластинчатого и табличчатого облика, фиолетово-синего, сине-зеленого, голубого, зеленовато-синего, желтовато-зеленого, серого цветов. Особенно хороши в витрине ограненные темно-синий сапфир и темно-красный гиацинт из Незаметнинской россыпи. Декоративные качества незаметнинских камней, по оценкам экспертов, позволяют использовать их как ограниченное сырье для вставок в ювелирные изделия, а стандартные геммологические характеристики образцов соответствуют сапфирам месторождений южного Вьетнама, Мьянмы и Таиланда.

Благородные опалы месторождения Радужное, расположенного на севере Приморского края в бассейне р. Алчан, обладают прекрасной опалесценцией - радужной игрой семи цветов. Музейная коллекция содержит образцы андезито-базальта с прожилками и гнездами (от 0,5 до 5 см) зеленовато-желтого, белого, голубоватого и розового кахолонга, линзовидными выделениями темно-зеленого гидрофана, желтовато-зеленого, молочно-белого полупрозрачного опала и желтого опала с иризацией. Но украшением витрины, бесспорно, является образец переливающегося многоцветьем благородного опала. Цветовая игра проявляется в виде иризирующих пятен, искр, вспыхивающих при повороте камня. В сине-зеленых и бронзово-красных тонах минерал просвечивает, иногда полупрозрачен.

Из многочисленных проявлений родонита разных генетических типов, известных в Приморье, в качестве лучшего ювелирно-поделочного камня может рассматриваться проявление родонита в верховьях р. Малиновка. Коллекционные образцы родонита этого проявления окрашены в светло-розовый с фиолетовым оттенком цвет с черным дендритовым узором и желтовато-зелеными пятнами. В отличие от уральского, приморский родонит мелкозорчатый, и по оценкам специалистов представляет собой прекрасный материал для огранки кабошоном.

Среди других экспонатов, представляющих в музее приморские самоцветы, - данбурит (Дальнегорское боросиликатное месторождение, Данбуритовый карьер). Превосходной чистоты завершенные орторомбические призмы данбурита, бесцветные или винно-желтые, по форме кристаллов, физическим и оптическим свойствам сходны с топазом. В последнее время ювелирные изделия со вставками из данбурита пользуются спросом, и его популярность растет.

Недавно в геологическом институте вслед за открытием геммологической лаборатории был создан участок экспериментальной огранки ювелирных камней, и в витринах музея появились ювелирные экспонаты: морион в огранке «Глаз Клеопатры», цитрин в огранке «Банора», ограненные раухтопаз, данбурит, кварц, датолит и другие минералы.

Музей – очень эффективная база для неформального образования. Мы корректируем свои первоочередные задачи в соответствии с изменениями в обществе, учитывая социально значимые вопросы, которые занимают умы наших посетителей.

Цикл лекций о составе, строении и эволюции Земли в геологическом времени и пространстве, о геологическом прошлом и полезных ископаемых Приморья, о проблемах геоэкологии дополнен в последнее время лекциями по геммологии: «Братья корунды», «Принцы» и «нищие» в царстве минералов», «Солнышко на ладони (о янтаре)», «Многоликий кварц», «Легенды и были о камнях». Огромное количество литературы о «магических» свойствах самоцветов или «проверенных жизнью» камнях Зодиака, появившееся в последнее время на книжных прилавках, вызывает у наших посетителей массу вопросов. Но в большинстве случаев за рекомендациями по использованию самоцветов стоит обычная торговая реклама, желание получить прибыль. К сожалению, большая часть такой литературы о самоцветах - это либо неумелые компиляции старых книг начала прошлого века, либо никому не нужные домыслы и фантазии. А в официальной медицине действительно исполь-

зуются минералы, лечебные свойства которых доказаны, препараты, содержащие эти минералы, проверены и рекомендованы к применению. С одним существенным дополнением: список «лечебных» минералов почти не содержит самоцветов.

Мы рассказываем о драгоценных камнях, которые в последнее время появились на нашем ювелирном рынке. Заинтересованные посетители музея получают элементарные, но так необходимые любому человеку знания по геммологии: как ориентироваться в коммерческих названиях минералов, как отличить на первый взгляд очень похожие, но не имеющие ничего общего, кроме внешнего сходства, минералы, какие синтетические аналоги и просто подделки драгоценных камней появляются на рынке ювелирных изделий.

Таким образом, музейные коллекции являются прекрасным материалом для пропаганды знаний по истории культуры камня, способствуют расширению кругозора, повышению образовательного уровня учащихся средней школы и молодежи в области минералогии и геммологии, которые не преподаются в Российских школах и, наконец, успешно используются для геммологических исследований.

САМОЦВЕТНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В ПОСТКОЛЛИЗИОННЫХ КВАРЦЕВЫХ ЖИЛАХ (МУРЗИНСКО-АДУЙСКИЙ КОМПЛЕКС)

И. А. СТАРИЦИНА

Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург

Мурзинско-Адуйский гранит-мигматитовый комплекс расположен на Среднем Урале и представляет фрагмент древней континентальной коры протерозойского возраста. Этот фрагмент претерпел ряд изменений, в том числе коллизию, с которой связано формирование позднепалеозойских гранитов [1]. Кварц-самоцветная минерализация локализована в постколлизийных кварцевых жилах (раннемезозойского возраста) и представлена – аметистом, цитрином, переливтом, горным хрусталём, молочно-белым кварцем. В жилах с подобной минерализацией проявлено сопряжение гипо- и гипергенных условий минералообразования. Вдоль залльбандов постколлизийных кварцевых жил проявлены ореолы аргиллизации. Это свидетельствует о постепенном снижении температуры минералообразующего раствора и даже возможном переходе к гипергенному этапу минералообразования. Постколлизийные кварцевые жилы расположены в эндо - и экзоконтактах Мурзинско-Адуйского массива и часто наложены на более ранние гидротермальные поля. По нашим оценкам, образование этих жил началось 196 млн. лет назад (возраст самой молодой интрузии) [2] и закончилось 176 млн. лет назад (наступление морской трансгрессии в средней юре (сантон)) [3].

Особое внимание исследователей [4, 5] привлекли кварц-диккитовые жилы расположенные в эндоконтакте Мурзинско-Адуйского массива. В этих жилах присутствует шайтанский переливт. Минералогически, переливт является скрытокристаллическим диккит-кварцевым агрегатом [4]. Переливт имеет полосчатое строение, полосы окрашены неравномерно, цветовые оттенки постепенно сменяются,

как бы «переливаясь» от одного к другому, за это и дано такое «говорящее» название. Географически, описываемое месторождение переливта оказалось между тремя деревнями: севернее деревни Медвежки, ныне исчезнувшей, северо-восточнее села Шайтанского, и в окрестностях села Октябрьского, именно с этим фактом и связана сложная топонимика названия этого месторождения. В течение 200 лет разработки месторождения существовали названия такие как: шайтанский, октябрьский, медвежский переливты, кроме того, были ещё зотовский и макаровский, которые имеют другую историю возникновения. Все названия имеют отношение к одному и тому же агрегату. Несмотря ни на что, исторически сложившееся название «шайтанский переливт» не забыто, а месторождению возвращено его исконное имя – Шайтанское. Декоративные свойства этого ювелирно-поделочного камня обязаны сочетанию нескольких факторов, таких как последовательная смена стадий минералообразования, тектонических импульсов и процессов выветривания. История формирования агрегатов переливта рассмотрена ниже на конкретных примерах.

Линзовидное расширение кварцевой жилы, которое принято называть раздувом, по периферии сложено друзовым кварцем, а в центральной части – переливтом и переливтовой брекчией. Переливт, слагающей оторочку и обломки, окрашен в ярко-зелёный цвет, достаточно необычный для переливта. Такая окраска предположительно, связана с примесью минералов группы хлорита [5]. При микроскопическом исследовании шлифов переливта, диагностировать минеральные включения в скрытокристаллическом агрегате не удалось. На рис. 1. изображена только центральная часть раздува, наиболее декоративная, сложенная переливтом и не содержащая друзовый кварц. По периферии раздува, нарастая непосредственно на друзовый кварц, находятся невыдержанные переливтовые оторочки. Обе оторочки несимметричны, различаются между собой по мощности и текстурному рисунку. В

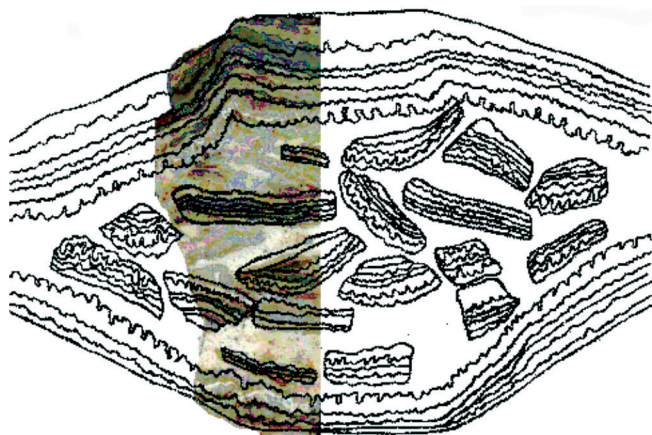


Рис. 1. Реконструкция строения раздува жилы, заполненного брекчией

верхней части раздува, оторочка переливта имеет наиболее волнистый рисунок, большой изгиб слоёв, скорее всего это можно объяснить гравитацией. Переливтовая оторочка не имеет трещин и пор даже между отдельными слоями, видимо поэтому, в отличие от агата, переливт не поддаётся искусственной окраске химическими красителями.

Центральная часть раздува жилы, между переливтовыми оторочками, заполнена брекчией. Обломки состоят из переливта ярко-зелёного цвета, идентичного переливту оторочек, а цемент представлен фарфоровидным кварцем. В нижней части раздува обломки наиболее близко расположены к оторочке, они соприкасаются с ней длинной стороной и лежат на дне полости. В верхней части присутствуют только мелкие обломки, которые соприкасаются с оторочкой лишь по касательной, либо острыми углами. При этом, нижняя оторочка имеет наименьшую мощность и менее извилистую поверхность. Объясняется это тем, что после образования переливтовой оторочки в полость попали обломки и осадились на дно. Там оторочка осталась в неизменном виде, в законсервированном состоянии. Верхняя оторочка какое-то время после поступления обломков ещё продолжала формироваться. Происходила гравитационная дифференциация обломков. При этом крупные тяжёлые обломки могли опуститься под действием своего веса, вытесняя ещё нераскристаллизовавшийся цемент. В верхней части брекчии обломки представлены в виде мелкой фракции. Вокруг крупных обломков в цементе брекчии возникла оторочка из более мелких обломков. Причем эта оторочка, иногда её называют «тень», присутствующая только сверху окрашена в оранжевый цвет. Изменение окраски переливта с ярко-зелёной, до оранжевой, свидетельствует о появлении примеси гётита, который образовался уже при окислительных условиях.

Иногда, между обломками и оторочкой остаётся небольшая полость, в которой затем происходит кристаллизация мелкой кварцевой щётки, в результате остаётся только извилистая трещинка вдоль оторочки. Внизу такая полость гораздо крупнее, там крупные обломки осели рядом, образовав замкнутый контур, в оставшееся пространство вязкий гель проникнуть, не смог, поэтому из остаточного раствора произошло образование щётки кристаллов кварца, лишь частично заполнившую полость.

Жеода переливта коричневатого-бурого цвета представлена на рис. 2. Образование жеоды произошло вследствие выполнения переливтом полости. Эта полость имела вытянутую, неправильную форму, близкую к линзовидной. Через всю жеоду проходит горизонтальная линия, которую можно считать геологическим уровнем. В момент роста жеоды она была перпендикулярна вектору силы тяжести.

Большая часть жеоды – это нижняя часть бывшей полости. Первоначально внизу полости нарастал слоистый переливт. Отдельные слои разделены белёсыми полосами, это места наибольшего скопления диккита (по аналогии с данными Т. А. Глазовой [4]). Толщина слоя переливта при осаждении под действием силы тяжести, неравномерная. Поскольку дно жеоды наклонное, а коллоидный раствор из которого отлагался переливт довольно вязкий, то можно предположить, что последний медленно стекал по наклонной плоскости дна полости от верхней точки. В этой точке мощность донного слоя переливта наибольшая, а при удалении – мощ-

ность слоя заметно уменьшается. Кроме того, донный переливт наиболее светлый по сравнению с другими составляющими жёоды. Он начал кристаллизоваться ещё до появления в минералообразующей среде гётита, то есть ещё на гипогенном этапе минералообразования. В дальнейшем, среда минералообразования становится окислительной, что способствует образованию гётита, а переливт окрашивается в светло-оранжевый, ржавый и коричневато-бурый цвета.

Отложение донного переливта закончилось не одновременно, процесс был растянут во времени, коллоид раскристаллизовывался медленно. Поступление коллоида в систему происходило справа (рис. 2), это своеобразный питающий канал. В зоне питающего канала граница между донным переливтом и следующей зоной жёоды нечёткая. При удалении от питающего канала, в остальной части жёоды линия дна хорошо очерчена. В зоне питающего канала произошло следующее: поступление последних порций геля для образования переливта ещё не закончилось, его раскристаллизация также была ещё не завершена, но уже наступила следующая стадия минералообразования, и в систему поступил другой раствор, и сразу началась кристаллизация в следующей зоне жёоды.

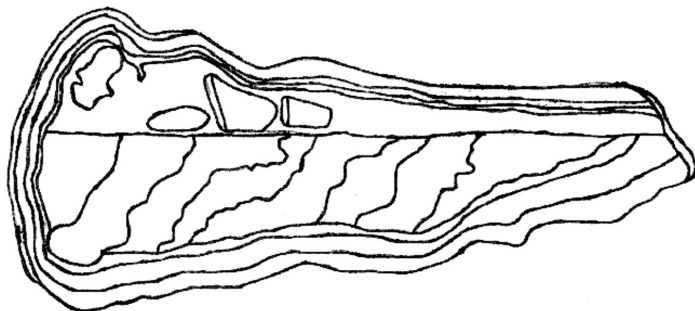


Рис. 2. Жёода переливта (объяснение в тексте).

Внутренняя часть жёоды заполнена переливтом. На дно жёоды нарастали мелкие щётки кварца, иногда они продолжали слои донного переливта и наследовали его ориентировку. Эти кварцевые щётки либо совсем не окрашены, либо окрашены очень интенсивно. Щётки мелкозернистые, но размер зёрен крупнее, чем у донного переливта. Слои разделены чёткими белыми полосами скоплений диккита. Переливт, нарастая, образует бугристую, волнистую, неровную поверхность, которая для него характерна. Происходит образование полусфер, незавершённых сферолитов. Заполнение внутренней части жёоды происходит неравномерно. По цвету выделяется несколько зон, которые соответствуют импульсам поступления минералообразующего раствора в систему, при этом менялся его химический состав, что и отражено в наличии либо отсутствии минеральных примесей (в частности гётита) в образованном агрегате. Чередуются зоны молочно-белой и коричневато-бурой окраски. Переливт образовывал незавершённые сферолиты, которые в процессе роста становились зональными. Ядра сферолитов сложены молочно-белым переливтом, а периферия – коричневато-бурым.

Питающий канал жеоды (рис. 2) находился сверху, коллоидный раствор был довольно вязким, поэтому слои переливта, нарастая на вертикальную стенку жеоды, постепенно сглаживают её. Возникает наклонная поверхность, угол наклона слоёв уменьшается при удалении от питающего канала. Так как жеода претерпела некоторые изменения, наклонное расположение слоёв первоначально удивляет, но всё это объясняется большой вязкостью минералообразующего раствора и небольшими его порциями, которые поступали в полость.

Центральная часть жеоды, имеющая форму близкую к треугольной, в плоскости среза имеет три границы. Нижняя граница с донным переливтом, естественная, ненарушенная, переливт поздней стадии нарастает на более ранний переливт. Две другие границы чёткие, почти прямые и ровные, что свидетельствуют об их тектонической природе. Значит, после заполнения центральной части жеоды произошло образование тектонических трещин, в результате чего были сколоты верхняя и боковая часть жеоды.

Сначала была сколота верхняя часть жеоды, там прошла чёткая ровная трещина, боковая же часть при этом сохраняла естественное положение. Тектоническая трещина прошла вдоль всей жеоды, её положение зафиксировано осаждением нескольких слоёв переливта, окрашенных гётитом в оранжевый цвет. Гётита было много в той взвеси, которая возникла в коллоидном растворе после тектонической подвижки, гётит стал осаждаться под действием силы тяжести быстрее, чем диккит.

Позже разрыв произошёл и в боковой части жеоды, здесь граница не такая резкая, она более извилистая, значит, сила тектонической подвижки была меньшей мощности. В результате тектонического воздействия образовались обломки переливта, которые осаждались в верхней части жеоды под действием гравитации. Обломки имеют субпрямоугольную форму, их границы прямые, ровные, при этом они соприкасаются с дном полости одной из своих сторон. То есть, расположились не хаотично, а медленно опускались в геле кремнезёма и приняли наиболее устойчивое положение, и только потом произошла раскристаллизация цемента брекчии. Обломки брекчии достаточно информативны. Они, так же как и переливт центральной зоны жеоды, неравномерно, пятнами, окрашены в белый и коричневато-бурый цвет. С одной из сторон эти обломки имеют слоистость, такую же, как и та, что покрывает центральную зону жеоды. То есть, источник этих обломков - отделившаяся боковая часть жеоды. Полосчатая часть обломка находится субперпендикулярно или под углом 70° к горизонтальной слоистости, частью которой она была когда-то. Присутствие в жеоде, наряду с обломками переливта, небольшого фрагмента породы, свидетельствует о близости контакта с вмещающей породой.

Осаждённые обломки сцементированы переливтом, цвет которого слегка желтоватый. Переливт почти непрозрачный, в нём достаточно много включений диккита и он по своей структуре микрозернистый. Переливт цементирует, постепенно обволакивая обломки, и сглаживает их контуры. Сначала возникают слои вокруг отдельных обломков, но постепенно образуется общий контур слоистости вдоль всей брекчии. Коллоид поступает в систему микропульсационно, цвет переливта постепенно становится слабо-оранжевым от включений гётита, а вот диккита ста-

новится меньше, по причине чего переливт становится прозрачным до полупрозрачного. Завершающие слои переливта развиты в верхней и боковой части жеоды, почти равномерно. Волнистость наблюдается только в местах, где выступают обломки. Таким образом, этот завершающий переливт можно сравнить с переливтом отстойников. Нет тектоники, не возникает волнистых слоёв. На поверхности жеоды наблюдаются мелкие головки кристалликов кварца, что свидетельствует о том, что это естественная поверхность роста. Такая же поверхность наблюдается по всему периметру жеоды, значит, последние слои переливта нарастали по замкнутому внешнему контуру жеоды. Мощность этой завершающей внешней переливтовой оторочки можно оценить только в самой узкой боковой части жеоды. Внешняя оторочка составляет около 3 мм.

Подчеркнём стадии минералообразования, отражённые в строении агрегатов шайтанского переливта: 1) гипогенная, восстановительные условия (парагенезис → кварц-диккит-пирит); 2) гипогенная, окислительные условия (аргиллизация гранита вдоль зальбандов кварц-диккитовых жил); 3) гипергенная, окислительные условия (парагенезис → кварц-диккит-гётит). В результате проникновения поверхностных инфильтрационных вод в систему минералообразования среда становится окислительной, гипергенной. Это отражено в строении агрегатов, а на макроуровне отвечает заключительным стадиям гипергенной постколлизийной кварцевой минерализации. Таким образом, кварц-диккитовые агрегаты:

- содержат ценную онтогеническую информацию о строении и механизмах формирования кварцевых агрегатов в гипо- и гипергенных условиях;
- несут черты формирования в условиях действия гравитационного поля, что сближает их полосчатые текстуры со слоистостью осадочных пород;
- заключают в себе эстетический ресурс, выраженный в красоте шайтанского переливта, в разнообразии и неповторимости его узоров.

Литература

1. Кейльман Г.А. Мигматитовые комплексы подвижных поясов. - М: Недра, 1974. – 200 с.
2. Попов В.С., Богатов В.И., Петрова А.Ю., Беляцкий Б.В. Возраст и возможные источники гранитов Мурзинско-Адуйского блока, Средний Урал: Rb-Sr и Sm-Nd изотопные данные// Литосфера, № 4, 2003. С. 3 – 18.
3. Сигов А.П. Металлогения мезозоя и кайнозоя Урала. – М.: Недра, 1969. – 296 с.
4. Глазова Т.А., Григорьев Д.П. Шайтанский переливт// Природа, № 4, 1985. С. 40 – 43.
5. Емлин Э.Ф., Вахрушева Н.В., Кайнов В.И. Самоцветная полоса Урала. Режевской государственной природно-минералогический заказник. Путеводитель. Екатеринбург – Реж, 2002. – 160 с.

СОДЕРЖАНИЕ

История геммологического образования в г. Красноярске на базе Государственного университета цветных металлов и золота <i>С.А. Ананьев</i>	5
Бриллианты, облагороженные по цвету и принципы их оценки <i>С.А. Ананьев</i>	9
Минералогия лазуритовых месторождений Бадахшанского массива <i>Е.М. Асочакова</i>	15
Гранатовая минерализация Алабашского и Липовского проявлений рубина <i>А.А. Баталина, А.Ю. Кисин</i>	20
Формирование конкурентных преимуществ камнерезной и ювелирной продукции <i>М.В. Бельцева</i>	23
Отражение кристаллохимических особенностей в рентгенолюминесценции благородной шпинели <i>Н.Н. Борозновская, С.И. Коноваленко</i>	27
Амазонит редкометальных гранитов Западной Монголии <i>О.В. Бухарова, С.И. Коноваленко, Ц. Даицэрэн</i>	32
Геологическое строение и генерации жадеита участка Кашкарак Борусского месторождения (Красноярский край) <i>Р.О. Гринёв, Ю.М. Паровинчак</i>	38
О перспективах Алтая на некоторые ювелирно-поделочные и поделочные камни <i>А.И. Гусев, В.В. Данилов</i>	41
Карбонатные ониксы Красноярского края и их декоративные особенности <i>Ю.А. Задисенский</i>	45

Декоративно-художественные и технологические свойства нефрита проявлений отрогов Катунского хребта (Горный Алтай) <i>Л.А. Зырянова, А.И. Чернышов, О.А. Сенькин, В.А. Трифонов, И.Н. Голубицкая</i>	48
История развития ювелирного зодчества и современные тенденции его эволюции (На основе музейных и выставочных коллекций) <i>Ю.И. Индукаев</i>	52
Особенности и распределение благородных жадеититов в телах Борусского месторождения <i>В.В. Клейменов</i>	60
Эволюция состава турмалина миароловых пегматитов Кугиляльского месторождения благородной шпинели <i>С.И. Коноваленко</i>	62
Типы миароловых пегматитов кристаллической толщи Юго-Западного Памира <i>С.И. Коноваленко</i>	69
Геология и проблемы минерагении зоны сочленения Северо-Западного Салаира и Горловского прогиба <i>Т.В. Абрамова, Д.А. Вольных, О.Л. Герасимчук, А.Д. Котельников</i>	76
Минералого-геохимические особенности агатовых миндалинов базальтов Караканского хребта (юг Кузбасса) <i>А.В. Наставко, К.Л. Новоселов, И.А. Старицина</i>	79
Неоднозначность оценки закрепленных драгоценных камней <i>А.А. Наумкин</i>	83
Термобарогеохимия как один из основных исследовательских инструментов в геммологии и генетической минералогии <i>В.А. Пахомова, Б.Л. Залищак, В.Б. Тишкина, М.И. Лапина, Н.С. Карманов</i>	85
Генетическая систематика камнесамоцветного сырья Туркестана - Алая <i>В.М. Попов</i>	90

Генезис и минералогия месторождения благородного корунда Ормизан <i>О.М. Попова</i>	92
Типохимизм гранатов редкометальной и слюдоносной формаций гранитных пегматитов Монгольского Алтая <i>В.Л. Попов, А.А. Баева</i>	94
Геологическое строение, структура и минерагения Уральской изумрудоносной полосы <i>А.И. Рудаков</i>	99
Александрит. Исторические сведения. Страны – продуценты. Требования к продукции. Цены. <i>А.И. Рудаков</i>	106
Актуальные проблемы практической геммологии. Особенности рынка драгоценных камней в Индии <i>Д.Г. Саятов</i>	111
Самоцветы в экспозиции Томского минералогического музея <i>В.Л. Свешникова</i>	113
Включения в сапфирах россыпи Дак Нонг как показатель условий кристаллизации корунда в земной коре Среднего Вьетнама <i>С.З. Смирнов, А.Э. Изох, Чанг Чонг Хоа, Нго Тхи Фьонг, В.В. Калинина, Л.Н. Поспелова</i>	116
Роль физических свойств халцедона при образовании естественных и техногенных россыпей агата и халцедона (на примере аллювиальных россыпей р. Томи и Амура и эоловых россыпей Казахстана) <i>О.А. Смоленцев</i>	121
Формирование системы базовых знания о геммологии на основе музейных экспозиций <i>В.А Соляник, В.А. Камынин</i>	124
Самоцветная минерализация в постколлизонных кварцевых жилах (Мурзинско-Адуйский комплекс) <i>И. А. Старицина</i>	127

ГЕММОЛОГИЯ

Материалы второй научной конференции

Томск, 16-18 ноября 2005 года

Издательство ФГУ «Томский ЦНТИ». Лиц. ИД № 05060 от 14.06.2001 г.
Отпечатано в ФГУ «Томский ЦНТИ». Лиц.ПД № 12-0084 от 16.04.2001 г.

Подписано в печать 31.07.2006 г. Заказ № 617. Тираж 100 экз.

Россия, 634021, г.Томск, пр.Фрунзе, 115/3.