

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

ГЕММОЛОГИЯ

Материалы третьей научной конференции

Томск, 15-17 ноября 2007 года



Томск
2008

УДК 549
ББК 26.303
Г33

Г33 Геммология: Сборник статей. Томск: ФГУ «Томский ЦНТИ», 2008. – 96 с.

ISBN 978-5-89702-211-3

В сборнике представлены материалы, отражающие содержание устных и стендовых докладов третьей Геммологической конференции, состоявшейся 15-17 ноября 2007 г. Эти доклады затрагивают самые разные направления развития современной геммологии от общих вопросов науки до детального исследования поделочных, ювелирных и коллекционных камней.

Особое внимание уделено природным объектам с самым разным камнесамоцветным сырьем.

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

Редакторы сборника:

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

ПРЕДИСЛОВИЕ

Третья, в определенной степени уже юбилейная, Геммологическая конференция состоялась спустя два года после предыдущей – 15-17 ноября 2007 г., укрепив, таким образом, заложенную ранее двухгодичную периодичность проведения подобных встреч поклонников геммологии, как активно работающих с целью ее дальнейшего развития, так и пассивно, но с явным интересом наблюдающих за ее становлением в стране. Динамичность экономического роста России, которую все мы видим последние два года, самым благоприятным образом сказывается и на динамике развития вузовской, а также академической науки, обновлении и укреплении ее материальной базы.

Наиболее значимым событием 2006 г. для Томского государственного университета, несомненно, стала победа во Всероссийском конкурсе инновационных образовательных программ, проведенном в рамках национального проекта «Образование». Реализация этой программы в 2006-2007 гг. позволила нашему вузу значительно укрепить свои позиции ведущего классического университета России. Для геолого-географического факультета это вылилось в полное переоснащение лабораторно-аналитической базы, которая впервые за много лет стала адекватной современному времени.

Активно включившись в выполнение инновационно образовательного проекта «Подготовка дипломированных специалистов и кадров высшей квалификации в области рационального природопользования» сотрудники кафедры минералогии и геохимии открыли на факультете новую специализацию «Геммология», таким образом, официально узаконив подготовку магистров данной специализации и открыв им путь в профильную аспирантуру. Помимо методического обеспечения, новая специализация укрепилась современным фирменным диагностическим оборудованием и уникальной лабораторной базой для проведения самых глубоких научных исследований. Плоды этих структурных преобразований еще впереди, а пока перед Вами сборник статей по материалам докладов прозвучавших на третьей Геммологической конференции, авторами которых выступили нынешние студенты-геммологи, аспиранты, преподаватели, научные сотрудники и представители производственных организаций.

Редакционная коллегия

РЕЗОЛЮЦИЯ третьей научно-практической конференции «ГЕММОЛОГИЯ»

15 – 17 ноября 2007 г. в Томском государственном университете состоялась третья научно-практическая конференция «Геммология». На конференцию было заявлено 20 докладов. В ее работе приняли участие более 100 преподавателей и научных сотрудников Томского государственного и Томского политехнического университетов, а также аспиранты, магистры и студенты двух вузов, работники Томских производственных организаций государственного и частного сектора. Иногородние участники представляли Владивосток, Горно-Алтайск, Дальнегорск, Казань, Красноярск, Сывьтыкар, Томск, Улан-Уде, Шарыпово. Иностранцы – Беларусь и Кыргызстан. Был рассмотрен широкий круг вопросов, охватывающий практически все направления современной геммологии, начиная от подготовки кадров и заканчивая исследованиями в области облагораживания ювелирных камней и конъюнктуры продаж ювелирных украшений.

КОНФЕРЕНЦИЯ:

- констатирует значительный прогресс в развитии материальной базы высших учебных заведений занимающихся подготовкой геммологов, что будет способствовать повышению знаний будущих специалистов данного профиля и тех уже работающих производственников, которые сегодня проходят в вузах переподготовку на курсах повышения квалификации;

- в очередной раз обращает внимание на отсутствие в перечне специальностей Федерального агентства по образованию страны специальности «Геммология», что ставит отечественных специалистов в неравное положение с зарубежными на рынке труда и идет в диссонанс с существованием в вузах геммологической специализации в рамках бакалавриата, магистратуры и даже аспирантуры;

- отмечает заметный рост интереса потребителей к облагороженному камнесоцветному сырью и коллекционным минералам, что требует встречного отклика со стороны специалистов;

- подчеркивает настоятельную необходимость и пользу более тесной координации в деятельности геммологов Сибири и Дальнего Востока, имеющих много общих задач, особенно в деле подготовки кадров, формировании рынка геммологических услуг и освоении имеющихся сырьевых ресурсов, чему могло бы способствовать создание неформального общественного органа, возможно на базе периодически проводимой геммологической конференции;

- считает регулярный и творческий обмен информацией между специалистами залогом успешного развития геммологии и предлагает провести очередную IV Геммологическую конференцию в ноябре 2009 года.

СОДЕРЖАНИЕ

В чем ценность драгоценности? С.А. Ананьев	7
Онтогенез минералов карбонатного оникса Торгашинского месторождения С.А. Ананьев, Т.А. Ананьева	11
Новые результаты исследования ископаемых смол Северной Евразии методом инфракрасной спектроскопии М.А. Богдасаров, О.В. Ковалева, С.И. Коноваленко	16
Благородный серпентин провинции Ляонин, Китай Б.Л. Залищак, В.А. Пахомова, А.А. Карабцов, М.А. Ушкова	21
Декоративные вулканогенные породы Горного Алтая Л.А. Зырянова, А.И. Чернышов, О.А. Сенькин	24
Лечебные свойства минералов и использование их в медицинских целях. Ю.В. Индукаев	27
Камнесамоцветное сырье Дальнегорского боросиликатного месторождения (Приморский край, Россия) О.А. Карась, В.А. Пахомова, Б.Л. Залищак, Н.И. Екимова, В.Н. Кобыльченко, П.П. Сафронов	36
Новые данные о железистом хибоните из известковых кальцифиоров Горной Шории С.И. Коноваленко, С.А. Ананьев, А.И. Бахтин	40
Минералогия миароловых пегматитов Хьякуле Восточного Непала С.И. Коноваленко	49
Применение ионной имплантации в геммологию О.Н. Лопатин, Р.И. Хайбуллин, А.И. Бахтин, И.Б. Хайбуллин	54
Камнесамоцветные формации различных геодинамических обстановок Сихоте-Алиня В.А. Пахомова, Б.Л. Залищак, В.Б. Тишкина	57
Систематика камнесамоцветного сырья Республики Кыргызстан В.М. Попов	62

<p>Главные типоморфные свойства берилла из коллекции минералогического музея им. И.К. Баженова Томского государственного университета В.Л. Свешникова</p>	69
<p>Сотрудничество Геммологической лаборатории и музея ДВГИ как один из аспектов развития геммологии В.А. Соляник, В.А. Камынин</p>	74
<p>Окраска опалов месторождения Радужное (Дальний Восток России) В.Б. Тишкина, В.А. Пахомова, К.Д. Михайлова, Б.Л. Залищак, С.Ю. Жарченко, А.В. Игнатьев, Н.М. Лапташ, П.П. Сафронов</p>	78
<p>Минералогия миароловых пегматитов Урала (на примере жилы копи 395 Ильменского заповедника и жилы Мокруши Мурзинско-Адуйской зоны) Т.Ю. Черкасова</p>	83
<p>Ассортимент изделий и маркетинг продаж ювелирной фирмы «ТОМГЕМ» Т.Ю. Черкасова</p>	87
<p>Пегматиты Верхне - Шибановского месторождения как источник самоцветов Ю.А. Шабанова, В.А. Пахомова, Б.Л. Залищак, Н.С. Карманов, А.А. Карабцов, Н.М. Лапташ</p>	91

В ЧЕМ ЦЕННОСТЬ ДРАГОЦЕННОСТИ?

С.А. АНАНЬЕВ

*ГМиП ИЦМиЗ ФГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»,
г. Красноярск*

Ювелирные украшения - необычный товар, это предметы роскоши. Их стремятся приобретать тогда, когда уровень жизни достаточно высок и экономическая обстановка благоприятна. В случае ухудшения этих показателей, в первую очередь именно на них падает спрос. Кроме всего прочего, ювелирные украшения из драгоценных металлов и драгоценных камней при своей миниатюрности характеризуются высокой «концентрацией» цены. Их высокая стоимость предопределяется редкостью и уникальностью, но этого недостаточно, необходим высокий уровень доверия покупателя к товару, к достоверности информации о нем. И хотя украшения обычно приобретаются не для целей перепродаж, тем не менее, мотивация покупки подкрепляется убежденностью, что они не обесценятся в будущем. Фактор доверия предопределяет высокую ответственность оценщиков в своей профессиональной деятельности.

Состояние мирового рынка ювелирных украшений с драгоценными камнями на 2005 г. выглядит следующим образом. Суммарный объем его оценивается в \$146 млрд. в розничных ценах (прогноз на 2010г. - \$185 млрд., 2015 г. – \$230 млрд.). Львиную долю рынка (порядка \$ 69 млрд.) занимают изделия с бриллиантами. Второе место по уровню продаж уверенно держит рынок украшений из золота, объем которого составил \$60,7 млрд. Гораздо меньший сегмент рынка занимают изделия с цветными камнями и жемчугом. По данным на 2006 г. оборот цветных камней и изделий с ними составил \$10–15 млрд. Лидером продаж оставались рубины и сапфиры (35 %), за ними следовал танзанит (10-15 %) и изумруд (10-12 %).

Что касается географии продаж, то на 2006 г. более 75 % рынка приходится на 8 стран, из которых лидирующую роль играют США (30,8 % мирового спроса в ювелирной продукции). С каждым годом усиливаются позиции таких стран, как Китай и Индия (8,9 % и 8,3 % соответственно). Структура потребления ювелирной продукции в других странах и регионах следующая: Ближний Восток – 8,9 %; Япония – 8,3 %; Италия – 5 %; Великобритания – 3,1 %; Турция – 2,9 %; остальные страны – 23,7 %.

Ювелирная отрасль, создающая и реализующая украшения с драгоценными камнями или без них – это то место, где производится дорогостоящая продукция, и где образуется наибольшая доля добавленной стоимости. Например, средняя стоимость небольшого бриллианта, установленного в ювелирном изделии, может быть в 3-5 раз выше, чем стоимость алмаза, из которого он изготовлен.

Рыночная стоимость ювелирного украшения – это наиболее вероятная цена, которую она должна достигать на конкурентном и открытом рынке с соблюдением всех условий справедливой торговли, сознательных действий продавца и покупателя, без воздействия незаконных стимулов. Рыночная стоимость является объективной, независимой от желания отдельных участников рынка и отражает реальные

экономические условия, складывающиеся на этом рынке. При сделке купли-продажи передача прав от продавца к покупателю производится с соблюдением следующих условий: мотивация покупателя и продавца не испытывает незаконного давления или чрезвычайных жизненных обстоятельств; обе стороны действуют с учетом своих максимальных интересов; ювелирные изделия были выставлены на рынке достаточно для принятия решения количество времени; оплата произведена на типичных условиях финансирования сделки; цена является нормальной, не затронутой специфическими условиями финансирования и продажи. Рыночная цена на изделия из драгоценных камней и драгоценных металлов формируется соотношением спроса и предложения в данном месте, в данное время и в данных условиях. Она может быть подвержена заметным колебаниям и зависит от конъюнктуры рынка, моды, рекламы, открытия новых месторождений драгоценных камней, появления синтетических аналогов и имитаций камней, других факторов, но при этом всегда остается достаточно высокой и имеет постоянную тенденцию к росту во времени.

На ценообразование на рынке драгоценных камней и изделий из драгоценных металлов и драгоценных камней оказывает влияние ряд принципов оценки. Принципы оценки ювелирных изделий могут быть объединены в следующие группы: принципы, основанные на представлениях пользователя; принципы, связанные с требованиями к объектам ювелирного производства; принципы, связанные с рыночной средой; принцип наилучшего и наиболее эффективного использования объекта.

К принципам, основанным на представлениях пользователя, относятся принципы полезности, замещения и ожидания.

Принцип полезности заключается в том, что ювелирные украшения предназначены удовлетворять личные - эстетические потребности человека в течение длительного времени.

Принцип замещения гласит: типичный покупатель не заплатит за ювелирное изделие больше минимальной цены, взимаемой за другое аналогичное украшение, т.е. максимальная стоимость оцениваемого изделия определяется наименьшей стоимостью, по которой может быть приобретено другое аналогичное изделие. Этот принцип является основным при использовании рыночного подхода, т.к. при наличии в продаже нескольких аналогичных ювелирных изделий спросом будет пользоваться украшение с минимальной стоимостью.

Принцип ожидания связан с теми представлениями, что вложенные финансы в приобретаемое изделие, даже если они являются предметом дарения, не пропадут и будут компенсированы пользователем в случае его перепродажи. Иногда исходят из предположения о надежности данных инвестиций, так как обычно стоимость уникальных ювелирных украшений, относимых к произведениям искусства, со временем возрастает.

К принципам, связанным с требованиями к объектам ювелирного производства, можно отнести принцип оптимальных величин или принцип оптимальной экономической величины. При сложившихся на рынке ювелирных украшений тенденциях большим спросом пользуется изделия определенной (оптимальной) стои-

мости. Например, средняя цена приобретенного ювелирного изделия с бриллиантами (1995 г.): Япония - \$ 1766; Тайвань - \$ 1723; Южная Корея - \$ 1336; Таиланд - \$ 1190; Италия - \$ 862; США - \$ 706; Великобритания - \$ 549; Германия - \$ 486; Россия – около \$ 200. Оптимальная стоимость бриллиантового подарка для среднего класса в разных странах равна не менее одной и не более трех ежемесячных зарплат.

К принципам, связанным с рыночной средой относятся принципы зависимости, соответствия, спроса и предложения, конкуренции и принцип изменения.

Принцип зависимости или принцип внешнего воздействия, гласит: различные факторы внешней среды оказывают влияние на стоимость ювелирного изделия. Эти факторы в зависимости от сферы влияния подразделяются на социальные, экономические, административные, региональные и др.

Социальные факторы определяются структурой потребителей – численностью, возрастом, составом, образовательным уровнем, что предопределяет уровень подверженности членов общества воздействию моды и рекламы. Например, значительный спрос на ювелирные украшения с бриллиантами в Японии в конце XX века вызван желанием молодых женщин демонстрировать свою финансовую самостоятельность приобретением дорогостоящих изделий. Экономические факторы тесно связаны с региональными. Они отражают величину дохода населения, денежного потока. Во всех случаях местоположение рынка ювелирных украшений, близость к финансовым, торговым и культурным центрам – основной фактор, влияющий на стоимость изделий из драгоценных металлов и драгоценных камней. Административный фактор реализуется через организацию и контроль оборота, а также через правовые условия сделок на рынке драгоценных металлов, драгоценных камней и изделий из них.

Принцип соответствия гласит: ювелирное украшение, не соответствующее в настоящее время рыночным стандартам, имеет меньшую стоимость. Это связано с тем, что технологии производства, потребности и ожидания рынка, мода с течением времени изменяются и поэтому изменяются стандарты соответствия. Например, золотые изделия с крупными синтетическими и искусственными камнями, очень популярные в нашей стране в 70-х – 80-х годах в настоящее время вышли из моды и не пользуются спросом.

Суть принципа спроса и предложения заключается в выявлении взаимосвязи между потребностью в ювелирных украшениях и ограниченностью их предложения. Чем ниже спрос и выше предложение, тем ниже стоимость объекта и наоборот. Если спрос и предложение уравновешены, рыночная стоимость объекта стабилизируется. В нашей стране в розничной торговле очень часто нарушается этот принцип, и спрос не стимулируется снижением цен на ювелирные изделия, что приводит к «затовариванию» прилавков. Здесь также играют роль факторы сезонности и «праздничных» дней. Обычно пики продаж приходятся на периоды предшествующие новогодним, мужским и женским праздникам. Необходимо отметить, что на успешную реализацию ювелирной продукции влияет соответствие предложения структуре спроса. Так, например, в США в структуре спроса кольца с бриллиантами составляют – 62 %, серьги – 25 %, браслеты – 6 %, кулоны – 4 %, прочие украшения – 3 %.

Принцип конкуренции проявляется в связи с тем, что все люди по своей природе подвержены соперничеству. С одной стороны потребители конкурируют между собой, демонстрируя украшения, отвечающие таким критериям как - модные, раритетные, уникальные, дорогостоящие, экзотические и т.п. С другой стороны в торговле конкуренция приводит к росту предложения и качества продукции на рынке. В отсутствии конкуренции на ювелирном рынке (а это происходит при монопольной ситуации) рыночная стоимость объекта не может быть определена, поскольку рыночная стоимость складывается только на конкурентном рынке.

Суть принципа изменения оценки ювелирных объектов сводится к крылатой фразе «все течет, все изменяется». Изменению подвержены как сами ювелирные изделия, например, физическому износу, так и все внешние факторы, влияющие на их стоимость. Разная степень износа соответственно предопределяет и разную степень утраты своей стоимости. В то же время уникальные ювелирные изделия со временем могут приобрести антикварную ценность, что вызовет рост стоимости. В соответствии с национальными положениями к антиквариату можно относить изделия с возрастом от 50 лет и более.

Принцип наилучшего и наиболее эффективного использования применительно к ювелирным объектам, можно рассмотреть на примере использования драгоценных камней при изготовлении ювелирных украшений. В ювелирном деле эффективно могут быть использованы камни только определенных размерных групп. Камни меньше 1 мм в поперечнике в большинстве случаев не пригодны для ювелирного производства, в свою очередь, вставки самоцветов с массой более 50 карат очень велики, не функциональны и спрос на них резко снижается. Крупные ограненные камни в сотни и тысячи карат представляют интерес только как коллекционный материал. Исходя из структуры спроса, среди изделий с драгоценными камнями должны преобладать кольца. Подобранные (парные) ювелирные камни целесообразно использовать для изготовления серег, подвесок, брошей и т.п.

Наряду с принципами оценки существуют факторы, влияющие на оценку ювелирных изделий. Все факторы, влияющие на стоимость, можно разделить на объективные и субъективные. Объективные факторы в основном являются экономическими, определяющими, в конечном счете, средний уровень цен конкретных сделок. Объективные факторы делятся на макроэкономические и микроэкономические. К макроэкономическим факторам относятся: налоги, пошлины, инфляция, исходный уровень потребности в ювелирных изделиях, курс валют, уровень и условия оплаты труда, уровень безработицы, развитие экспортно-импортных операций и т.д. Микроэкономические факторы характеризуют объективные параметры конкретных сделок и связаны с описанием объекта купли-продажи и с правовым характером сделки. Субъективные факторы связаны с поведением конкретного продавца, покупателя или посредника на стадии заключения сделки (например, осведомленность, честность, темперамент, личные симпатии и т. д.), т.е. относятся к факторам психологического характера.

Рынок ювелирных украшений имеет существенные отличия от обычного рынка товаров. С одной стороны на нем реализуется продукция с явно завышенной ценой, с другой стороны - необычны отношения между продавцом и покупателем. На тради-

ционном рынке интересы продавца и покупателя расходятся. Первый стремится продать товар дороже, второй – дешевле. На рынке ювелирных украшений мотивация продавца сохраняется, а вот покупатель готов поступиться своими интересами и заплатить больше, но при этом быть уверенным, что его не обманывают и, что приобретаемый товар не подешевеет со временем. Наоборот, он должен быть уверен, что стоимость приобретаемых драгоценных камней, изделий из драгоценных камней и драгоценных металлов, будет увеличиваться. В этом интересы продавца и покупателя совпадают. Ювелирные украшения - это специфический товар, наличие либо отсутствие которого никак не сказывается на качестве жизни людей. В нем доминирует эстетическая функция. На рынке ювелирных украшений важнейшую роль играет фактор доверия покупателя продавцу. И если его подорвать, т.е. довести до обесценивания данного вида товара, потребуется много сил и времени, чтобы склонить покупателя в дальнейшем отдавать все большие деньги за него.

ОНТОГЕНИЯ МИНЕРАЛОВ КАРБОНАТНОГО ОНИКСА ТОРГАШИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С.А АНАНЬЕВ¹, Т.А. АНАНЬЕВА²

1 - ГМиП ИЦМиЗ ФГОУ ВПО «Сибирский федеральный университет»,

г. Красноярск;

2 – Красноярский государственный педагогический университет

им. В.П. Астафьева, г. Красноярск

Торгашинское месторождение карбонатного оникса расположено на южной окраине города Красноярска, на северном склоне Торгашинского хребта, в карьере по добыче известняка для Красноярского цементного завода. Оно 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 толщи на водоразделе рек Енисей и Базаиха около 50 км². Карбонатная толща сложена в основном известняками с линзами и прослоями доломитовых известняков и доломитов, с единичными прослоями брекчированных известняков, алевролитов, песчаников.

Месторождение представлено жильными телами карбонатного оникса неправильной формы, происхождение которых обусловлено заполнением полосчатыми кальцитовыми агрегатами трещинных структур. Два наиболее крупных жильных тела имели размеры 10×10×7 м и 10×5×5 м. Размеры других жильных тел в поперечнике не превышают двух метров.

Карбонатный оникс имеет почти мономинеральный кальцитовый состав. Полосчатость обусловлена чередованием прослоек чистого желтоватого, желтовато-зеленого кальцита с прослойками кальцита, окрашенного примесью пелитоморфного

материала красновато-коричневого цвета, являющегося продуктом аргиллизации известняков.

Формирование и преобразование Торгашинского месторождения известняка проходило в несколько стадий длительное время, начиная с кембрия и заканчивая четвертичным периодом. Образование жил карбонатного оникса происходило в стадии катагенеза известняков (табл. 1).

Анализ разных форм выполнения трещинных структур карбонатным материалом показывает, что можно выделить три типа жил оникса:

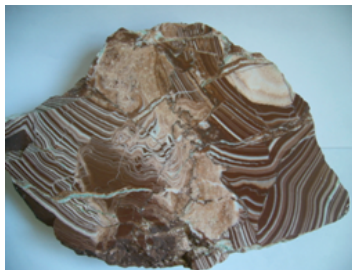


Рис. 1. Брекчированный оникс

1. Жилы, выполненные слабодислоцированным ониксом. Эти тела являются источником наиболее высоко декоративного камня с блочностью до 50×50×50 см. Ониксы могут не иметь следов последующих тектонических деформаций либо имеют тонкие поперечные трещины по отношению к рисунку, залеченные кальцитом;

2. Жилы брекчированного оникса, сцементированные крупнокристаллическим желтовато-белым кальцитом (рис. 1);

3. Жилы, выполненные конкреционным ониксом (рис. 2). На фотографии мы видим, что ядро конкреции состоит из обломка кристалла кальцита, обросшего концентрически-зональным ожелезненным, аргиллизированным кальцитовым ониксом, так что это образование напоминает «гальку». И после этого псевдогалька обрастает крупными неравномерно окрашенными радиальными кристаллами кальцита. Анализ литературных данных показывает, что о подобных ониксах на других месторождениях ничего не известно. И этим такие жилы уникальны.

Рост и развитие агрегатов карбонатных минералов в разных типах жил Торгашинского месторождения происходил по-разному (табл. 2), хотя стадии онтогенеза одинаковые.



Рис. 2. Конкреция кальцитового оникса

В первом типе жил, заполненных слабодислоцированным ониксом, образовывались полосчатые разновидности с различными рисунками (прямо-полосчатые, волнисто-полосчатые и т.д.). Рост полосчатых агрегатов происходил в трещинах, которые при тектонических подвижках в стадию катагенеза медленно расширялись. Жилы полосчатого оникса практически не подверглись влиянию дизъюнктивных дислокаций, об этом свидетельствует четкий ненарушенный рисунок оникса. О

многочисленности поколений минеральных агрегатов свидетельствуют цветовые границы и смена окраски самих поколений, а также размеры кристаллов. В связи с повышенным содержанием ожелезненного аргиллизита полосы окрашивались в

Таблица 1

Онтогенез Торгашинских месторождений известняка и кальцитового оникса

Стадии образования, изменения и преобразования известняков торгашинской свиты				
Седиментогенез	Диагенез	Катагенез	Метагенез	Гипергенез
Этап кембрийской седиментации и формирование биохемой карбонатной толщи в морских условиях	Обезвоживание, уплотнение и перекристаллизация осадков с образованием плотных светло-серых известняков, а также частичная доломитизация отдельных горизонтов и линз	Этап среднепалеозойской (S_2 - D_2) тектономагматической активизации региона		Карстообразование, которое проявилось еще до девонской трансгрессии, наблюдалось позднее, и наиболее интенсивно проходило в неоген – четвертичное время, и привело к формированию крупных пещер, например, Торгашинской, Ледяной и др., и соответственно проявлений пещерного кальцитового оникса
		<p>В условиях тектонической активизации карбонатной толщи проявился магматизм в сочетании с более ярко выраженными поствулканическим низкотемпературным метасоматозом и гидротермальным процессом, что породило:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Появление многочисленных дизъюнктивных дислокаций – трещин, зон разрывов и дробления (пликативных дислокаций в виду отсутствия слоистости не наблюдается); 2. Слабо выраженный магматизм в виде маломощных (десятки см) даек плагиоклазовых порфириров; 3. Поствулканический низкотемпературный трещинный метасоматоз, сопровождаемый аргиллизацией известняков. В связи с высокой железистостью аргиллизитов, известняки приобрели внешнюю, а иногда и внутреннюю красноцветность; 4. Низкотемпературный гидротермальный процесс, вызвавший кальцитизацию зон дробления и зияющих полостей трещин. Появились зоны тектонических брекчий, жильные тела кальцитового оникса (недислоцированные, брекчированные, конкреционные) и крупнокристаллического, друзовидного кальцита 	Мраморизация известняков на контакте с интрузиями среднедевонского возраста, например, в районе «Мраморного карьера» в долине р. Бази́ха	

цвета от темно-коричневого до желтовато-белого. Поздняя трещиноватость, иногда проявляющаяся в телах карбонатного оникса, приводит к нарушению рисунка и окраски. Трещины, расположенные почти перпендикулярно слоям, выполняются обычно кальцитом более позднего происхождения

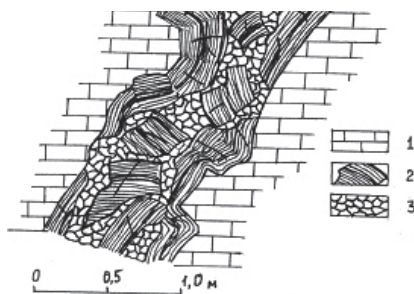


Рис. 3. Зарисовка жилы брекчированного оникса (1 - кальцитовый известняк, 2 - обломки оникса, 3 - крупнокристаллический кальцит)

Третий тип жил выполнен конкреционным ониксом (рис. 4). Конкреции начинали рост в пустотах, заполненных глинистыми продуктами, и дорастали в зияющих полостях по мере расширения трещин. Ядро конкреции, представлено обломком кристалла кальцита размером 0,5-2 см, который, находясь в жиле, заполненной аргиллизитом, начинает обрастать аргиллизированным известняком, образуя ониксовую псевдогалыку. После формирования ядра, при дальнейшем расширении трещин, идет радиальный рост крупнокристаллического кальцита.

Полости заполняются конкрециями, имеющих размеры в диаметре 6-12 см.

Известны примеры находок единичных гигантских конкреций, которые в диаметре превышали 1 м. Размер свидетельствует об уникальности некоторых образований на Торгашинском месторождении. Окраска оникса такой единичной найденной конкреции зеленовато-белая, слоев коричневого цвета практически нет.

Формирование карбонатного оникса Торгашинского месторождения известняка проходило длительный период времени, начиная со среднего палеозоя и заканчивая временем четвертичных отложений. Это отразилось на качестве и декоративных особенностях жильного выполнения некоторых тел, так что некоторые ониксы стали непригодными для обработки.

Полосчатый оникс, с различными типами рисунка, может использоваться для изготовления высокохудожественных камнерезных и мозаичных изделий, так как легко обрабатывается и имеет способность «держаться» кромку при фрезеровке и

Второй тип жил - жилы брекчированного оникса. Выполнены жилы, также как и первый тип, полосчатым карбонатным ониксом, однако они подверглись воздействию более сильных дизъюнктивных дислокаций. Многочисленные трещины и зоны дробления, при последующем расширении жилы, цементировались более поздним желтовато-белым крупнокристаллическим кальцитом (рис. 1, 3). Окраска оникса таких жил обычно темно-коричневая или красновато-коричневая, это связано с присутствием большого количества ожелезненного аргиллизита.

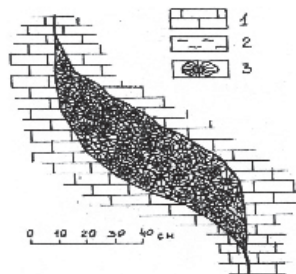


Рис. 4. Схематическая зарисовка жилы конкреционного оникса (1 - кальцитовый известняк, 2 - аргиллизиты, 3 - конкреция кальцитового оникса)

обработке; в качестве ювелирно-поделочного сырья для вставок в галантерейные изделия: кольца, броши, запонки. Блочность камня позволяет использовать его для отделки деталей внутренних интерьеров общественных зданий.

Ониксы, непригодные для камнерезных изделий - брекчированные, конкреционные, представляют собой прекрасный коллекционный материал.

Таблица 2

Онтогенез жил кальцитового оникса Торгашинского месторождения

Типы жил ониксов	Стадии образования, изменения и преобразования агрегатов жильных тел				
	Первичный тектогенез	Мета-соматоз	Первичный гидротермальный процесс	Вторичный тектогенез	Вторичный гидротермальный процесс
Слабодислоцированные	Появление в толще известняка многочисленных дизъюнктивных дислокаций, трещин, зон разрывов и дробления	Поствулканический низкотемпературный метасоматоз известняков, сопровождаемый сильной аргиллизацией и заполнением свободного пространства некоторых трещин железненными глинистыми продуктами	Послойное нарастание на стенки трещин в известняках ониксовых кальцитовых агрегатов с ритмичным чередованием разнозернистых и разноцветных кальцитовых зон, отражающих автоколебательные явления в гидротермальной системе. Кристаллизация ониксов в полостях, заполненных продуктами аргиллизацией, сопровождалась пульсационным захватом красноцветных глинистых частиц, усиливающих контрастность рисунка. Мелкие обломки, иногда появляющиеся в зонах роста таких агрегатов, обычно поглощаются последними, разнобразя их текстурные особенности	Деформации жильных тел, вызывающие появление в них трещин, зон брекчирования, и дальнейшее раскрытие некоторых трещинных структур	В случае образования трещин, обычно тонких и ориентированных поперек полосчатых агрегатов, происходит их залечивание поздним кальцитом белого цвета
Брекчированные					Свободное пространство жил, претерпевших брекчирование, заполняется агрегатами крупнокристаллического кальцита желтовато-белого цвета

Типы жил ониксов	Стадии образования, изменения и преобразования агрегатов жильных тел				
	Первичный тектогенез	Мета-соматоз	Первичный гидротермальный процесс	Вторичный тектогенез	Вторичный гидротермальный процесс
Конкреционные			В жильных пространствах, содержащих обломки известняка либо кристаллов кальцита, образовавшихся при разрушении ранее образованных шеток и друз, происходит рост вокруг этих обломков конкреционных ониксов. В жилах, заполненных аргиллизитами, конкреции сильно насыщаются глинистыми продуктами и приобретают облик псевдогалек		Дальнейшее раскрытие трещинных структур и поступление в них низкотемпературных гидротермальных растворов, вызвало дальнейший рост конкреций в виде крупнокристаллических радиально-шестоватых агрегатов желтовато-белого кальцита. Рост конкреций заканчивался полным заполнением жильного пространства таким образом, что они плотно прилегают друг к другу

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИСКОПАЕМЫХ СМОЛ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

М.А. БОГДАСАРОВ¹, О.В. КОВАЛЕВА², С.И. КОНОВАЛЕНКО³

1 - Институт геохимии и геофизики НАНБ, г. Минск, Беларусь;

2 - Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия;

3 - Томский государственный университет, г. Томск, Россия.

Инфракрасные спектры поглощения ископаемых смол Северной Евразии получены при следующих условиях: образцы перетгирали с бромидом калия, при помощи пресса изготавливалась таблетка, которую исследовали на ИК-Фурье спектро-

метре Инфралом ФТ-801 фирмы «Люмэкс-Сибирь» (Россия) в диапазоне волновых чисел 4000-500 см^{-1} с разрешением 4 см^{-1} , числом сканирований – 32.

На ИК-спектрах всех изученных образцов ископаемых смол отмечаются характерные для ископаемых смол полосы поглощения различных функциональных групп. Отмечается присутствие полос поглощения (3560, 3453, 3419 см^{-1}) валентных колебаний свободной группы -ОН карбоксила, слабой уширенной полосы при 3133 см^{-1} поглощения группы -ОН димеров карбоновых кислот, валентных колебаний (2750, 2650 см^{-1}) связанной группы ОН карбоксила. Полосы при 2935, 2866, 2840 см^{-1} характерны для валентных асимметричных и симметричных колебаний алифатических $-\text{CH}_2$ и $-\text{CH}_3$ групп. Дуплет при 1730 и 1700 см^{-1} относят к колебаниям групп $\text{C}=\text{O}$ дикарбоновых кислот, причем часто наблюдающаяся рядом с ними полоса в виде плеча при 1640 см^{-1} характерна для $\text{C}=\text{O}$ групп которые имеют сопряжение с группой $\text{C}=\text{C}$ ароматического или циклического радикала. Полоса при 1458 см^{-1} характерна для колебаний скелета ароматических соединений, но эта полоса часто перекрывается сильной полосой деформационных колебаний групп $=\text{CH}_2$ находящихся рядом с карбонильной группой, ее также, можно приписать к колебаниям димеризованной карбоксильной группы, а при 1370 см^{-1} полоса возникает в результате колебаний группы $\text{C}-\text{O}$, которая тесно связана с плоскостными деформационными колебаниями группы ОН. Полосы в областях 1228-1275 и 1150-1185 см^{-1} можно отнести к одной из форм деформационных колебаний (маятниковым или крутильным) групп CH_2 в цепи жирных карбоновых кислот. Однако иногда полосу при 1275 см^{-1} относят к валентным колебаниям $\text{C}-\text{O}$ димеров, а в области 1185 см^{-1} проявляют поглощение групп $\text{C}-\text{C}-\text{O}$ алифатических или арильных группировок.

Появление во многих ИК-спектрах полосы в области 1010-1027 см^{-1} объясняется несколькими перекрывающимися полосами колебаний связей $\text{C}-\text{O}$ фенольных гидроксидов и $\text{S}-\text{O}$ сульфоксидных групп. Однако полосу при 1020 см^{-1} можно так же приписать к присутствию циклопропанового кольца, составляющего часть системы, у которой одна из связей циклопропанового кольца является одновременно связью шестичленного цикла, как в структуре Карена-3. Полосы при 980 и 889 см^{-1} относятся к внеплоскостным деформационным колебаниям связей -ОН и весьма характерны для карбоновых кислот, при этом первая часто встречается у карбоновых кислот находящихся в твердом состоянии, обычно эта полоса обычно широка и плохо очерчена. Кроме описанных выше, полосы в интервалах 952-1005 и 1000-1055 см^{-1} могут быть идентифицированы как полосы поглощения производных циклогексана. Валентные колебания циклополиметиленовых структур наблюдаются в тех же областях поглощения, как и для алифатических структур. Поэтому полосы при 1650 и 1458 см^{-1} являются также характерными для циклогексана и его производных. Полоса при 820 см^{-1} может указывать на поглощение группы $-\text{CH}=\text{CH}-\text{COOR}$. Несколько полос наблюдающихся в области 800-650 см^{-1} могут быть характерны для групп $-\text{CH}=\text{CH}-$ тритерпенов.

ИК-спектры всех образцов Германии, Польши, Прибалтики, Беларуси и большинства Украины являются характерными для ИК-спектра сукцинита (рис. 1 а). Полосы поглощения расположенные в коротковолновой части спектра между 1250

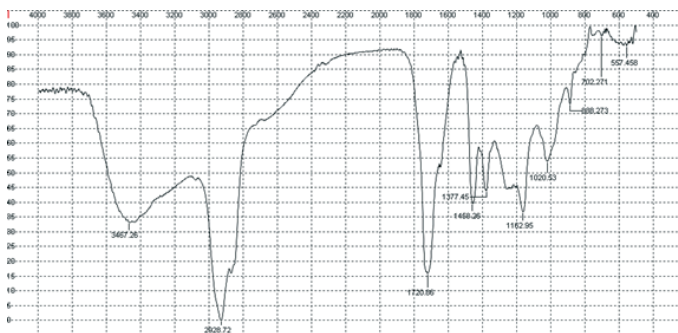
и 1120 см^{-1} являются диагностическими. После изучения ИК-спектров стало ясно, что его уникальной характеристикой является присутствие широкого горизонтального уровня в диапазоне $1250\text{--}1195\text{ см}^{-1}$ сопровождаемого острым пиком, достигающим максимальной интенсивности приблизительно при 1160 см^{-1} , после которого поглощение уменьшается очень быстро, так называемого «балтийского зубца» $1250 < 1160\text{ см}^{-1}$. ИК-спектр МБ-011 (Украина) отличается от спектров сукцинита тем, что для него характерно более ярко выраженная полоса при 1250 см^{-1} , хотя соотношение полос «балтийского зубца» сохраняется ($1250 < 1160\text{ см}^{-1}$). Данный ИК-спектр может быть идентифицирован как спектр гедано-сукцинита (рис. 1 б). ИК-спектры образцов Якутии и части зерен Хатангской впадины, идентичны спектрам геданита (рис. 1 в), где кроме четкой полосы при 1020 см^{-1} , встречающейся у всех сукцинитов и гедано-сукцинитов, наблюдается полоса при 1085 см^{-1} . Кроме того, им присуща одинаковая интенсивность полос поглощения в области $1245\text{--}1257$ и 1176 см^{-1} ($1245\text{--}1257 \approx 1176\text{ см}^{-1}$) и четкая полоса при 888 см^{-1} .

ИК-спектры образцов Сахалина можно отнести к таковым румэниита (рис. 2 а). Соотношение полос составляющих «балтийский зубец» ($1250 < 1160\text{ см}^{-1}$) сохраняется как для гедано-сукцинитов, но интенсивность полосы при 1245 см^{-1} несколько меньше, чем у последних. Наблюдается слабая интенсивность полосы при 1020 см^{-1} , но увеличивается интенсивность полосы при 976 см^{-1} . ИК-спектры абсолютного большинства образцов Пай-Хоя, Северной и Западной Сибири и значительной части Дальнего Востока можно отнести к ИК-спектрам ретинитов (рис. 2 б). Для них, как правило, характерна одинаковая интенсивность полос поглощения в области 1245 и 1176 см^{-1} ($1245\text{--}1257 \approx 1176\text{ см}^{-1}$), сопровождаемая большей (в некоторых случаях одинаковой) по интенсивности полосой при 1030 см^{-1} . Наблюдаются слабые не отчетливые полосы при 1085 и 888 см^{-1} . Исследование ряда образцов показало, что в них сильно проявлены полосы поглощения, связанные с кислородными соединениями. К ним относятся полосы гидроксильных групп ОН ($3400\text{--}3480\text{ см}^{-1}$), а также групп С=О алифатически насыщенных (область поглощения 1740 и 1160 см^{-1}) и ненасыщенных эфиров (область поглощения 1712 и 1250 см^{-1}). Выявленная особенность объективно подтверждает высокую степень окисления таких образцов, которая визуально фиксируется по тону окраски, характеру поверхности зерен и их внутренней структуре.

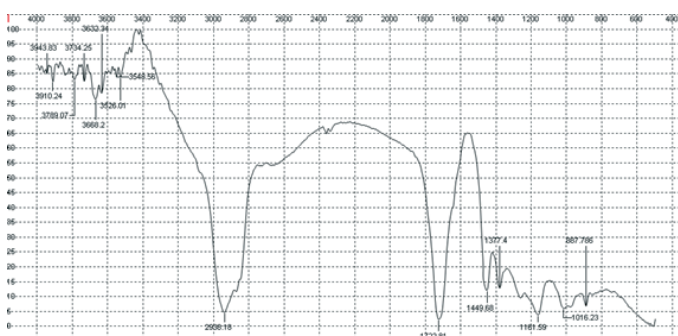
Другой характерной чертой ИК-спектров таких смол является наличие сильных полос поглощения в области $1584\text{--}1608\text{ см}^{-1}$. По интенсивности они не уступают полосам предыдущей группы. Эти полосы можно связать с ароматическими структурами, которым приписывается поглощение в области 1600 см^{-1} (С=C – связи ароматического кольца). Показательно, что подобные полосы не характерны для вышеописанных ИК-спектров сукцинита. Обращает внимание очень интенсивно проявленная в спектре ряда ископаемых смол полоса поглощения 968 см^{-1} , обычно приписываемая неопределенным связям типа $\text{CHR}_1=\text{CHR}_2$ (980 см^{-1}).

ИК-спектры некоторых ископаемых смол и многих живиц современных хвойных характеризуются соотношением полос в области 1245 и 1176 см^{-1} ($1245 > 1176\text{ см}^{-1}$) характерным для такового абиетиновой кислоты и не случайно, поскольку один из главных компонентов живицы – абиетиновая кислота. ИК-спек-

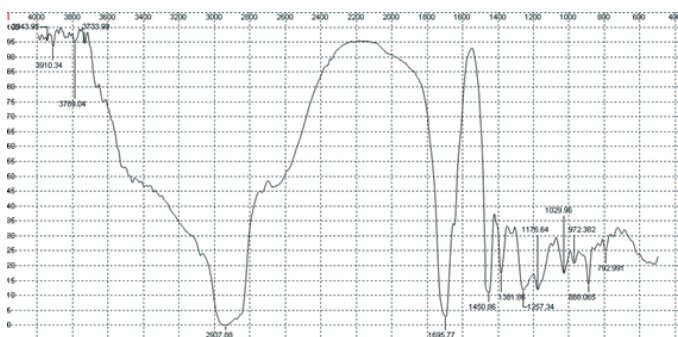
тры живиц сосны обыкновенной и ели аянской схожи по набору полос и интенсивности с ИК-спектром канифоли (рис. 2 в). Остальные ИК-спектры изученных образцов живиц в основном имеют сходство с ИК-спектром абиетиновой кислоты, но отдельные образцы отличаются появлением новых и весьма интенсивных полос поглощения.



А – АБ-005
(Гатча-Осово, Беларусь)

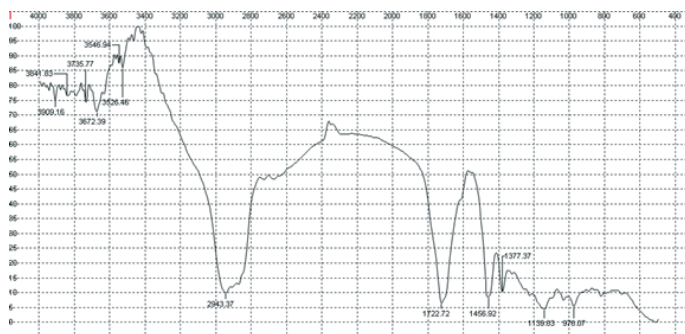


Б – МБ-011
(Клесов, Украина)

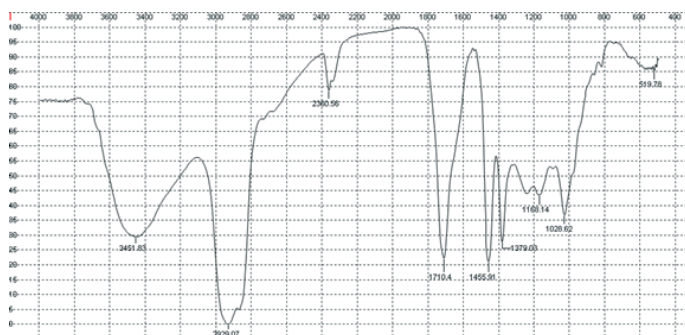


В – МБ-017
(Тастах, Якутия)

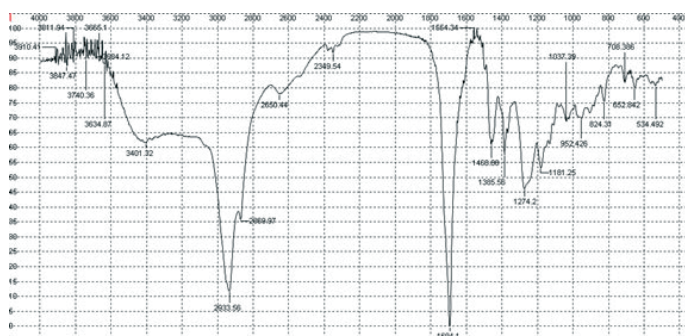
Рисунок 1 – Типичные ИК-спектры сукцинита (а), гедано-сукцинита (б), геданита (в)



А – МБ-023
(Найба, Са-
халин)



Б – МБ-003
(Ани (Агджа-
кенд), Азер-
байджан)



В – АБ-058
(Pinus silves-
tris, Бела-
руть)

**Рисунок 2 – Типичные ИК-спектры румэнита (а), ретинита (б),
живицы рода Pinus (в)**

БЛАГОРОДНЫЙ СЕРПЕНТИН ПРОВИНЦИИ ЛЯОНИН, КИТАЙ

Б.Л. ЗАЛИШАК, В.А. ПАХОМОВА, А.А. КАРАБЦОВ,
М.А. УШКОВА

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

В последние годы на ювелирных рынках России и Дальнего Востока появились под разными названиями (нефрит, жадеит, антигорит) изделия из Китая, изготовленные из материала, визуально напоминающего перечисленные разновидности. Для корректного установления природы ювелирных материалов обычно достаточноны наблюдение и геммологические исследования. В данном случае, кроме традиционных геммологических методов, были привлечены исследования состава и структуры обсуждаемых ювелирных материалов, позволившие отнести их к серпентинам.

Серпентины и серпентиниты Китая как полезные ископаемые известны уже несколько тысяч лет (по документальным исследованиям) в провинциях Сычуань, Цинхай, Шэньси, Шаньси, Шаньдун, Ляонин и др. Китай располагает крупнейшим в мире месторождением хризотил-асбеста Шимянь (провинция Сычуань), а также многочисленными месторождениями различных разновидностей серпентинов и серпентинитов.

Известно свыше ста разновидностей серпентинов, получивших названия по разным признакам [1-7]. К популярным ювелирным видам серпентинов относятся ретинолит, вильямсит, бовенит, змеевик, отчасти офикальцит, используемые в декоре, скульптуре, огранке, кабошонах, бусах, облицовке и пр. Нами исследованы сотни ювелирных изделий из благородного серпентина, добытого в провинции Ляонин (месторождения Ю-Ен-Ши, Фусянь, Куаньдянь, Пей-Ва-Ку, Ляо-йе-линд, рис. 1). Все изделия обладают однородным цветом от белого до светло-зеленого, полупрозрачны и просвечивают. Текстура массивная, структура однородная скрытокристаллическая. Блеск от стеклянного до воскового, матового. Полировка, как правило, высокого качества. Механические свойства: твердость около 5 (по шкале Мооса), излом микроразностный, плотность 2,6 – 2,7 г/см³. Светопреломление 1,56. В ультрафиолетовых лучах (365 и 254 нм) инертные, иногда беловатые.

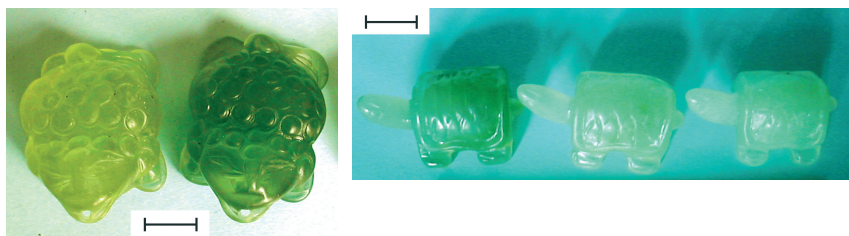


Рис. 1. Ювелирные изделия из благородного серпентина.

Примечание. размер линейки на фото – 1 см

Химический состав соответствует практически чистому серпентину (масс. %): SiO₂ - 44,7; Al₂O₃ - 0,50; Fe₂O₃ - 0,07; FeO - 0,29; MgO - 42,05; CaO - 0,12; H₂O⁺ - 12,43; H₂O⁻ - 0,06; Σ = 100,22. (Mg_{2,886}, Fe³⁺_{0,024}, Fe²⁺_{0,011}, Al_{0,024/2,95}, Si_{2,060} (OH)_{3,818} [6].

Анализы выполнены на микроанализаторе JXA-8100, производства компании JEOL, Япония с тремя волновыми спектрометрами, рабочие кристаллы LiF, PET, TAP, LDE-2. Микроанализатор доукомплектован энергодисперсионной системой INCA 250, компании Oxford, Англия. Подобная комплектация позволяет проводить анализ элементов от В до U с хорошей чувствительностью и воспроизводимостью.

Результаты элементного анализа на все элементы представлены в таблице 1.

Таблица 1
Результаты химического анализа изделия из благородного серпентина, (масс. %)

Изделие	Точки анализа	Na	Mg	Si	Fe	O	сумма
Зеленые черепашки	Точка 1		25,01	21,56		50,38	96,95
	Точка 2		25,64	21,48		52,53	99,64
	Скан. 450		23,71	20,70	0,32	46,12	90,85
	Точка 3		24,30	20,67		48,39	93,36

Рентгенофазовый анализ проводился на дифрактометре ДРОН-3, использовалось медное монохроматизированное излучение. Определение фаз производилось с помощью программного комплекса PD Win. В таблице 2 проведено сравнение полученных межплоскостных расстояний с эталонными, приведенными в карточке 7-417 Antigorite.

Таблица 2
Результаты рентгенофазового анализа изделия из благородного серпентина

Зеленая черепашка		7-417 Antigorite	
d	I	d	I
		8.057	10
7.43	100	7.30	400
		6.95	25
6.46	5	6.51	16
		6.10	6
		5.78	8
4.67	15	4.67	6
		4.62	3

Зеленая черепашка		7-417 Antigorite	
4.27	15	4.27	4
		4.01	6
3.648	100	3.63	300
3.534		3.51	25
2.822	2	2.88	2
2.730	2		
		2.59	4
		2.57	2
2.675	2		
2.535	50	2.52	70
		2.46	10
2.440	10	2.42	40
		2.39	10
		2.35	6
2.175	10	2.167	
2.160	10	2.150	20
		2.126	4
		2.035	4
		1.886	4
1.841	2	1.830	12
1.824	10	1.815	25

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, ДВО РАН (проекты №№ 07-III-Д-08-090 и 06-05-96138).

Литература

1. Горная энциклопедия. – М.: Наука, Т. 4, 1989. 624 с.
2. Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. Т.3. Листо-вые силикаты. - М.: Мир, 1966. 318 с.
3. Минералы. Справочник. - М.: Наука, 1992, Т. IV, вып. 1. 600 с.
4. Солодова Ю.П., Андреев Э.Д., Гранадчикова Б.Г. Определитель ювелирных и поделочных камней. - М.: Недра, 1985. 223 с.
5. Faust G.T., Fahey J.J., Us Geol. Surv. Profess. Pap., 1962, №384-A. P. 1.
6. Nagy B., Faust G.T. Serpentes: naturel mixtures of chysotile and antigorite// Am. Mineral., 1956, 41, №11/12. P. 817.
7. Wittaker E.J., Zusman J. Miner. Mag., 1956, vol. 31, № 233. P. 107.

НОВЫЕ ДЕКОРАТИВНЫЕ ВУЛКАНОГЕННЫЕ ПОРОДЫ ГОРНОГО АЛТАЯ

Л.А. ЗЫРЯНОВА, А.И. ЧЕРНЫШОВ, О.В БЕТХЕР

Томский государственный университет, г. Томск,

В последнее время стал возрождаться интерес к камнерезным работам, и художники-камнерезы наконец-то стали получать заслуженное внимание и признание. Это явление имеет вполне конкретные социально-экономические причины, среди которых можно выделить, прежде всего, цикличность моды и поиск новых форм, возросшее благосостояние отдельных групп населения и обращение общества к духовно-эстетическим ценностям. В свою очередь такая тенденция современного ювелирного рынка в сочетании с современными техническими возможностями послужили стимулом в полной мере проявить свой талант и мастерство многим художникам-камнерезам. К сожалению, так было не всегда. В связи с этим, конечно же, следует упомянуть имя замечательного художника-камнереза недалёкого прошлого Василия Коноваленко, так и непризнанного у себя на Родине в Советском Союзе и вынужденного эмигрировать в Америку. К счастью, современные камнерезы находят признание и в России, и за рубежом. Примером тому могут служить работы молодого петербургского камнереза Ярослава Ксенофонтова. Казалось бы, разное время, разные обстоятельства, но роднит работы обоих камнерезов кроме чисто профессионального мастерства нечто общее – они относятся к сюжетным, и будучи вполне реалистичными, выполнены в своеобразном иронично-шутливом стиле. Однако на фоне этого сходства каждого из них выделяет свой неповторимый почерк, что делает их весьма индивидуальными и узнаваемыми. Камнерезные работы вообще замечательны тем, что с одной стороны демонстрируют мастерство художника-камнереза, а с другой - возможности самого камня, увиденные художником. В таких работах истинный талант художника проявляется не только в умении создать форму из камня, но и заставить её стать живой. Последователями этого направления в камнерезном искусстве можно считать алтайских камнерезов О.А. Сенькина и В.А. Трифонова, работающих в городе Горно-Алтайске и уже ставших известными далеко за пределами региона. По стилю их работы достаточно разнообразны. Это и традиционные для алтайских мастеров прошлого вазы, это панно и предметы интерьера, выполненные в технике флорентийской мозаики, это флористические и, наконец, сюжетные работы. Последние по праву могут быть поставлены в один ряд с работами известных художников-камнерезов. И это не случайно. Алтайская земля еще со времён основания Колыванской шлифовальной фабрики на рубеже 18-19 веков прославилась своими замечательными камнями и своими замечательными мастерами. Современные алтайские камнерезы продолжают славные традиции и преумножают славу каменного Алтая. Отсюда понятно их желание в своих работах максимально использовать местное алтайское сырьё, очередной раз, демонстрируя богатство этого края. Естественно, каменная палитра Алтая не столь ярка и разнообразна как на Урале или в Забайкалье, но она оригинальна и не менее привлекательна. Алтай, прежде всего, стал известен своими де-

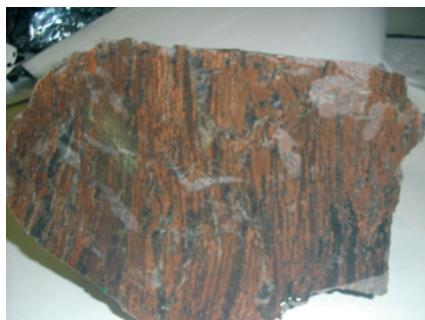


Рис. 1. Кристаллолитокластический туф риолитового состава: а – полированный штупф 0,7 натуральной величины;

Горного Алтая, открытым алтайскими камнерезами. Пока источником этого сырья служит аллювий рек Бол. Кузя и Уймень, административно расположенных на территории Чойского района Республики Алтай. Места отбора аллювия легко доступны, поскольку в районе развита густая сеть автотранспортных дорог. Блочность материала определяется размерами обломков аллювия и может достигать 10-20 дм³. По петрографическому составу и генезису новые декоративные породы Горного Алтая достаточно разнообразны. В настоящем сообщении мы ограничимся описанием лишь трёх из них наиболее часто используемых алтайскими камнерезами.

Описываемые породы представляют собой исходно вулканогенные образования, первичные генетические признаки которых весьма завуалированы наложенными вторичными изменениями. Поскольку материал отбирался из аллювия рек, то породы нами предварительно отнесены к саганской свите среднего девона по составу преимущественно вулканогенной, отложения которой развиты в бассейне рек Бол.Кузя и Уймень.

Изменение пород проявилось в интенсивном окварцевании, их частичной перекристаллизации, повлекшей некоторое перераспределение вещества, за счёт чего в одних случаях усилилась, а в других появилась их декоративность. Породы достаточно пестроцветные, со сложным текстурным рисунком, что делает их весьма живописными и дало основание камнерезам условно называть их яшмами. Интенсивность наложенных изменений такова, что подчас не позволяет однозначно установить первичный состав и название породы. Ниже приводится петрографическая характеристика изученных нами пород.

Кристаллолитокластический туф (игнимбрит ?) риолитового состава – декоративная порода, отобранная из аллювия р. Бол. Кузя. Макроскопически это плотная отчётливо полосчатая порода. Основная масса имеет средне-светлый оранжево-коричневатый цвет, на фоне которого отчётливо выделяются невыдержанные по мощности субпараллельные прослойки и линзочки темно-бордового цвета. Рисунок породы усложнён нечётко выраженными разно ориентированными прожилково-видными выделениями более крупнозернистого серовато-белого кварца, располо-

коративными породами. Среди них всемирно известные коргонский порфир и ревнёвская яшма, белоречиты, локтевский порфир, риддерская брекчия и др. Безусловно, алтайские камнерезы в своих работах используют эти традиционные породы, прочно занявшие своё место среди поделочного материала и не нуждающиеся в дополнительной рекламе. Здесь же речь пойдет о тех породах, которые весьма декоративны, но в камнерезное искусство вошли лишь недавно, в работах алтайских камнерезов. По сути они являются новым поделочным сырьём

женными как согласно полосчатости, подчёркивая её, так и занимая секущее положение. Микроскопически порода представляет собой окварцованный кристаллолитокластический туф (игнимбрит ?) риолитового состава со слабо выраженной псевдофлюидальностью (полосчатостью) основной кварц-халцедоновой массы (рис. 1). Рудный минерал, представленный гематитом, распределён неравномерно, обогащая более темные участки. В породе сохранились редкие реликтовые обломки первичного кварца, плагиоклазов и калиевого полевого шпата. Вторичные изменения плагиоклаза выразились в его неравномерной хлоритизации.

Туф риолитового состава - декоративная порода из аллювия р. Уймень. Макроскопически это порода серого до тёмно-серого цвета неравномерно зернистая, пятнистой текстуры, обусловленной отчётливым обособлением округлых диаметром до 1 см выделений серого кварца на фоне основной темно-серой массы. Декоративность породы усиливается, благодаря достаточно густой неравномерной вкрапленности изометричных и уплощённых выделений размером до 0,5 см серовато-кремового полевого шпата. Последние присутствуют как в основной массе, так и входят в состав сферолитовых выделений. Порода внешне весьма напоминает так называемую серую коргонскую копейчатую яшму. Микроскопически описываемая порода представляет агрегат с центрической текстурой, обусловленной наличием чётко выраженных кварц-полевошпатовых сферолитов, в центре которых наблюдаются обломки почти неизменённого плагиоклаза и калиевого полевого шпата. Между сферолитами отмечается агрегат микрозернистого кварца с мелкочешуйчатыми выделениями мусковита и биотита и реже карбоната. К основной массе приурочена равномерная тонкокристаллическая вкрапленность магнетита, с чем и связан её тёмно-серый цвет.

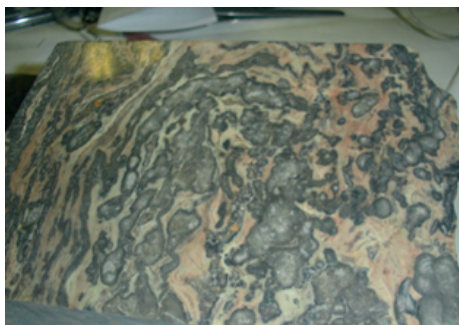


Рис. 2. Серицит-кварцевый апоэффузивный метасоматит псевдофлюидальной текстуры: а – полированный штуф 0,7 натуральной величины

Метасоматит неравномерно зернистый серицит-кварцевый состава представляет апоэффузивную породу установленную в аллювии р. Уймень. Из всех описываемых пород эта порода наиболее декоративна. Макроскопически она характеризуется изометричными выделениями размерами до 1 см, сложенными кварцем серого до темно-серого цвета, которые обособлены или связаны в причудливо изогнутые цепочки, выделяющиеся на фоне основной массы розовато-кремового и кремового цвета. Это создает в породе отчётливо проявленную псевдофлюидальность.

Микроскопически это серицит-кварцевый метасоматит с резким преобладанием кварца в составе (рис. 2). Интенсивность метасоматических изменений такова, что позволяет по присутствующим реликтам лишь предполагать в качестве исходной

породы кислый эффузив с порфировой структурой, в котором вкрапленники представлены кварцем и значительно реже плагиоклазом. В породе отмечаются пластинчатые выделения гематита, частично замещённого гидроксидами железа.

Знаменитый красный (античный) коргонский порфир часто используется при изготовлении ваз алтайскими камнерезами. Проведенные нами микроскопические исследования позволили уточнить его состав. Название породы - «коргонский порфир», можно считать историческим, поскольку порода представляет игнимбрито-подобный спекшийся литокристаллокластический туф дацитового состава. Обломки сложены кварцем, плагиоклазом, углефицированными породами, заключёнными в основной кварц-полевошпатовой псевдофлюидальной массе, содержащей тонкодисперсную вкрапленность гематита, что обуславливает красный цвет породы.

Описанные породы достаточно монолитны, прочны и хорошо принимают полировку, являясь отличным поделочным сырьем. В настоящее время они находят применение преимущественно при изготовлении некрупных камнерезных изделий. Однако обнаружение этих пород в коренном залегании может значительно расширить сферу их применения.

ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА МИНЕРАЛОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В МЕДИЦИНСКИХ ЦЕЛЯХ

Ю.В. ИНДУКАЕВ

Томский государственный университет, г. Томск

Любой человек, живущий на Земле должен что-то знать о минеральном (каменном) мире, полном тайн и очарований. Минералы, по существу, являются каменными “цветами” неорганической (косной), а иногда и органической природной материи (вещества). По существу, каждый из них не повторим (эксклюзив). В связи с этим, интерес человека к минералам (камню) возник с его появлением на Земле. Свою любовь к “камню” он пронес через всю историю развития человеческой цивилизации [1-5].

Минералы - самоцветы облагораживают и украшают жизнь человека, поднимают настроение, влияют на его поведение, часто вселяя в него чувство уверенности, достоинства и своеобразия (индивидуальности). Яркие окраски минералов, прозрачность, правильность геометрических форм, игра цветов и многие другие физические и химические свойства оказывали поразительную власть над человеком, вызывая восторг, восхищение, удивление или суеверный страх. Разве могут быть иные последствия, в результате общения с самоцветами, получившими название “Камни- глаза”. Их называют маленькими чудесами природы. Средневековые астрологи называли их древесными глазчатými камнями [2].

Общение человека с минералами порождает у него чувство веры в чудодейственные свойства этих каменных произведений (цветов) природы. Вероятнее всего здесь срабатывает фактор внушения. При этом следует учитывать и то, что у определенных групп людей многовековой опыт многих поколений, суждения исторических личностей, ученых прошлого и существующие легенды [2, 4] порождают у них веру в чудодейственные свойства этих каменных произведений природы. Очевидно, здесь срабатывает фактор внушения и люди интуитивно верят в “магическую” силу минералов. В частности, это проявляется в том, что человек с древних времен верит в чудодейственную (магическую) силу талисманов и амулетов. Он у каждого человека свой. Одни верят, что удачу им приносит кулончик из агата, другие не расстаются с халцедоном или еще каким-то самоцветным минералом. Ясно одно, амулеты и талисманы еще никому не навредили, а верить в это или нет – пусть каждый решит для себя сам. Взять, к примеру, яшму в качестве талисмана, то издавна известно, что этот минерал “холодного” цвета обеспечивает его владельцу невидимую для глаз силу предвидения. Красная яшма уменьшает силу кровотечения и облегчает недомогания. Авиценна советовал носить яшму на животе от болезни желудка. Постоянное ношение яшмы обостряет обоняние. Нефрит человек использует свыше 10 000 лет. Древние ацтеки использовали нефрит как лекарство, прикладывая его к пояснице, приглушая боль. Как заморское лекарство завезли нефрит в Европу испанские конкистадоры, именуя его как камень для лечения поясницы. В свою очередь, израилевый царь Соломон в свое время говорил окружающим: “... посмотрите на эти сапфиры, похожие на васильки в пшенице...”. Далее он продолжал говорить, что этот камень холоден и чист. Однако, во время тяжелых путешествий его кладут в рот для утоления жажды. Он излечивает проказу и злые наросты. Толченый изумруд, согласно Соломону, дают отравленному ядом, а смешанный с шафраном, он исцеляет глаза от куринной слепоты.

Безусловно, использование минералов в качестве лекарств для приема во внутрь человеческого организма, как показывает практика, кроме вреда, по-видимому, ничего не приносит. Главным образом, камни самоцветы (минералы) оказывают на людей психологическое или психотерапевтическое воздействие. Это, прежде всего, проявляется в том, что в людях зарождается вера в “целительность” минералов.

За многотысячную историю человеческой цивилизации люди создали своеобразную культуру “камня”. Значительное место в этой культуре занимает направление, которое объединяет сведения о лечебных свойствах минералов и о литотерапии (лечение камнем). С древних времен люди знали камни, приносящие удачу, несчастья, исцеление и обладающие “чудодейственной” (магической) силой. Это отразилось даже в названиях некоторых минералов. Им, в частности, приписывались врачующие и охраняющие свойства. Так, например, нефрит (от болезни почек), аметист (предохраняющий владельца от пьянства) и др.

Правильно выбранный драгоценный камень может защитить своего хозяина от болезней и (поправить) улучшить самочувствие. Рассмотрим с данных позиций отдельные минералы.

Золото и серебро еще в седой древности были известны как минералы, которые использовались в различных целях. Это объясняется тем, что никакой другой мине-

рал не может сравниться с ними в благородстве, долговечности и красоте, в “лечебных” свойствах.

Золото (Au) начинают применять в лечении онкологии. По своим многим свойствам оно подобно платине (Pt), которую уже не первый год используют при лечении рака. Доктор Билл Хендерсон из Новой Зеландии полагает, что золото может уничтожить клетки новообразований. Доказано, что Au способно обеззараживать и убивать микроорганизмы. В связи с чем его полезно носить с собой, например, на отдыхе в экзотических странах (Африке, Азии и т.д.) или при серьезном инфекционном заболевании, а также кожных проблемах. Из-за тонизирующего эффекта золота его рекомендуют носить дамам “бальзаковского” возраста и страдающим заболеваниями сердца. Оно также полезно гипертоникам, так как снижает артериальное давление (тогда как серебро им носить нежелательно). На основе раствора солей Au сегодня выпускают многие лекарственные препараты и даже косметику.

Однако, у некоторых людей особенности организма таковы, что Au откладывается в тканях. В медицине такое явление называется “хризиаз”. Чтобы проверить свою чувствительность к золоту, необходимо надеть сережки или кольцо и на протяжении нескольких дней надо проконтролировать свое состояние. Если вокруг отверстий для сережек или на пальце проявляется воспаление, беспокоит головкружение, значит нужно “уменьшить” дозу или перейти на другие украшения. Бывает и так, что достаточно снять обручальное кольцо с пальца, чтобы человек расстался с головной болью и бессонницей.

Еще наши предки избавлялись от недугов, накладывая на проблемные места пластины из различных металлов. Сейчас, например, самой лучшей “скорой помощью” при синяках и шишках считается медь. Неудивительно, что металлотерапию применяют во многих медицинских учреждениях.

Исследования показали, что золото активизирует процессы в организме. В связи с чем, при ощущении упадка сил медики используют золото – оно тонизирует. В свою очередь, серебро, наоборот, подавляет процессы в организме, поэтому его используют как успокаивающее средство. Именно из-за таких прямо противоположных биоэнергетических воздействий на организм золота и серебра вместе лучше не носить. Лечебные свойства металлов подтверждает и акупунктура. Ведь согласно этому учению на теле находится множество активных точек, и каждая связана с определенным органом человека.

Дезинфицирующие свойства серебра известны почти всем. Еще в древние времена, кубки воинов Александра Македонского делали из серебра, чтобы в длительных походах оградить их от различных инфекций. В середине века именно по этой причине из серебра делали кубки, чтобы оградить вельможей от отравления. Швейцарский ученый Карл Нечели установил, что ионы серебра способны обеззараживать 650 видов бактерий (для сравнения- антибиотики – только 5-10 видов). Во время Великой отечественной войны серебряной водой лечили открытые раны, свищи и язвы от туберкулеза. Даже сегодня воду обеззараживают при помощи серебряных электродов. Известно, что у Ag эффективность уничтожения в воде бактерий в 1750 раз выше, чем у карболовой кислоты. Да и остается бактерицидной

“серебряная водица” в течение многих месяцев. Это было хорошо известно еще древним индусам. Они обеззараживали воду, опуская в нее пластинки Ag. В русской православной церкви “святую” воду для прихожан всегда выдерживали в серебряных сосудах. Активным началом такой воды являются ионы Ag^+ . Они способны проникать в клетки бактерий и уничтожать их изнутри. В знаменитой монографии профессора Войно-Ясенецкого “Очерки гнойной хирургии” бактерицидное серебро – один из главных персонажей.

В свою очередь, следует сказать, что в самых ответственных органах человека (мозге, железах внутренней секреции, печени, почках, костях) серебра содержится существенно больше, чем в организме в целом. В связи с этим, чтобы поддерживать такой уровень, наш суточный рацион должен нести в себе не менее 90 микрограммов Ag. “Серебряная вода” создает в организме человека как бы уникальный биологический щит. Перед ним отступают простуды, грипп, инфекционные желудочно-кишечные заболевания. Уничтожая клетки болезнетворных бактерий ионы Ag^+ щадят клетки полезных бактерий, оберегая человека от дисбактериоза.

Алмаз в середине века считался лучшей защитой от глаза и чумы. Он придает силы и бодрости духа в критических ситуациях тому, кто его носит. Женщинам помогает при бесплодии, оберегает женщин в “положении” (беременных) и облегчает роды. Мужчинам дарит орлиное зрение.

Рубин – драгоценный камень загадочного характера. В связи с чем его нужно дарить с осторожностью и только хорошо проверенным людям. Дело в том, что рубин обладает свойствами усиливать основополагающие черты характера человека: доброго делает еще добрее, а злого и завистливого превращает в настоящего злодея (негодяя).

В средневековье считалось, что рубин способен показать наличие яда в пище и в напитках. Сейчас считается, что он помогает выведению из организма токсинов и солей тяжелых металлов, оберегает от рака и улучшает состояние организма при упадке сил и апатии. При этом следует отметить, что камень очень “сильный” – постоянно лучше не носить, а то может начаться сердечная аритмия.

Сапфир ограждает владельца от врачебных ошибок и предательства. Он помогает владельцу восстанавливаться после операций и тяжелой болезни. Благодаря потрясающему голубому цвету сапфир считается камнем, наполненным энергией неба (небес). Камень дарит мир и покой в семье.

Бирюза – камень счастья и верной любви. При этом, камень считают “индикатором” здоровья. Это выражается в том, что в руках тяжелобольного человека цвет бирюзы тускнеет (бледнеет), а когда человек выздоравливает, то снова становится ярким и сочным. Кроме того, камень усиливает внутреннюю энергию и помогает при глазных болезнях.

Изумруд с древних времен считают “чувственным” камнем. Кто его дарит, отдает вместе с камнем свою душу. В свою очередь, тот, кто получает изумруд в подарок, сможет “читать” мысли дарителя. Камень помогает раскрытию таланта, развитию интеллекта, укрепляет память, делает психику более устойчивой. Древние египтяне утверждали, что изумруд нельзя красть – камень выдаст вора или найдет на него болезнь и смерть.

Гранат считают камнем здоровья и полноты жизни. Благодаря своему насыщенному “красному” цвету, он улучшает свойства крови, нормализует свертываемость, помогает при анемии (повышает гемоглобин). Гранат помогает при сердечных недугах, вегетодистонии.

Топаз считают камнем носителем “психологического” здоровья. Он поддерживает твердость духа в самых суровых испытаниях, усмиряет гнев, защищает от безумия и бессонницы. Розовый топаз – символ надежды и здоровья детей. Кроме того, он создает положительную ауру в доме хозяина, но его не стоит брать в дальние поездки – может нагнать печаль и нестерпимую тоску по дому.

Сердолик – камень здоровья и согласия. Он помогает сохранить спокойствие в трудных (экстремальных) ситуациях, в спорте. Камень благотворно влияет на сердце и сосуды, снимает головную боль и головокружение при гипертонии. Кроме того, сердолик приводит в порядок частоту пульса при сердечных проблемах, прогоняет слабость. Он помогает пережить панические атаки при дистонии.

Опал называют “камень дружбы”. Он считается символом надежды на скорейшее выздоровление, снимает раздражение и тревогу, помогает регенерации нервной и мышечной ткани, улучшает пищеварение, работу сердца и внутренних желез, а также облегчает и предупреждает приступы эпилепсии. Кроме того, он снимает спазмы страдающим астмой и хроническим бронхитом. Наряду с этим, предохраняет хозяина от низких страстей, зависти и всех чувств, что несет разрушение.

Янтарь помогает излечиться от болезней кожи и лор-органов (полезно носить янтарные ожерелья и сережки при воспалении горла и ушей). Он снимает боли при ревматизме, спасает от бессонницы, стимулирует выработку молока и улучшает его питательные свойства у кормящих мам.

Жемчуг древние римляне считали талисманом от всех болезней. Он продлевает жизнь, приносит покой, лечит бессонницу. Ношение жемчужной нити на шею улучшает состояние кожи лица и кровообращение. Сегодня ведущие центры красоты Японии и Европы с помощью жемчужного порошка решают едва ли не все косметические проблемы: возвращение силы и частоты волосам на голове человека, укрепление ногтей, разглаживание морщин и т.д. Самым целебным считается порошок розового жемчуга. Он содержит больше всего конхиолина. Последний представляет собой жемчужный протеин-источник легкоусвояемого белка. Волосам и ногтям этот белок жизненно необходим, ведь они сами на 97 % состоят из белка. Это их строительный материал. Жемчужный белок гораздо ближе, родственнее нашим волосам и ногтям, чем животный и даже растительный. По этой причине он поступает прямо по назначению и делает волосы крепкими и здоровыми, кожу упругой, а ногти – розовыми и блестящими.

Кроме того, в розовом жемчуге содержится максимальное (92 %) количество арагонита (CaCO_3) – уникального биодоступного органического кальция. Это важно потому, что каждый знает, как необходим Ca для прочности наших зубов, костей, для хорошей работы сердечно-сосудистой, нервной и гормональной систем. Жемчужный кальций – арагонит легко усваивается организмом, связывается с белком, “строит” и обновляет наши волосы и ногти, укрепляет кости, омолаживает кожу и разглаживает на женских лицах морщины.

Наряду с отмеченным, следует сказать, что ученые предполагают наличие в жемчуге некоего гена “вечной молодости”. Ведь ракушка – жемчужница – единственная обитательница Земли, которая вообще не стареет, а живет при этом около 100 лет.

В одном единственном месте на земном шаре находится камень, с древних времен известный как шунгит. Этим местом является русский север, Карелия. В старину местные жители говорили, что “Шунгит от ста болячек исцелит”. Карельские старожилы сказывали, что еще деды и прадеды с его помощью поправляли свое здоровье. Рецепты передавались из поколения в поколение. Например, если пить воду, настоянную на куске шунгита, старые хвори утихнут, а новые не привяжутся. В случае, если истолочь камень в мелкий щебень и несколько минут потоптаться на нем босиком после тяжелого трудового дня – усталость как рукой снимет. Известно, что в 1709 г. шунгит спас русское войско от дизентерии (во время Полтавской битвы), так как на дне солдатских котелков, из которых они пили и ели лежали кусочки шунгита (аспидного камня). В то же время, эпидемия дизентерии, вызванная жарой и загрязнением водных источников “вывела из строя” тысячи солдат шведского войска. Подобное новшество в солдатской амуниции было введено Петром I. Его знакомство с шунгитом началось на медеплавильных заводах, построенных на берегах Олонца. Здесь царь и услышал о целебной силе черного камня (шунгите). В частности, Петр I узнал, что кто-то из рабочих избавился от хромоты (после тяжелой травмы), у другого – прошла ломота в пояснице, у третьего – перестали выпадать зубы и волосы. Любопытный царь испытал шунгитовую воду на себе и как-то после обильного застолья обнаружил, что не только от похмелья избавился, но и от очередного приступа подагры.

Позже было обнаружено, что шунгитовая вода исцеляет и другие жестокие болезни (цинготную, ипохондрию, бессильство желудка, рвоту, медвежью, почечную, каменную – ежели песок или малые камни и прочие). В 1719 г. Петр I указал открыть курортные воды на Олонце. Данный курорт не раз впоследствии воскрешал царя к жизни. Лечебные свойства шунгита объясняются многими открытиями, сделанными в последние пятнадцать-двадцать лет. В частности, оказалось, что в шунгите наблюдаются принципиально новые формы существования углерода, а последний, как известно, – основа жизни на Земле. Эти новые формы существования углерода были названы английскими химиками фуллеренами. Они оказались самыми сильными из открытых до сих пор, антиоксидантов, защитников от клеточных убийц – свободных радикалов. Подобные фуллерены (сразу двух типов, C_{60} и C_{70}) были обнаружены в карельском шунгите. Благодаря фуллеренам шунгитовая вода обладает уникальным свойством обезвреживать вещества, опасные для организма человека и активизировать процессы выздоровления. Затем появились сообщения о противораковой активности фуллеренов. Сейчас на основе шунгита создаются медицинские препараты.

В медицине лечебные глины и грязи используют уже много веков. Глина богата минеральными солями и микроэлементами: Fe, Cu, Mg, Ca, Si, N (и другими), а также ценными минералами. Она обладает антибактериальными действиями, снимает раздражение, лечит радикулит, остеохондроз, артрит, помогает после травм и

переломов. В косметических целях грязь (глины) используют для лечения угрей, глубокого очищения кожи и т.д. Глины, используемые в косметике, имеют разный цвет в зависимости от минерального состава и совокупности элементов. Например, белые (каолиновые) глины имеют рН около 5 (слабой кислотности) и используются для самой чувствительной кожи. Она содержит много Al, который характеризуется подсушивающими и вяжущими свойствами. Эти глины пригодны для лечения жирной кожи.

В свою очередь, красная глина богата Cu и оксидами Fe. Она улучшает кровообращение кожи, снимает аллергию и лучше всего подходит для склонной к покраснениям кожи.

Голубая глина очищает кожу от угревой сыпи, а зеленая наполовину состоит из кремния. Последняя придает гибкость сосудам, стимулирует обмен липидов, влияя на рост волос головы.

Анализ огромного количества материала по рассматриваемой теме показывает, что в большинстве случаев чудодейственные и лечебные свойства минералов проявляются через конкретные их свойства с учетом воздействия их на человеческие органы и их отделы. В качестве примера можно использовать цветность минералов и ее влияние на органы человеческого тела, черты характера и склонность к тем или иным заболеваниям.

Цветность (окраска) минерала относится к числу наиболее “броских” свойств в этих образованиях. В свою очередь, за длительную историю использования минералов было установлено, что между их цветом и характером и индивидуальными особенностями человека (владельца камня) существует связь.

Швейцарский психолог Макс Люшер еще в 1947 г. создал цветовой тест для определения психологической структуры личности. Позднее электрофизиологи доказали, что за цветовосприятие отвечает отдел мозга гипоталамус (диэнцефалин). Он же во многом управляет психическими реакциями, а также влияет на общее состояние здоровья. Учитывая это можно рассмотреть цвета минералов и увязать данное свойство с возможным влиянием на состояние здоровья человека.

Мир минералов богат разнообразием цветов. Своим цветом минералы также могут проявлять медицинские свойства. Причем, цвета, которые мы выбираем, могут много сказать не только о характере, но и о том, каких болезней стоит опасаться.

Если человек любит синие и голубые тона самоцветов, то это говорит о том, что он нуждается в гармонии и покое. В этом он видит спасение от повседневной суеты. У таких людей на первый план выходит благожелательность, умение сопереживать, верность. Оттенки синего обычно предпочитают люди со стабильным эмоциональным фоном, избегающие конфликтов. Если вы любите синие тона, но их вам не хватает по жизни, появляется склонность к вегетодистонии, аллергиям, кожным проблемам, нарушение цикла у женщин.

Зеленый цвет выбирают люди с развитой силой воли, целеустремленные, умеющие владеть собой. Они действуют решительно, стремятся контролировать все вокруг себя. Вообще, зеленый цвет лечебный, успокаивает нервную систему и сердце, нормализует давление. Любителей зеленого цвета подводит властность и не-

желание менять своих суждений. Результат – склонность к язве желудка, проблемы с пищеварением.

Если этим людям не хватает зеленого, организм может прореагировать болями в позвоночнике, головными болями и др.

На красный цвет минералов охотно реагируют и с удовольствием воспринимают люди импульсивные, но умеющие встречать неприятности с открытым забралом, неунывающие, оптимисты, стремящиеся насытить жизнь яркими ощущениями. Таких людей подводит стремление к лидерству во всем, перенапряжение. Среди любителей красного больше всего гипертоников. В свою очередь, недостаток красного может сигнализировать падением давления, нервным истощением, хронической усталостью.

Обожающие желтый цвет относятся к категории людей, которые активны в жизни, честолюбивы, любознательны, им свойственна легкость нрава, но некоторая поверхностность. По существу многие из них экстремалы во всем, вечные “озорные дети”, безбашенные эксцентрики. Данная группа людей страдает в основном от травм и инфекций, потому что не заботятся о своем здоровье, также возможны депрессии и астмоидные нарушения.

Склонность человека к фиолетовым тонам указывает на то, что в данном случае нередко пытаются безуспешно примирить все мыслимое и желаемое с объективной реальностью. При этом реальность сопротивляется. В результате возникает неудовлетворенность собой, нерешительность в поступках. У этих людей нередко слабые легкие, есть склонность к астмоидным состояниям на нервной почве и нейродермитам, возможны сердечные аритмии, повышение артериального давления, проблемы с печенью.

Люди, проявляющие интерес к коричневым цветам, обычно характеризуются пассивностью, чувствительностью, склонны к физическим ощущениям, часто не могут освободиться от детских комплексов и страхов, придают особое значение семье, малообщительны, не любят бурного выражения чувств. Они могут страдать психологическими расстройствами (депрессиями, навязчивостями), на фоне повышенной тревожности, не умеют страховать напряжение, противостоять стрессам. Нехватка коричневых тонов может обернуться проблемами с суставами и позвоночником.

Любители черных тонов окраски самоцветов, хотели бы они или нет, символизируют неудовлетворенность жизнью. Это по существу неосознанный ими протест против существующего положения вещей, стремление к строгости и подсознательное желание упорядочить свои мысли и чувства. Нередко черный предпочитают страстные, упрямые натуры, боящиеся взрыва своих эмоций. Любители черного склонны к сердечно-сосудистым проблемам, ранним инфарктам, кардионеврозам.

Белый цвет любят люди крайне аккуратные во всем. Его обожают люди, склонные к врачеванию и модницы с противоположными чертами характера. Этот цвет самый загадочный. Он передает сияние света и холод льда.

Магия оранжевого цвета внушает человеку оптимизм и надежность, пробуждает уверенность в себе. Боязливым людям полезно носить украшения с использованием камней оранжевых оттенков. Необходимо помнить, что с медицинской сторо-

ны оранжевый цвет – это цвет области живота, поясничного позвонка, селезенки и верхней части бедра.

Серые тона окраски выбирают люди, которые стремятся отгородиться от всякого влияния, занимаясь исключительно своими делами. Обычно эти тона окраски камней выбирают люди трудолюбивые, но весьма скучные в общении. Это цвет нейтралитета и соблюдения дистанций. Следует отметить, что приверженцы серых тонов обычно имеют не очень крепкое здоровье, угрюмы с детства, склонны к частым простудам.

Характерной особенностью современных наук естественного профиля (геохимии, минералогии и др.) является то, что здесь часто объектами исследования выступают системы, находящиеся на грани косной и живой материи природы. Примером являются результаты исследования белков и вирусов. Последние рассматриваются как природные системы, находящиеся на грани “живого” и “неживого” - между биологической молекулой и кристаллами. Эти исследования, проводимые с помощью рентгеновских лучей, делают доступной каждую “клеточку” кристалла. Зная структуру кристалла, можно судить о строении образующих его молекул. Это позволило ученым подойти к разгадке структуры белковых молекул. Рентгеноструктурный анализ белковых кристаллов уже дал молекулярной биологии “конструкцию” ДНК, гемоглобина, “портрет” молекулы лизоцина (важнейшего природного ускорителя химических процессов в живых клетках) и других. С помощью камней, уверяют врачи, еще в древности умели лечить множество болезней. Сегодня стоун-терапия снова в моде (stone-камень). Метод стоун-терапии основан на температурном воздействии на кровеносные сосуды, смене тепла и холода. Тепло от разогретых до 40 градусов камней способно проникать вглубь тела на 4-5 сантиметров. При этом резко повышается приток крови, которая уносит с собой токсины и шлаки и обогащает клетки кислородом. Чаще всего используют черный базальт, белый мрамор и др. Можно использовать самоцветы. Последние не только прикладывают к коже, но и “настаивают” на них лосьоны и примочки.

Литература

1. Давиденко И.В. Люди изучают Землю. – Мурманск: Книжное изд-во, 1977. 224 с.
2. Индукаев Ю.В. Мир ювелирного зодчества и магичность природных и искусственных камней // Геммология. Томск, Томский гос. ун-т, 2004. С. 107-118.
3. Индукаев Ю.В. История развития ювелирного зодчества и современные тенденции его эволюции (на основе музейных и выставочных коллекций) // Геммология. Томск: ФГУ “Томский ЦНТИ”, 2006. С. 52-59.
4. Николаев С.М. Камни и легенды. – Н-ск: Сиб. унив. изд-во, 2005. 230 с.
5. Неверов О.Я. Античные инталии в собрании Эрмитажа. - Л.: Аврора, 1976. 712 с.
6. Ферсман А.Е. Из истории культуры камня в России. - М., Л.: Изд-во АН СССР, 1046. 55 с.
7. Ферсман А.Е. Кристаллография алмаза. - Л.: Изд-во АН СССР, 1955. 566 с.

КАМНЕСАМОЦВЕТНОЕ СЫРЬЕ ДАЛЬНЕГОРСКОГО БОРОСИЛИКАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ, РОССИЯ)

О.А. КАРАСЬ¹, В.А. ПАХОМОВА¹, Б.Л. ЗАЛИЩАК¹,
Н.И. ЕКИМОВА¹, В.Н. КОБЫЛЬЧЕНКО², П.П. САФРОНОВ¹

1 - Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия;

2 - Геологический музей, г. Дальнегорск, Россия

Дальнегорское месторождение - главный источник борного сырья в России, единственный промышленный объект такого масштаба, разведанный на глубину около 1.5 км. Его формирование связывается с этапом заложения вулканического пояса (90-70 млн. лет), когда в результате катастрофических извержений Таухинский террейн был перекрыт толщей игнимбритов [1]. Скарнированию подвержены тела триасовых известняков, заключенных в неокомской олистостроме. Зоны скарнирования не проявляют какой-либо видимой связи с интрузиями, но пересекаются гранитами с К-Аг возрастом около 64 млн. лет. Однако, судя по изотопам бора минералов рудной ассоциации, его источниками все же являются удаленные от места скарнирования интрузии гранитоидов. В составе скарнов доминируют волластонит, геденбергит, гранат. Считается, что на раннем этапе формирования месторождения при замещении известняков были образованы гроссуляр-волластонитовые скарны, а в палеогидротермальных полостях были сформированы тонкополосчатые шарообразные датолит-геденбергит-волластонитовые минеральные почки и скопления крупнокристаллического данбурита [1]. При повторном скарнировании реликты известняков были преобразованы в гранат-геденбергитовые скарны, а данбурит полностью замещен новообразованным агрегатом при участии граната, геденбергита, ортоклаза, кварца и кальцита. Ремобилизованный в ходе повторной гидротермальной переработки бор переотложен в зонах позднего скарнирования в форме датолита и аксинита в ассоциации с кварцем и кальцитом. Главным промышленным минералом руд является датолит, который извлекается при их переработке.

Дальнегорское месторождение знаменито не только как рудный объект, оно известно также как источник коллекционного материала – это друзы кальцита, насчитывающего 47 морфологических разновидностей кристаллов различных оттенков, друзы и отдельные кристаллы флюорита, кварца, аксинита сидерита, сульфидов железа, свинца, цинка, меди кобальта, мышьяка. Встречаются минералогические редкости, такие как гизенгирит, ильваит, апофиллит, отмечаются также самородные висмут и сурьма. Среди минералов бора наиболее распространены датолит, данбурит, аксинит, имеющие самостоятельное значение как камнесамоцветное сырье.

Дальнегорское скарновое боросиликатное месторождение приурочено к крупной, вытянутой в северо-восточном направлении на 3,5 км, олистоплаке известняков, залегающей среди осадочного меланжа олистостромовой толщи, перекрытой покровом кремнисто-терригенных пород горбушинской серии. Мощность олистоп-

лаки превышает 600 м. Олистостром, известняки и кремнисто-терригенные породы залегают субвертикально, слагая юго-восточное крыло Центральной антиформы, выделенной Ю.П. Юшмановым [2].

Линзовидный скарново-рудный блок имеет в целом сложное внутреннее строение, обусловленное наличием участков незамещенных пород, тектонических нарушений, даек габбро-диабазовых и диабазовых порфиритов. Под скарновой залежью, на глубине 1100-1400 м скважинами выявлены биотит-роговообманковые гранитоиды дальнегорского комплекса. Геденбергитовые, гранатовые, волластонитовые и др. скарны развиты по известнякам и алюмосиликатным породам и преимущественно сосредоточены в надинтрузивной зоне этого многофазового гранитоидного массива.

Предыдущими исследователями на Дальнегорском месторождении [3] установлены следующие стадии минерализации: скарновая, боросиликатная и кварц-карбонатная. В течение главного этапа боросиликатной стадии минерализации отложены небольшое количество данбурита и основная масса датолита.

Материалом для настоящего исследования послужили образцы пород и кристаллов (фрагменты кристаллов) борных минералов, отобранных автором и сотрудниками геммологической лаборатории ДВГИ ДВО РАН в процессе целенаправленных полевых исследований на площади Дальнегорского боросиликатного месторождения в период 2004–2006 гг. с целью уточнения минеральных ассоциаций борных минералов и последовательности их образования, установления геммологических характеристик самоцветов и изучения условий их образования. Из образцов минералов по методу “зеркального отражения” (для возможной идентификации минеральных включений и твердых фаз во включениях) были изготовлены шлифы и пластины, самоцветное сырье ювелирного качества огранили для изучения на стандартном геммологическом оборудовании. В процессе исследований, кроме геммологических инструментальных методов, использовались общепринятые геолого-минералогические, петрографический, химический, спектральный, рентгенофлуоресцентный, термобарогеохимический – главным образом термо- и криометрия в комплексе с современными методами локального исследования микроробъектов. Для выяснения состава борных минералов и микровключений в них подготовленные образцы изучались на сканирующем электронном микроскопе LEO 1430VP с EDS-системой в лаборатории физических методов анализа (ГИН СО РАН) и в лаборатории рентгеновских методов (ДВГИ ДВО РАН) на четырехканальном микроанализаторе JXA 8100.

Датолит, наиболее распространенный на месторождении боросиликат, развивается, как правило, только в пределах скарновой залежи. На глубоких интервалах разреза (от 700 м до 1100 м) он присутствует в тонкополосчатых агрегатах, состоящих из бледно-зеленого датолита, пироксена, реже волластонита. Датолит находится в виде отдельных полос и гнезд в скарнах, образуя зернистые агрегаты с размером зерен от долей миллиметров до 2-5 см.

Стандартные геммологические характеристики по системе GIA определены при исследовании кабошонов, изготовленных из кристаллов датолита. Встречаются бесцветные, голубоватые (В 2/2 – В 3/2), бледно-зеленные (G 2/2 – 4/5), голубо-

вато-зеленые (bG 2/2 – 3/4), желтовато-зеленные (yG 2/2 – 3/5) разновидности датолита. Минерал полупрозрачный или непрозрачный. Большинство исследованных кабошенов датолита в ультрафиолетовых лучах (254 и 356 нм) инертны. Блеск стеклянный. Твердость 5,5. Показатель преломления 1,62-1,64. К сожалению, из-за невысокой твердости, применение этого минерала в ювелирном деле ограничено.

Как известно, включения в геммологи являются диагностическим признаком, позволяющим во многих случаях определить происхождение камня и его принадлежность к конкретному геологическому объекту. Характерные для приморских датолитов первичные по способу расположения включения (рис. 1) представляют собой двухфазовые газово-жидкие вакуоли. Химический состав распространенных в датолите минеральных включений соответствует ортоклазу (рис. 2).

Данбурит распространен лишь в северо-восточной части скарновой залежи месторождения, на сопке Левобережной, где он находится в ассоциации с кварцем и андрадитом. На месторождении встречаются бесцветные, бледно голубые (B 2/2), бледно желтые (Y 2/2) призматические кристаллы данбурита и их сростки. Длина кристаллов до 5 см и более. Кристаллы прозрачные, полупрозрачные до непрозрачных. Исследованные кристаллы, в отличие от известных по литературным данным, инертны под ультрафиолетовыми лучами (365 и 254 нм). Блеск стеклянный, твердость 7. Показатель 1,62-1,63. Оптические характеристики и высокая твердость данбурита – главные признаки, позволившие его отнести к разряду ювелирных.

Выявленные включения в данбурите газово-жидкие и газово-жидкие с твердыми фазами (рис. 3, 4). Минеральные включения не характерны.

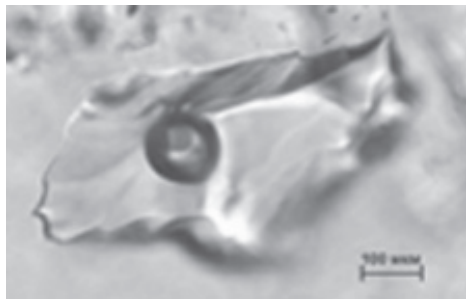


Рис. 1. Первичное газово-жидкое включение в датолите

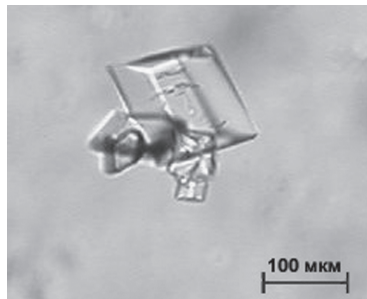


Рис. 2. Минеральное включение ортоклаза в датолите.

Аксинит развит в скарнах на контакте известняков и песчаников; совместно с другими боросиликатами он слагает две залежи (Аксинитовую и Водораздельную). Минерал распространен в участках контактов боросодержащих скарнов с вмещающими песчаниками и сланцами и с их пропластками в скарнах. Для аксинита наиболее типична ассоциация с эпидотом, полевым шпатом и кварцем – в околоскарновых породах, с гранатом и геденбергитом – в скарнах, реже встречается ассоциация аксинита с датолитом или кальцитом.

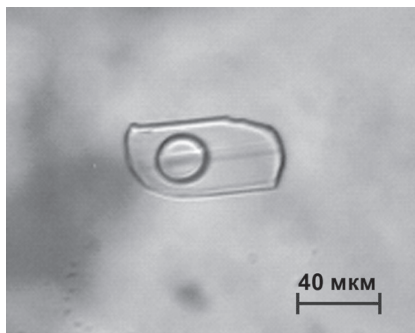


Рис. 3. Первичные газожидкие включения в данбурите.

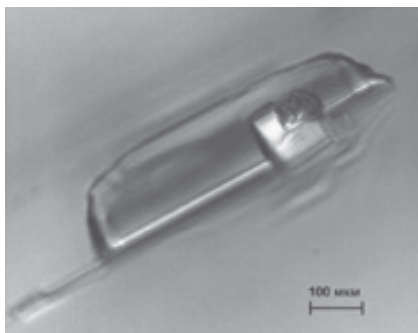


Рис. 4. Первичные газожидкие включения с твердыми фазами в данбурите.

Окраска кристаллов аксинита по системе GIA коричневая (yO 6/3), зеленовато-серая (styG 5/3). Минерал прозрачный или полупрозрачный. Для него характерен очень высокий плеохроизм. Большинство исследованных кристаллов аксинита в ультрафиолетовых лучах (254 и 356 нм) инертны. Блеск стеклянный. Твердость 6,5 – 7. Показатель 1,68-1,69. Аксинит обычно относят к группе коллекционных камней, но на Дальнегорском месторождении обнаружены кристаллы аксинита, которые могут быть отнесены и к ювелирным.

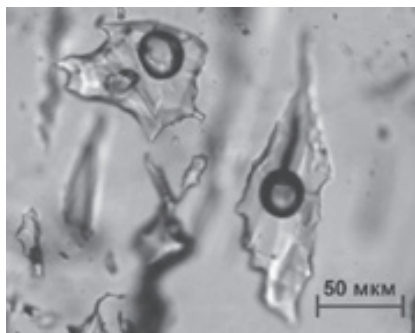


Рис. 5. Первичные газожидкие включения в аксините

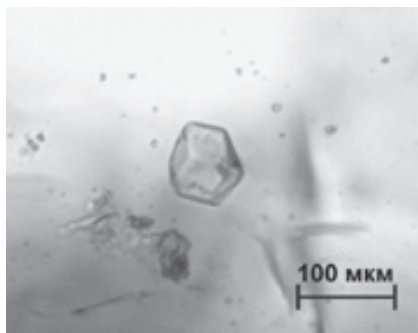


Рис. 6. Минеральное включение граната в аксините

Аксинит принадлежит к группе минералов, весьма насыщенных включениями. Основная масса включений имеет неправильную форму, часто повторяющую форму кристаллов аксинита. В литературе информация о включениях борных минералов фрагментарна и отрывочна. Единственное упоминание об аксините в известном фотоатласе Гюбелина касается включений из мексиканского аксинита, содержащего включения, сходные по морфологии с обнаруженными нами включениями в дальнегорских аксинитах (рис. 5), но заметно отличающиеся по фазовым соотно-

шениям и, очевидно, по условиям образования. Среди минеральных включений в аксините установлены эпидот и сфен, биотитоподная слюда, хлорит-тюрингит, гранат (рис. 6) [4].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, ДВО РАН (проекты №№ 07-III-Д-08-090 и 06-05-96138).

Литература:

1. Ханчук А.И., Раткин В.В., Рязанцева М.Д., Голозубов В.В., Гонохова Н.Г. Геология и полезные ископаемые Приморского края. – Владивосток: Дальнаука. 1995. 68с.
2. Юшманов Ю.П., Петрищевский А.М. Тектоника, глубинное строение и металлогения прибрежной зоны Южного Сихоте-Алиня. - Владивосток: Дальнаука, 2004. 112с.
3. Куршакова Л.Д. Физико-химические условия образования скарново-боросиликатных месторождений. - М.: Наука, 1976. 276 с.
4. Карась О.А., Пахомова В.А., Кобыльченко В.Н. Борные минералы Дальнегорского месторождения как ограниченное сырье // VIII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Москва, 2007. С. 125-126.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ЖЕЛЕЗИСТОМ ХИБОНИТЕ ИЗ ИЗВЕСТКОВЫХ КАЛЬЦИФИРОВ ГОРНОЙ ШОРИИ

С.И. КОНОВАЛЕНКО¹, С.А. АНАНЬЕВ², А.И. БАХТИН³

1 - Томский государственный университет, г. Томск;

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

3 - Казанский государственный университет, г. Казань

Хибонит – природный аналог β-глинозема $\text{CaAl}_{12}\text{O}_{19}$ с полным основанием следует относить к досадным потерям Томской геологической школы. Этот до сих пор еще редкий минерал имеет длинную и поучительную историю исследования, которая началась с находки необычных и эффектных черно-бурых кристаллов в кальцитовых мраморах около устья р. Ташелги. Находку сделал профессор Томского политехнического института К.В. Радугин в 1938 году. Тогда же он передал обнаруженные кристаллы для дальнейшего изучения на кафедру минералогии своего института. Предварительные исследования находки показали, что по составу и свойствам найденный минерал очень напоминает весьма редкий минеральный вид – хегбомит, не обнаруженный к тому времени на территории СССР. Это сходство и решило судьбу ташелгинского хибонита. Уже в 1942 г. профессор А.М. Кузьмин до-

ложил на научно-технической конференции института о находке хегбомита в Горной Шории [1].

Образцы минерала под этим названием разошлись по стране. Один из них попал к В.И. Михееву и вскоре лжехегбомит появился в известном рентгенометрическом справочнике [2]. Между тем спустя почти 18 лет после первой находки коричневые кристаллы хибонита вновь были обнаружены теперь уже в аллювиальных отложениях р. Азивы на Мадагаскаре, а также в ее верховьях вблизи от форта Дафин среди мраморизованных известняков с вкрапленностью корунда, шпинели и торианита. Нашел их известный коллекционер П. Ибон (P. Hibon), в честь которого и был в последствии назван изученный Кюрьеном и другими исследователями минерал [3]. Практически в это же время в литературе появилось упоминание о находках хибонита, ассоциирующего со шпинелью, сапфирином, амфиболом и пироксеном в жилах плагноклазитов, пересекающих пирокениты на месторождениях Амбиндандракамба и Андакато Мальгашской республики [4].

Чуть позже профессор А.М. Кузьмин публикует две обстоятельные работы [5, 6], в которых он детально рассматривает вопросы морфологии кристаллов, физических и оптических свойств, химического состава и генезиса горношорского «хегбомита». Однако при обобщении данных по хегбомиту для справочника «Минералы» Т.А. Яковлевской становится очевидным несоответствие свойств горношорского «хегбомита» свойствам указанного минерала из других классических месторождений. Возникшие сомнения рассеивает известный ленинградский минералог Е.И. Нефедов, устно сообщивший Т.А. Яковлевской, что горношорский «хегбомит» изучен им и в действительности является хибонитом. Эти сведения, вместе с полученными собственными данными по хибониту Горной Шории были опубликованы Т.А. Яковлевской в том же 1961 г. [7], а позднее в более полном виде изложены в [8]. В настоящее время хибонит Ташелги, с учетом высокого содержания в нем трехвалентного железа (табл. 1), рассматривают как особую железосодержащую разновидность минерала [9].

Fe-хибонит оказался наиболее редким в природе, поскольку среди новых находок хибонита, сделанных в гнейсах Анабарского щита [10] и в ряде метеоритов [11, 12], встречены практически безжелезистые разновидности. Вместе с тем ташелгинский хибонит все еще остается слабо изученным. Это заставило нас провести дополнительные исследования минерала, результаты которых изложены ниже.



В частности установлено, что черную окраску хибонита (рис. 1) определяют именно ионы железа, входящие в состав минерала. При этом анализ оптического спектра поглощения (рис. 2) показывает, что в Fe-хибоните одновременно присутствуют как двух- так и трехвалентные ионы железа. Первые обнаружи-

Рис. 1. Кристаллы хибонита в кальцифирах Ташелгинского проявления

ваются по интенсивным полосам поглощения 1800, 2070, 2400 нм в ИК-области спектра и связаны с электронными переходами с уровня ${}^5E(D)$ на орбитальный триплетный уровень ${}^5T_2(D)$ расщепленный кристаллическим полем на три подуровня в ионах Fe^{2+} , занимающих тетраэдрическую позицию в структуре минерала ($Dq=485\text{ см}^{-1}$). Остальная незначительная часть ионов Fe^{2+} заполняет октаэдрические пустоты структуры, что проявляется в спектре в виде слабых полос поглощения в области 920-1080 нм, отвечающих переходам ${}^5T_2(D) \rightarrow {}^5E(D)$ (рис. 2, 3).

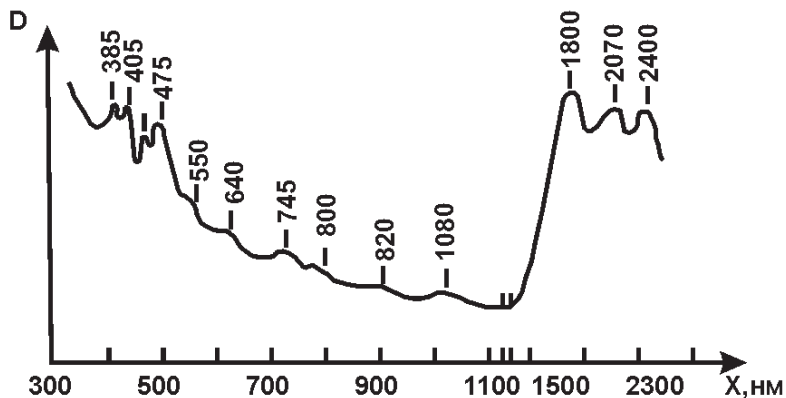


Рис. 2. Оптический спектр поглощения Fe-хибонита Горной Шории

Ионы Fe^{3+} заселяют в структуре Fe-хибонита октаэдрические позиции. В оптическом спектре им соответствуют сильные полосы поглощения в ультрафиолетовой области (385-405 нм), связанные с переходом на высокие возбужденные уровни термов $D({}^4E, {}^4T_2)$ и более слабые по интенсивности 450, 475, 640 и 800 нм, отвечающие запрещенным по спину секстет-квартетным переходам из позиции ${}^6A_1(S)$ в позиции ${}^4A_1E(G)$, ${}^4T_2(G)$ и ${}^4T_1(G)$. Наблюдается расщепление полосы перехода ${}^4A_1E(G) \rightarrow {}^4A_1E(G)$ на две компоненты, что по-видимому, связано с понижением локальной симметрии структуры вследствие искажения Fe^{3+} -октаэдров. Наконец, проявляющаяся в спектре поглощения Fe-хибонита слабая широкая полоса в области 745 нм свидетельствует о наличии в минерале небольшого количества обменно-связанных пар $Fe^{2+}_{VI} - Fe^{3+}_{VI}$.

Полученные результаты хорошо согласуются с представлениями о том, что в структуре хибонита наряду с гранно-связанными парами Fe-октаэдров (корундово-гематитовых) присутствуют шпинелевые блок-пакеты, содержащие как Al-октаэдры, так и Mg, Fe – тетраэдры [13]. К сожалению, по данным оптической спектроскопии нельзя достоверно оценить соотношение Fe^{2+} и Fe^{3+} в горношорском Fe-хибоните. Судя по опубликованному химанализам [5, 8] в минерале заметно преобладает Fe^{3+} . Это подтверждает и снятый нами ИК-спектр Fe-хибонита (рис. 2), в котором в отличие от ИК-спектра маложелезистого хибонита Мадагаскара с резким преобладанием Fe^{2+} [14], присутствует сильная дополнительная полоса поглоще-

ния в области характеристической частоты ионов Fe^{3+} , находящихся в октаэдрической координации (460 см^{-1}) [15]. В свою очередь дополнительная полоса поглощения с максимумом 620 см^{-1} в ИК-спектре мадагаскарского хибонита, по-видимому, связана с примесью в нем 3,5% TR_2O_3 . Общие полосы поглощения имеют максимумы $720, 712, 665, 585$ и 410 см^{-1} (рис. 3).

Химический состав железистого хибонита Горной Шории, изученный в нескольких лабораториях страны разными исследователями, в том числе и нами, представлен в (табл. 1). Полученные цифры хорошо согласуются, исключая данные А.М. Кузьмина [5], у которого резко завышено содержание кремния (до 4,5 мас. % SiO_2 вместо 0,5-1,0 мас. % в остальных анализах) и в еще большей степени (более чем на 6,0 мас. %) занижено обычное в минерале содержание Al_2O_3 . Рассчитанные по кислородному методу кристаллохимические формулы Fe-хибонита близки к составу $\text{Ca}_{1,00}(\text{Al}_{10,00} \text{Fe}^{3+}_{1,00} \text{Ti}_{0,50} \text{Mg}_{0,30})_{11,80} \text{O}_{19,00}$.

Правда как уже отмечалось не совсем корректно пересчитывать все железо только на трехвалентное, поскольку детали строения полученных нами оптических спектров поглощения минерала, равно как и ИК-спектров, свидетельствуют о реальном присутствии именно двух валентных форм элемента, пусть и при существенном доминировании Fe^{3+} . Единственные имеющиеся на этот счет цифры относятся к старым данным Е.И. Нефедова [8] и учитывая хорошее совпадение их по всем остальным основным компонентам с современными микрозондовыми анализами хибонита Горной Шории, по-видимому, близки к действительным. Во всяком случае, на кривых нагревания Fe-хибонита экзотермический пик связанный с окислением присутствующих в структуре ионов Fe^{2+} практически не проявлен. Конфигурация ИК-спектров при нагревании минерала до 1000°C тоже в целом не изменяется. Наблюдается только некоторое выполаживание пиков и уменьшение их интенсивности (рис. 3).

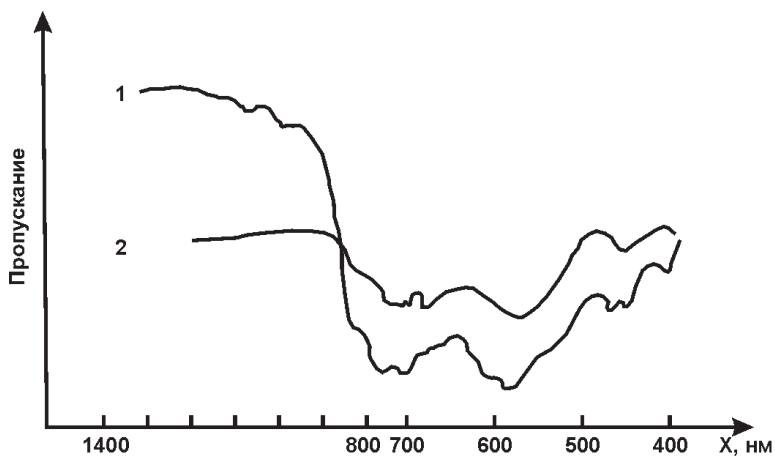


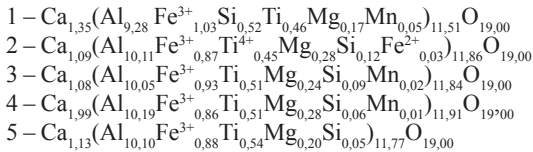
Рис. 3. ИК-спектр Fe-хибонита: 1 – обычный; 2 – после прокаливании минерала до 1000°C .

Таблица 1
Химический состав хибонита Горной Шории (мас. %)

Компоненты	1	2	3	4	5
SiO ₂	4,44	1,03	0,72	0,53	0,42
TiO ₂	5,15	5,10	5,79	5,82	6,23
Al ₂ O ₃	66,16	73,67	72,51	74,97	73,69
Fe ₂ O ₃	11,54	9,90	10,57*	9,96*	10,05*
FeO	-	0,35	-	-	-
MgO	0,93	1,59	1,38	1,62	1,15
MnO	0,54	-	0,16	0,12	-
CaO	10,47	8,67	8,47	7,94	9,01
n.n.n.	1,16	-	не.опр.	не.опр.	не.опр.
Σ	100,39	100,31	99,60	100,96	100,55

*Примечание. 1 – анал. И.П. Онуфриенко [5]; 2 – анал. Н.А. Стукалова [8]; 3 – микрозонд МАР-2, ИЗК СО АН СССР, среднее по 5 точкам, анал. Т.И. Медведева; 4 – микрозонд МАР-3 СО АН СССР, анал. Н.С. Карманов; 5 – микрозонд САМЕВАХ, ИГЕМ, анал. Г.Н. Муравицкая. * Железо пересчитано на Fe₂O₃.*

Кристаллохимические формулы железистого хибонита



Рентгеноструктурные данные подтверждают высокую устойчивость кристаллической структуры Fe-хибонита, поскольку даже нагрев минерала до 1400°C не меняет характера свойственной ему порошковой дифрактограммы (табл. 2).

Предметом обсуждения до сих пор остается генезис горношорского хибонита. Слишком необычным оказывается минеральный парагенезис содержащих его пород (табл. 3).

Видообразующими компонентами в порядке уменьшения значимости и частоты встречаемости в установленных здесь минералах фигурируют CaO, Al₂O₃, FeO, TiO₂, SiO₂ и MgO. Из них только кальций неоспоримо автохтонен, поскольку он определяет состав мраморов. Все остальные требуют привноса, а между тем в большинстве это исключительно малоподвижные элементы. Последнее обстоятельство делает очень маловероятной точку зрения о принадлежности минеральной ассоциации к типичным известковым скарнам [5, 6], чему противоречит, конечно, и геологическая позиция проявления.

Вместе с тем приуроченность зоны минерализации к контакту мигматизированных амфиболитов и мигматитов конжинского комплекса с мраморами несомненно, указывает на ее генетическую связь с явлениями мигматизации, т.е. на при-

надлежность к скарноидам. Впервые на это обратил внимание еще А.И. Летувинкас [16]. Одновременно он считал, что все минеральные парагенезисы зоны формировались метасоматическим путем и допускал масштабный привнос в мрамора алюминия, железа и титана относительно кислыми растворами, обогащенными летучими, поступившими из области мигматизации амфиболитов.

Таблица 2

Межплоскостные расстояния (Å) железистого хибонита Горной Шории

№ п/п	Fe-хибонит (Минералы, 1967)		Fe-хибонит		Fe-хибонит прокаленный		№ п/п	Fe-хибонит (Минералы, 1967)		Fe-хибонит		Fe-хибонит прокаленный	
	J	d	J	d	J	d		J	d	J	d	J	d
1			1	7,68			29	2	1,724	2	1,726	2	1,725
2			3	7,10			30	4	1,707	3	1,706	3	1,705
3			2	6,06			31	3	1,633	2	1,633	3	1,634
4	1	4,188	1	4,23	1	4,22	32	3	1,626	1	1,621		
5			2	4,05	2	4,05	33	9	1,585	4	1,585	4	1,588
6	1	3,970					34			3	1,573	4	1,575
7	4	3,634	3	3,67	5	3,67	35	9	1,549	10	1,544	10	1,545
8			2	3,56			36	3	1,529	3	1,528	2	1,528
9	7	3,326	4	3,34	5	3,33	37	4	1,454	3	1,463	3	1,465
10			1	3,19			38	10	1,403	6	1,405	7	1,403
11			1	3,02			39	1	1,388	2	1,391	2	1,390
12	2	3,085					40	3	1,372	1	1,375	1	1,374
13	4	2,899	4	2,91	5	2,92	41	7	1,320	6	1,322	7	1,320
14	5	2,803	3	2,80	2	2,81	42	1	1,292	1	1,298		
15	5	2,707					43	1	1,252	3	1,252	3	1,253
16			4	2,75	6	2,75	44	6	1,237	4	1,238	5	1,237
17	9	2,635	10	2,644	10	2,640	45	2	1,221	2	1,212	1	1,214
18	8	2,492	6	2,500	6	2,500	46	2	1,196	2	1,198	2	1,198
19	2	2,390	3	2,394	4	2,402	47	2	1,184	3	1,187	3	1,187
20	1	2,359	1	2,344			48			1	1,172	1	1,168
21	3	2,304	2	2,308	2	310	49	3	1,152	2	1,54	2	1,155
22	3	2,225	2	2,236			50	2	1,147	2	1,144	2	1,144
23	4	2,189	4	2,204	6	2,200	51	5	1,121	4	1,123	6	1,121
24	9	2,126	5	2,132	6	2,128	52	4	1,100	4	1,103	6	1,102
25	8	2,024	4	2,030	5	2,028	53	4	1,059	3	1,059	3	1,059
26	2	1,995					54	5	1,048	7	1,047	7	1,047
27	2	1,845	3	1,851	3	1,851	55	7	1,037	7	1,039	7	1,039
28	3	1,819	4	1,819	3	1,822	56						

В связи с этим стоит остановиться на деталях строения ташелгинской зоны минерализации, которые ставят под сомнение и эту точку зрения. Судя по сохранившимся разведочным канавам и редким естественным обнажениям, зона имеет суб-

меридиональное простираение согласное с простираением окружающих пород. В ее западном контакте, где мрамора непосредственно соприкасаются с мигматизированными амфиболитами и мигматитами развит массивный пироксен-гранатовый «скарн», состоящий из промежуточного по составу диопсид-геденбергита и гроссуляра относительно повышенной железистости (25-30 % андрадитового минала).

Гранат в целом имеет подчиненное значение. Кроме этого в качестве второстепенного минерала в зоне присутствует мейонит, а в акцессорных количествах наблюдаются апатит и рутил. Скарноидная ассоциация довольно постепенно сменяется к востоку белым зернистым мрамором. С удалением от контакта последний становится более тонкозернистым и приобретает характерный серый или серо-голубой цвет.

Таблица 3
Минералы скарноидов и кальцифиров Ташелгинской зоны

Зоны	Минерал	Состав минерала
Восточная	хибонит Везувиан Гроссуляр Герценит Магнетит Перовскит Корунд X-фаза Апатит	$\text{Ca}(\text{AlFe,T, Si,Mg})_{12}\text{O}_{19}$ $\text{Ca}_{10}\text{Mg}_2\text{Al}_4(\text{SiO}_4)_5(\text{Si}_2\text{O}_7)_2(\text{OH})_4$ $\text{Ca}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ $\text{Fe}^{2+}\text{Al}_2\text{O}_4$ $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_2^{3+}\text{O}_4$ CaTiO_3 Al_2O_3 Сложный оксид Fe, Mg, Ca, Al $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH,Cl})$
Западная	Диопсид Гроссуляр Мейонит Сфен Рутил	$\text{CaMg}(\text{Si}_2\text{O}_6)$ $\text{CaAl}_2(\text{SiO}_4)_3$ $\text{Ca}_4(\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)_3\text{CO}_3$ $\text{CaTi}(\text{SiO}_4)\text{O}$ TiO_2

В нем появляется рассеянная вкрапленность хибонита, везувиана, подчиненного гроссуляра и мрамор превращается в типичный кальцифир с пунктирной полосовой минерализацией, подчеркивающей первичную стратифицированность карбонатных осадков, когда-то загрязненных силикатным материалом и оксидами устойчивых к выветриванию элементов (Al, Fe³⁺, Ti).

К восточному краю зоны в кальцифирах появляются желваковые стяжения и линзочки (до 5-10 см) силикатных минералов (везувиан плюс гроссуляр) и доминирующего хибонита, а на крайнем восточном фланге прослеживается уже сплошная полоса участков резкообогатенных хибонитом (более 50 % объема) с переменным количеством везувиана, гроссуляра, герценита, магнетита, корунда, перовскита и

неизвестной минеральной фазы, названной Е.И. Нефедовым лодочниковитом [8].

Восточное крыло зоны срезается тектоническим нарушением. Выявленная картина строения Ташелгинского проявления свидетельствует о возможности формирования за счет привноса химических компонентов (Mg, Fe, Si и отчасти Al) со стороны испытывающих мигматизацию конжинских амфиболитов, только западной зоны скарноидов, которая хибонита совсем не содержит, но зато находится в непосредственном контакте с алюмосиликатными породами. Объяснить возникновение таким путем рассеянной вкрапленности хибонита в кальцитовых мраморах далеко за пределами линейной зоны приконтактных скарноидов нельзя. Характер распространения минерала в кальцифирах и особенно его концентрация в виде крупных согласных линз и полос в мраморе на значительном удалении от контакта с зоной мигматизации (десятки метров) указывают на единственно возможный путь появления подобных скоплений, а именно в ходе перекристаллизации латеритоподобных осадков, загрязнявших когда-то известняки карбонатного чехла внутри океанского поднятия, сложенного метабазами MORB-типа (конжинский амфиболитовый комплекс). Что же касается времени метаморфизма, то согласно последним данным оно отвечает позднему рифею $T=694\pm 43$ млн. лет [7]. Уровень преобразования пород соответствовал в это время переходной фации от зеленых сланцев к эпидот-амфиболитовой в области низких и умеренных давлений ($T=490-570^\circ\text{C}$, $P=2-4$ кбар). Позднее имела место повторная тектоническая проработка толщ с региональным прогревом и метаморфизмом, особенно в период формирования Кузнецко-Алатаусской сдвиговой зоны, когда метаморфизм достиг амфиболитовой ступени с проявлением мигматизации и анитексиса. В это время (320-260 млн. лет) формировалась ташелгинская полиметаморфическая серия, и преобразовывались контактирующие с ней породы. Для них это был уже повторный метаморфизм, приведший к появлению контактовых скарноидов и перекристаллизации ранее возникших метаморфических минеральных парагенезисов в том числе и хибонитовых. Возможно, с этим этапом связано появление в составе хибонитовой ассоциации лодочниковита. Оценка декритационной активности Fe-хибонита Горной Шории указывает на сравнительно низкотемпературный интервал разрыва включений присутствующих в минерале $350-550^\circ\text{C}$ с максимумом в районе 450°C . Скорее всего он отвечает температуре последнего преобразования хибонита, но в целом близок к реальным температурам синтеза минерала в породах проявления.

Изложенная выше точка зрения о метаморфическом происхождении Fe-хибонита в мраморах устья р. Ташелги, совпадает с представлениями о генезисе минерала авторов первой публикации по ибониту обнаруженному в Мальгашской республике [10].

Объем наших наблюдений сегодня не позволяет в полной мере оценить роль процессов метасоматоза в образовании и переобразовании минерала, однако, судя по всему, она едва ли была значительной. Специфика горношорского Fe-хибонита обусловлена высокой железистостью латеритоподобных продуктов выветривания базальтовых пород, слагавших когда-то фундамент океанического выступа, на котором формировался платформенный карбонатный чехол, преобразованный в последствии в минерализованные кальцифиры. Полное отсутствие в ташелгинском

хибоните редких земель свойственных минералу Мальгашского проявления, тоже хорошо объясняется особенностями состава выветривавшегося субстрата, для которого были характерны крайне низкие концентрации всех лантаноидов.

В заключение необходимо отметить, что кроме несомненного научного интереса крупные, хорошо образованные и эффектные по окраске кристаллы Fe-хибонита Горной Шории имеют и практическую значимость, поскольку относятся к прекрасным коллекционным образцам этого редкого на Земле минерала.

Литература

1. Кузьмин А.М. Научно-техническая конф. Томск. политехн. ин-та. Томск, 1942, с. 121.
2. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов. – М.: Недра, 1957, с. 435.
3. Curien H., Guillemin C., OrceI J., Sternberg M. – Comptes rendus, 1956, 242, № 3, p. 2845-2849.
4. Delbos M. Comptes rendus, 1957, 244, № 2, p. 214.
5. Кузьмин А.М. – Геология и геофизика, 1960, № 4, с. 63-75.
6. Кузьмин А.М. – Изв. Томск. политехн. ин-та, 1961, т. 120, с. 42-49.
7. Яковлевская Т.А. – Зап. ВМО, 1961, т. 90, вып. 4, с. 458-461.
8. Минералы. М.: Наука, 1967, т. 2, вып. 3, с. 195-198.
9. Минералогические таблицы. – М.: Недра, 1981, с. 369.
10. Еременко Е.И. и др. – Минер. журнал, 1981, т. 3, вып. 5, с. 75-78.
11. Fuchs J.H., Lensen K.J., Olsen E. – Meteoritics, 1970, № 5, p. 198-205.
12. Keil K., Fuchs J.H. - Earth and Planetary Science Letters, 1971, №12, p.184-189.
13. Белов Н.В., Годовиков А.А., Баканин В.В. Очерки по теоретической минералогии. М.: Наука, 1982, с.136.
14. Поваренных А.С. – Конституция и свойства минералов, 1979, вып.13, с. 53 - 78.
15. Гончаров Г.Н., Зорина М.Л., Сухаржевский С.М. Спектроскопические методы в геохимии. Л.: Изд-во ЛГУ, 1982, с. 58 – 64.
16. Летувнинкас А.И. Геология и геофизика, 1971, № 1, с. 58-64.
17. Корреляция магматических и метаморфических комплексов западной части Алтае-Саянской складчатой области. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2000, с. 101-102.

МИНЕРАЛОГИЯ МИАРОЛОВЫХ ПЕГМАТИТОВ ХЬЯКУЛЕ В НЕПАЛЕ

С.И. КОНОВАЛЕНКО

Томский государственный университет, г. Томск

Миароловые пегматиты Непала являются классическими представителями жил данной малоглубинной формации. Первые сведения о них появились в тридцатые годы XX века, когда как предполагают после сильного Бихарского землетрясения на поверхности земли оказалась богатая цветным турмалином жила месторождения Хьякуле [6]. Она на протяжении ряда лет была объектом старательской отработки и по некоторым экспертным оценкам дала до нескольких десятков тонн турмалинового сырья, часть которого относится по качеству к категории ювелирного. Сегодня в Непале известно уже более двадцати миароловых жил с цветным турмалином, что, скорее всего, составляет лишь ничтожный процент от их действительного числа, свидетельствуя об исключительно слабой изученности территории. Но и известные пегматиты исследованы очень плохо. Даже турмалину этих жил посвящены только единичные публикации [5, 6]. Другие минералы пегматитов остаются практически не изученными.

Чтобы как-то восполнить существующий пробел, автором было исследовано несколько образцов миароловых пегматитов месторождения Хьякуле Восточного Непала любезно предоставленных ему Г. Недермейером из музея Естественной истории в Вене (Австрия).

В географическом плане месторождение Хьякуле находится на южных склонах Гималаев юго-восточнее Эвереста в верховьях правой составляющей р. Сабхай (27°28 с.ш., 87°23 в.д.). Это малонаселенный район лесистых предгорий хребта с абсолютной высотой 2100-2200 м [6]. Месторождение представлено двумя параллельными жилами северо-западного простирания, отстоящими друг от друга приблизительно на 60 м. Они инъецируют докембрийские кристаллические сланцы и разделены прослоем дислоцированных доломитовых мраморов. Верхняя северо-восточная жила более крупная по размерам (150x5-10 м) минерализована слабо и почти не содержит ювелирного турмалина, но зато богата мутно-голубым бериллом. Нижняя, в настоящее время полностью погребенная под многочисленными оползнями склона, имела длину до 90 м, при мощности от 2 до 9 м. Именно она отличалась интенсивной минерализацией и на протяжении ряда лет служила объектом старательской отработки на цветной ювелирный турмалин.

Информация о внутреннем строении жил крайне скудна. А.М. Бассет [6] отмечает присутствие в них графических структур и относительно умеренную грубозернистость, а все редкие минералы связывает с приосевыми занорышками. Исходя из личного опыта в изучении альпийских миароловых пегматитов Высокой Азии, можно предполагать незакономерное участковое строение жил со слабо проявленной тенденцией к внутренней зональности. По-видимому, преобладают средне-грубозернистые апографические кварц-полевошпатовые агрегаты, переходящие в пегматоидные и мелкоблоковые вблизи от миарол тяготеющих к приосевой зоне.

Имеющиеся образцы относятся как к верхней «Аквамариновой» жиле, так и к нижней – «Турмалиновой». Они подтверждают высказанное предположение, дополнительно показывая, что ранние графические структуры типичны, в первую очередь для пегматитов верхней жилы, где они часто относятся к кварц-олигоклазовой графике. А поскольку олигоклаз нередко обнаруживается и в апографических агрегатах образцов «Турмалиновой» жилы, есть основания относить пегматиты Хьякуле к олигоклазовому типу или, по крайней мере, к двуполевошпатовому, но с существенным участием в строении тел именно олигоклаза. Таким образом, породообразующие минералы пегматитов представлены кварцем, олигоклазом и калишпатовым обычным серо-белого цвета, так и голубовато-зеленого. Амазонитовые разновидности характерны преимущественно для мелкоблоковых выделений центральной части жил, особенно вблизи миарол. Второстепенные минералы включают: черный, цветной и полихромный турмалин, полостной альбит (клевеландит), слюды (биотит, мусковит, лепидолит). В качестве акцессорных минералов отмечены: берилл, гранат, апатит, данбурит, гамбергит и тантало-ниобаты [6]. Этот список, безусловно, будет расширен при дальнейшем изучении пегматитов, о чем свидетельствуют и результаты вновь выполненных исследований автора. Однако, в силу ограниченности имеющегося каменного материала, основное внимание было сосредоточено на изучении типоморфизма наиболее распространенных в жилах второстепенных и акцессорных минералов, в первую очередь на их типохимизме. С помощью микроскопа был исследован состав граната, турмалина, берилла, слюды и тантало-ниобатов. Результаты этих анализов и являются предметом обсуждения в статье.

Полученные данные свидетельствуют, что гранат пегматитов принадлежит к обычному для гранитных пегматитов пиральспитовому ряду, но постоянно содержит небольшую примесь гроссулярового минала (5-6 %), что обусловлено влиянием на пегматиты вмещающих карбонатных пород. В его составе резко доминирует спессартиновый минал, доля которого растет от граната жилы «Аквамариновой» к гранату жилы «Турмалиновой», т.е. фактически от ранней генерации к поздней, составляя 60 % и 66 % соответственно. Характерной изоморфной примесью гранатов обеих жил является иттрий, причем наиболее богат элементом ранний гранат «Аквамариновой» жилы (до 0,34 % Y_2O_3).

Берилл пегматитов относится к малощелочной разновидности с заметным преобладанием натрия (сумма щелочей до 1 %). Любопытно, что при практически одинаковом содержании всех щелочей, бериллы двух жил, сохраняя одинаковую морфологию выделений и голубую окраску, заметно различаются по концентрации Fe и Mg. Более ранний берилл жилы «Аквамариновой» обогащен этими элементами, а более поздний – жилы «Турмалиновой» их практически не содержит, но зато отличается повышенной концентрацией Mn, которого в нем почти на порядок больше.

Очень интересен турмалин жил, поскольку он являлся в свое время предметом обработки на месторождении. Судя по литературным данным, кристаллы турмалина представляли весь цветовой ряд свойственный этому минералу, обнаруживая как продольную так и поперечную зональность в распределении различных цветов окраски [6]. В имеющихся образцах доминирует шерл раннего кварц-турмалиново-

го комплекса, местами переходящий в буро-зеленые и болотные разности в краевых частях выделений.



Рис. 1 Турмалин пегматитовой жилы Хьякуле

Микрозондовый анализ данного турмалина показал принадлежность его к шерл-тсилаизит-оленитовому ряду. В раннем шерле характерна существенная примесь Zn (до 0,33 % ZnO). Полостные желто-зеленые кристаллы (анализ 6) обнаружили аномально высокую концентрацию марганца (до 6,68 % MnO), что свидетельствует об эльбаит-тсилазитовом составе данных турмалинов. Ранее такие же высокие содержания марганца в желтых полостных кристаллах «Турмалиновой» жилы месторождения Хьякуле отмечал Алан Бассет [6]. Судя по всему,

эволюция состава турмалинов жилы была аналогична таковой в миароловых пегматитах Юго-Западного Памира: шерл → шерл-оленит → высокомарганцевый эльбаит (эльбаит-тсилаизит) → эльбаит [1].

Вместе с высокомарганцевым турмалином в виде присыпки на полостных кристаллах встречен мелкочешуйчатый серебристый полилитиионит (анализ 7). Более ранняя слюда представлена лепидолитом (анализы 8 и 9). Для всех проанализированных слюд характерна предельно высокая концентрация фтора, свидетельствующая о большой активности этого элемента во флюиде. Эволюция состава литиевых слюд жилы выражается в накоплении всех редких щелочей к концу процесса кристаллизации (табл. 1).

Таблица 1
Состав силикатных минералов пегматитовых жил месторождения Хьякуле, мас. %

Компоненты	Гранат		Берилл		Турмалин		Слюда		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂			63,01	65,22	34,40		57,43	57,46	57,34
TiO ₂			0,01		34,40		0,03	0,02	0,01
Al ₂ O ₃					0,37	34,34	15,74	17,26	19,22
FeO	34,75	34,40	17,80	19,47	33,17	0,23	0,03	0,01	0,01
MnO	0,26	0,37	0,91	0,01	15,91	39,29	0,24	0,09	0,25
MgO	19,83	19,99	0,01	0,09	0,80	0,06	0,05	0,04	0,02
CaO	14,61	11,91	0,45	0,01	0,21	6,68	0,03	0,08	0,02
Na ₂ O	27,24	29,98	0,01		0,01		0,17	0,21	0,19
K ₂ O	0,04	0,01	0,63	0,51	1,89	0,59	10,45	10,54	10,84
Rb ₂ O	1,26	1,21	0,05	0,02	0,05	2,40	1,24	0,73	0,82
Cs ₂ O			0,18	0,21	0,08	0,03	0,60	0,48	0,68
F			0,14	0,17			8,78	8,53	9,17

Компоненты	Гранат		Берилл		Турмалин		Слюда		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\Sigma (-O=F2)$	97,99	97,87	83,20	85,71	86,95	86,62	91,17	91,94	94,79

Примечание. Анализы 1 и 3 принадлежат минералам жилы «Аквамариновой», 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 – «Турмалиновой». Содержания дополнительных компонентов даны в мас. %. 1 – коричнево-красный спессартин ($Y_2O_3 - 0,34$; $SnO_2 - 0,11$); 2 – красный прозрачный спессартин ($Y_2O_3 - 0,21$; $SnO_2 - 0,06$); 3 – мутный темно-голубой берилл; 4 – прозрачный слабо-голубоватый берилл; 5 – шерл ($ZnO - 0,33$); 6 – желто-зеленый полостной эльбаит; 7 – мелкощучиная слюда присыпки на полостном эльбаите; 8 – слюда из миаролы с гамбергитом; 9 – мелкощучиная слюда позднего грейзенового комплекса пегматитов.

Тантало-ниобаты изученных образцов месторождения Хьякуле относятся главным образом к представителям группы колумбит-танталита (табл. 2). Доминируют колумбиты, состав которых меняется от промежуточной разности по соотношению $Mn:Fe$, свойственной «Аквамариновой» жиле, до манганколумбита типичного для «Турмалиновой». Характерны постоянные и относительно высокие содержания в колумбитах вольфрама, которые снижаются от ранних генераций минерала к поздним (2,54 % и 1,21 % WO_3 соответственно). Весьма показательно присутствие иттрия (0,37-0,85 % Y_2O_3). В образце Аквамариновой» жилы обнаружена собственно

Таблица 2
Состав минералов Ta и Nb в пегматитах месторождения Хьякуле, мас. %

Компоненты	1	2	3	4
Ta_2O_5	13,32	14,81	13,48	
Nb_2O_5	60,30	59,86	63,19	4,15
Y_2O_3	0,37	0,85	0,54	43,15
MnO	9,80	18,11	18,04	15,57
FeO	8,49	0,20	0,53	
CaO	0,04	0,07	0,04	0,02
TiO_2	3,92	3,18	2,42	2,51
ThO_2			0,07	0,19
UO_2	0,38	0,32	0,16	4,15
WO_3	2,54	1,21	1,28	8,76
Sc_2O_3	0,62	0,06	0,91	0,32
SnO_2	0,17	0,27	0,16	
Σ	99,95	98,94	100,82	78,82

Примечание. Анализы 1 и 4 принадлежат минералам жилы «Аквамариновой», 2 и 3 – «Турмалиновой». Содержания дополнительных компонентов даны в мас. %. 1 – черный пластинчатый колумбит ($ZrO_2 - 0,29$; $HfO_2 - 0,05$); 2 – бурый таблитчатый манганколумбит ($ZrO_2 - 0,33$; $HfO_2 - 0,05$); 3 – игольчатый оранжево-красный манганколумбит ($ZrO_2 - 0,06$; $HfO_2 - 0,08$); 4 – красный призматический танталониобат ($HfO_2 - 0,10$).

иттро-ниобиевая фаза, судя по всему фергусонит, что, безусловно, отражает иттро-воземельную специализацию пегматитовых жил месторождения.

Установленный ранее минеральный парагенезис пегматитов Хьякуле, их геологическая позиция [6] вместе с выявленными в настоящее время автором типоморфными особенностями состава второстепенных и акцессорных минералов жил, указывают на очень близкую аналогию непальских пегматитов с «Тусионской» жилой Юго-Западного Памира, свидетельствуя о принадлежности жил к единой пегматитовой провинции, несмотря на очень большую пространственную разобщенность. Общими чертами строения тех и других пегматитов являются:

1. Молодой альпийский возраст и отсутствие пространственной связи с потенциально материнскими гранитами.

2. Залегание в сильно метаморфизованных древних толщах вблизи или непосредственно в контакте с доломитовыми мраморами.

3. Двуполевошпатовый состав пегматитов с заметной ролью плагиоклаза повышенной основности (альбит-олигоклаз, олигоклаз).

4. Присутствие в жилах, кроме обычного калишпата, его амазонитизированных разновидностей.

5. Явные следы гибридизации исходного пегматитового расплава кальцием, что фиксируется на уровне пороодообразующих, второстепенных и акцессорных минералов жил (альбит-олигоклаз, гранат, турмалин, данбурит и др.)

6. Иттровоземельная специализация акцессорных минералов и постоянная обогащенность их вольфрамом.

Помимо всего прочего это позволяет предполагать находку в жилах месторождения Хьякуле геландита, тусионита и других редких минералов свойственных амазонитсодержащим миароловым пегматитам Юго-Западного Памира, залегающим в доломитовых мраморах [2, 3, 4].

Литература

1. Коноваленко С.И. Минералогия ювелирного турмалина миароловых пегматитов Юго-Западного Памира // Геммология. – Томск: ТГУ, 2004. С. 74-80.

2. Коноваленко С.И., Волошин А.В., Ананьев С.А. и др. Тетравикманит из миароловых пегматитов Юго-Западного Памира // Минерал. журн. 1984, Т.6, № 1. С. 89-92.

3. Коноваленко С.И., Волошин А.В., Пахомовский Я.А. и др. Тусионит $MnSn(VO_3)_2$ – новый борат из гранитных пегматитов Юго-Западного Памира // Докл. АН СССР. 1983, Т. 272, № 6. С. 1449-1453.

4. Коноваленко С.И., Россковский Л.Н., Ананьев С.А., Петухов Е.П. Первая находка гамбергита в пегматитах СССР // Докл. АН СССР. 1981, Т.260, № 4. С. 992-996.

5. Перетяжко И.С., Шмакин Б.М., Загорский В.Е., Бобров Ю.Д. Богатые алюминием дравиты из пегматитов Непала и Центрального Забайкалья // Докл. АН СССР. 1986, Т.289, № 2. С. 475-479.

6. Bassett A.M. The tourmalines of Nepal // Miner. Rec. 1985, Vol. 16, № 5. P. 413-418.

ПРИМЕНЕНИЕ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ В ГЕММОЛОГИИ

**О.Н. ЛОПАТИН, Р.И. ХАЙБУЛЛИН, А.И. БАХТИН,
И.Б. ХАЙБУЛЛИН**

КГУ, КФТИ РАН, г. Казань

Прошло более полвека с того времени, как ионная имплантация сформировалась в самостоятельную область науки и техники. За эти годы ионная имплантация нашла себе многочисленные применения в различных отраслях естествознания: физике, химии, биологии, медицине, металлургии и др. В предлагаемой работе авторы решили показать возможности ионной имплантации в геммологии.

Одним из немаловажных аспектов геммологических исследований является облагораживание ювелирно-поделочного сырья. Под понятием «облагораживание» понимается искусственное улучшение качества ювелирно-поделочного сырья, а следовательно, увеличение его рыночной стоимости. Методики, которые используются при облагораживании, различны: это в частности, химические способы пропитки различными красителями, термический отжиг в различных атмосферах, ионизирующее облучение и т. п. Многие из этих способов использовались человечеством с глубокой древности, другие были разработаны и разрабатываются в настоящее время.

Эксперименты и исследования, проведенные авторами данной работы в течение последних десяти лет, позволяют считать ионную имплантацию одним из перспективных направлений в области геммологического облагораживания. Отметим, что детальных и систематических исследований в этом направлении в мире на сегодняшний день практически не проводится, а имеющиеся связаны с одиночными экспериментами в этой области, в основном, японских исследователей.

Методика ионной имплантации подразумевает ионно-лучевую обработку поверхности вещества потоком высокоэнергетических ионов различных химических элементов. Имплантация ускоренных до энергии 40 кэВ ионов переходных химических элементов в кристаллические пластины различных минералов или их синтетических аналогов выполнялась нами на ионно-лучевом ускорителе ИЛУ – 3 при комнатной температуре в остаточном вакууме 10-5 Торр. Доза облучения при этом варьировалась от $0,1 \times 10^{17}$ до $3,0 \times 10^{17}$ ион/см² при постоянной плотности ионного тока, порядка 10 мкА/см². При данных режимах имплантации средний пробег ионов в матрице минерала составляет 20 – 30 нм и большая часть внедренной примеси залегает в поверхностном слое образца на глубине до 50 нм. Распределение имплантированной примеси по глубине имеет Гауссову форму, где величины среднего пробега иона (R_p) и стандартного отклонения от среднего пробега (ΔR_p) определяются как энергией и атомной массой внедряемых ионов, так и структурой самой облучаемой подложки. Следует отметить, что процесс торможения высокоэнергетических ионов при высоких значениях дозы облучения приводит зачастую к полной структурной аморфизации приповерхностного слоя образца. В связи с этим, для отжига радиационных дефектов, рекристаллизации структуры и разгона внедрен-

ной примеси по кристаллу требуется пост-имплантационная термическая обработка облученной матрицы. Показано, что в зависимости от величины дозы имплантации и режимов термического отжига, внедренные в кристалл ионы металлов могут находиться в различном зарядовом состоянии и замещать атомы исходной кристаллической матрицы в различных структурных позициях.

Природа идиохроматической (собственной) окраски подавляющего большинства самоцветов определяется изоморфным вхождением в определенные структурные позиции тех или иных переходных химических элементов. В связи с этим, принудительное внедрение ионов данных химических элементов путем имплантации в структуру минералов позволяет относительно быстро и, главное, прогнозировано изменять окраску последних, тем самым моделируя природные условия минералообразования.

Для контроля экспериментальных результатов применяется комплекс физико-химических методов исследования вещества: адсорбционная, люминесцентная, ЭПР-, ЯГР- спектроскопия, рентгенофазовый, термомагнитный и другие виды анализов.

Одним из самых популярных и в то же время широко распространенных на Земле самоцветов является кварц – SiO_2 , цветные разновидности которого (аметист, цитрин, горный хрусталь, раухтопаз и др.) истари используются в ювелирном деле. Проведенные эксперименты по имплантации в природные уральские бесцветные пластины горного хрусталя ионов железа и термическая обработка облученных пластин позволили изменить их окраску на оранжево-желтую. Тем самым, была получена более редкая и, несомненно, более ценная желтая разновидность кварца – цитрин. Аналогичные эксперименты по высокодозной имплантации в бесцветные пластины природного горного хрусталя ионов марганца привели в конечном виде к изменению окраски пластин на розовую. Розовая разновидность кварца не имеет самостоятельного названия, но так же пользуется популярностью в ювелирном деле. Комплексное изучение полученных желтых и розовых пластин кварца вышеназванными методами исследования показало, что и в первом, и во втором случаях наведенная окраска имеет аллохроматическую (чужеродную) природу, и обуславливается формированием в области облучения кварцевых пластин тонкодисперсных фаз гематита – Fe_2O_3 (желтый цвет) или гаусманита - Mn_3O_4 (розовый цвет). Таким образом, при определенных режимах и параметрах ионная имплантация и последующий отжиг имплантированных образцов может приводить к формированию в облученной матрице минерала новообразованных минеральных фаз, которые предопределяют изменение окраски исходной бесцветной матрицы.

Другим не безинтересным минералом в прикладном геммологическом отношении является корунд – Al_2O_3 . Из многочисленных цветных разновидностей корунда две: рубин (красный) и сапфир (синий) относятся к категории драгоценных камней I группы наряду с алмазом и изумрудом. Следует отметить, что красная окраска природных рубинов объясняется изоморфным замещением части ионов алюминия в структуре корунда ионами трехвалентного хрома, тогда как синий цвет природных сапфиров связан с совокупным наличием в структуре минерала парных оптически активных центров, т.н. обменно-связанных пар $\text{Fe}^{2+}-\text{Ti}^{4+}$ ионов. Имплантация

ионов кобальта в пластины бесцветного синтетического корунда и пост-имплантационная обработка последних привели к возникновению у пластин стойкой голубой окраски, сравнимой с таковой у природных сапфиров. Аналогично, имплантационная обработка препаратов бесцветного, синтетического корунда ионами марганца привела к изменению окраски на розовую. Таким образом, удалось получить сапфировподобное и рубиноподобное вещество, наведенная окраска которых не имеет аналогов среди минералов. Изучение искусственно окрашенных препаратов корунда позволило выявить в структуре минерала новообразованную фазу шпинели, формирование которой осуществляется по эпитаксиальному механизму роста. Внедряемые в процессе имплантации и отжига ионы кобальта и марганца изоморфно входят в тетраэдрические позиции новообразованного шпинелида (CoAl_2O_4 и MnAl_2O_4 соответственно), в конечном счете, приводя к изменению окраски приповерхностных зон исходной, бесцветной матрицы корунда.

Очередным этапом экспериментальных исследований была ионно-лучевая обработка синтетического рутила – TiO_2 . Выбор синтетического рутила определялся тем, что природный минерал всегда окрашен в красно-черный цвет и практически непрозрачен за счет многочисленных природных примесей и включений железосодержащих минеральных фаз. В геммологии бесцветный синтетический рутил является исторически первой имитацией алмаза, а в области высоких технологий последних лет считается весьма перспективным материалом для спинтроники и фотокатализа. По вышеописанной методике была проведена имплантация ионов Fe, Mn, Co в исходно бесцветные, кристаллографически ориентированные пластины синтетического рутила. Конечным прикладным результатом данных работ было формирование у рутила желтой, красно-оранжевой и светло-зеленой окраски в зависимости от имплантируемого химического элемента и кристаллографической ориентации пластин в монокристалле. Это подтвердило предположение о том, что кристаллическая структура рутила так же способна «захватывать» и изоморфно перераспределять имплантируемые ионы переходных химических элементов, и позволило признать саму матрицу TiO_2 перспективной средой в области геммологического обогащения.

Все вышеперечисленные примеры имплантационно обработанных и впоследствии изученных минералов и их синтетических аналогов относятся к классу относительно простых соединений – оксидов. Другим классом минералов, в котором так же сосредоточено обилие самоцветов является класс силикатов и алюмосиликатов, среди которых достаточно вспомнить такие ювелирные камни, как циркон, топаз, гранат, берилл, турмалин и многие другие. Кристаллическая структура данных соединений, несомненно, более сложна по сравнению с оксидами и характеризуется комбинаторной ориентировкой в кристаллической решетке кремнекислородных тетраэдров $[\text{SiO}_4]^{4-}$.

Одним из самых замечательных самоцветных минералов данного класса является берилл – $\text{Be}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{O}_{18}]$, известный своими благородными разновидностями: изумрудом (зеленый), аквамаринном (голубой), гелиодором (желтый), воробьевитом (розовый). Природа окраски данных цветных разновидностей берилла изучена достаточно подробно. Нами была проведена высокодозная имплантация ионов железа

в кристаллическую структуру природного берилла. Образцами для исследований служили пластины редкой, бесцветной и прозрачной разновидности берилла – гошенита, вырезанные из природных монокристаллов уральских месторождений и ориентированные в направлении, перпендикулярном оси симметрии L_6 в кристалле. После имплантации ионов железа и постимплантационной термической обработки окраска пластин стала желто-оранжевой. Подобная природная разновидность берилла определяется в англоязычной литературе как *goldberyl* и характеризуется высокодекоративными свойствами. Изучение облученных золотистых образцов методами адсорбционной и Мессбауэровской спектроскопии позволило связать новообразованную окраску с изоморфным вхождением имплантированных ионов железа, как в октаэдрические, так и в тетраэдрические структурные позиции минерала. Данные исследования показали перспективность кристаллических структур силикатов в области облагораживания ювелирно-поделочного минерального сырья.

Выводы

1. Ионная имплантация в кристаллические структуры минералов или их синтетических аналогов зачастую сопряжена с синтезом в исходной матрице как когерентных, так и некогерентных минеральных фаз.

2. Имплантируемые ионы переходных химических элементов в зависимости от режимов имплантации и отжига, а также в зависимости от специфики кристаллической структуры облучаемой матрицы занимают структурные позиции последней, либо образуют наноразмерные оксидные ассоциаты.

3. Методика высокодозной ионной имплантации представляет собой экспрессный способ прогнозирования облагораживания ювелирно-поделочного минерального сырья.

4. Углубление подходов и методов ионной имплантации до уровня промышленных технологий позволит в перспективе создать новый класс драгоценных камней – имплантантов.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке грантов РФФИ.

КАМНЕСАМОЦВЕТНЫЕ ФОРМАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ ОБСТАНОВОК СИХОТЕ-АЛИНЯ

В.А. ПАХОМОВА, Б.Л. ЗАЛИЩАК, В.Б. ТИШКИНА

Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

Проявления и месторождения самоцветов – своеобразная «визитная карточка» Приморья. На территории Приморского края находятся такие известные и единственные в России в ранге месторождений геммологические объекты, как Незамет-

нинское месторождение сапфиров и месторождение благородных опалов Радужное. Наиболее интересные в геммологическом отношении проявления турмалина приурочены к докембрийским породам в Лесозаводском районе. Таким является месторождение Тургеневское, расположенное в 26 км от г. Лесозаводска, где известны девять пегматитовых жил длиной 100 – 300 м и мощностью до 5 м, в которых содержатся кристаллы турмалина, преимущественно в кварце, размером до 100x5 мм. Большая часть кристаллов турмалина трещиновата, окраска розовая, зеленая, синяя, встречаются прозрачные, просвечивающие, непрозрачные. Наибольший интерес представляют кристаллы розового (до красного) турмалина рубеллита. Известно, что в частных коллекциях находились прекрасные кристаллы яркорозового прозрачного, очень чистого рубеллита размером до 100 – 20 мм. В Лесозаводском районе встречаются пегматитовые жилы с шерлом (черным турмалином) и гранатом (проявление Медведицкое), некоторые кристаллы шерла размером до 200x30 мм. Цветные турмалины размером до 20 – 30 мм найдены в пегматитовых жилах проявлений Усть-Кабарга и Митрофановское. Размер пегматитовых жил достигает 200x5 м. Известны проявления кристаллов турмалина в Дальнегорском районе (Южное, Турмалиновое), в Октябрьском районе (Липовецкое), в Хорольском районе (Ипполитовское, Чапаевское), в Чугуевском районе (Облачное), в Ольгинском районе (Шахтовское), в Хасанском районе (Большой Мончугай), на побережье Японского моря (бухта Валентин, о-в Путятин, Находкинский район, устье р. Киевка, бухта Юзгоу). Сведения о размерах и качестве турмалинов этих проявлений практически отсутствуют.

Кристаллы берилла ювелирного качества на территории Приморского края известны в месторождениях различного генезиса и являются сопутствующими (иногда просто случайными находками при разведке или разработке месторождений рудных полезных ископаемых). Месторождение Забытое является наиболее крупным, сравнительно хорошо разведанным, где установлены берилл, топаз и дымчатый кварц ювелирного качества. Расположено в Красноармейском районе, в 46 км к юго-востоку от с. Рошино, в 17 км к юго-востоку от с. Дерсу на правобережье р. Большая Уссурка. В грейзенах этого месторождения в зонах и жилах размером до 300x300x10 м установлены кристаллы берилла, топаза и дымчатого кварца: берилл до 10x5 мм, топаз до 20-30x20 мм (обычно 15x10x10 мм), дымчатый кварц обычно 10-20x10-20x10 мм. Содержание в пробах от 30-50 до 100-150 г/м³.

Берилл окрашен в коричневатые, голубоватые цвета, изредка встречаются аквамарины чистого бледно-голубого цвета. Все бериллы прозрачные, высокой чистоты.

Кристаллы топаза также отличаются прозрачностью и высокой чистотой, преобладают бесцветные кристаллы, но встречаются топазы с голубоватым, коричневатым и даже золотистым (желтоватым) оттенками.

Месторождение Верхне-Шибановское расположено в Кировском районе в 50 км к северо-востоку от г. Спасск, в долине руч. Шибановского, правого притока р. Арсеньевка, представлено россыпью и телами пегматитов, в которых установлены многочисленные кристаллы дымчатого кварца и редкие кристаллы берилла. Берилл встречается в виде призматических кристаллов размером до 60x15 мм,

бледного голубовато-зеленого цвета, прозрачный, высокой чистоты. Дымчатый кварц в кристаллах призматического облика, как правило, зонального строения, размер от первых мм до 200-500 мм в поперечнике. Окраска от бесцветной до темно-коричневой, редко до почти черной, наиболее привлекательная однородная окраска свойственна головкам кристаллов, размером до 10 – 20 мм.

Кристаллы топаза ювелирного качества известны на нескольких месторождениях. Одно из них, Забытое является самым известным и сравнительно крупным, топаз здесь является наиболее распространенным и по сравнению с другими проявлениями высокого качества. Кристаллы топаза встречены также на месторождениях Тигриное, Троицкое, Шахтовое (район мыса Хитрово, мелкий топаз в кварцевых жилах).

Многочисленны в Приморском регионе месторождения и проявления ювелирного и поделочного кварца и его разновидностей; сливной кварц, кремни, дымчатый кварц, горный хрусталь (бесцветные кристаллы, в том числе пьезокварц), празем (зеленый кварц), розовый и красный кварц, аметист (фиолетовый кварц), а также кахолонг (фарфоровидный опал-агат), ювелирные простые и благородные опалы, халцедоны, переливт.

Кроме перечисленных, известны проявления других ювелирных камней: данбурита, даголита, циркона-гиацинта, аксинита, флюорита, граната, гагата, черной шпинели - герцинита, касситерита, родонита, родонита, сфалерита, шешелита.

Современная геммология в России базируется на опыте, накопленном А.Е. Ферсманом, Е.Я. Киевленко, Д.В. Рундквистом [1, 2, 3] и получившем развитие в работах В.П. Дроздова, А.В. Татаринова, Г.А. Юргенсона, В.Г. Гадиятова [4, 5, 6, 7]. Российская геммология выгодно отличается сохранением и развитием сильных позиций минералогии, петрологии, геохимии и других важных направлений геологической науки. За последние десятилетия в разных регионах России созданы основы поисков месторождений цветных камней, разработаны теоретические принципы прогнозно-минерогенических исследований, наконец, обосновано новое научное направление – геммологическая минерогения. Однако основные положения геммологического направления в геологии еще только разрабатываются. Как и при выделении рудных формаций, существуют сложности и противоречия в подходах к классификационным признакам при обозначении и выделении камнесамоцветных формаций. С одной стороны, самоцветы, за редким исключением (алмазы, корунды), обычно образуются на заключительных стадиях процессов минералообразования, в свободном пространстве и при активном участии флюидов. Их связывают с поздними стадиями, которым предшествует возникновение полостей в результате растворения, выщелачивания или перекристаллизации. С другой стороны, было бы неверно отрицать, что разнообразие геодинамических обстановок на протяжении геологической истории Земли и особенности структурно-вещественных комплексов предопределяют дифференциацию и пространственно-временную специфику минерогении самоцветов отдельных регионов мира. Благодаря этому для разных регионов Земли возможно выделение провинций самоцветов определенного парагенезиса в качестве самостоятельных тектонических и минерогенических структур во взаимосвязи с составом вмещающих пород, особенностями литологии,

петрологии, геохимии и геологического возраста камнесамоцветных формаций, их генетических связей с конкретными месторождениями [8, 9].

Так же, как и металлогения, геммология самоцветов формируется в единой геолого-технологической системе, термины «рудная» и «рудовмещающая» формации, адаптированные к нерудному – камнесамоцветному – сырью, соответствуют камнесамоцветной и геологической формациям [7]. Вопросам формационных классификаций рудных месторождений в недавнем прошлом уделялось большое внимание. В результате развития этих классификаций появилось огромное количество классификационных схем, предложенных разными авторами и не всегда согласующихся между собой из-за использования разных классификационных признаков.

Подобная картина наблюдается и при изучении месторождений самоцветов. Особенно наглядно проявилось несоответствие в подходах к классификационным признакам при сравнении российских публикаций с зарубежной литературой, посвященной месторождениям цветных камней. Зарубежные исследователи, используя прагматичный подход, во многом придерживаются общей классификации месторождений твердых ископаемых (как рудных, так и нерудных) по модельным типам. В России также наблюдается тенденция к адаптации накопленных в области геологических наук знаний к мировым стандартам. На основе обширного зарубежного и отечественного опыта создания и развития классификационных схем, все многообразие месторождений Востока России приведено к единой классификационной схеме, которая базировалась как на описательной, так и на генетической информации [10]. Тем самым предпринята первая успешная попытка общей классификации металлических и, отчасти, неметаллических месторождений Востока России по модельным типам.

Рассматриваемая в работе территория в геологическом плане представляет собой одну из наиболее интересных на Дальнем Востоке России, так как здесь наблюдается стык молодых геологических структур Тихоокеанского пояса меридионального направления с более древними структурами широтного направления. На относительно небольшой площади развиты осадочные породы всех геологических возрастов и различные магматические породы. Разнообразие геологического строения обусловило и уникальный набор месторождений полезных ископаемых, в том числе, и нерудных. Тектонической основой работы является концепция террейнов, как вариант плитной тектоники для региональных моделей. В понятийном отношении используется метод, при котором складчатая область рассматривается, как коллаж тектоно-стратиграфических террейнов разного происхождения. Одни из них относительно автохтонны и не меняли своего взаимного расположения, другие были перемещены вместе с океанской литосферой на тысячи километров и по мере субдукции этой литосферы причленились к континентальной окраине. На территории Приморского края авторы выделяют ряд террейнов, а также перекрывающие их вулканогенно-осадочные и “сшивающие” террейны интрузивные комплексы. Палеогеодинамическая типизация террейнов, перекрывающих и “сшивающих” образований проведена с использованием стандартных приемов плитотектонического анализа с выделением породных ассоциаций дивергентных, конвергентных границ литосферных плит и внутриплитовых геодинамических обстановок. Глубинный источник исходных магм фиксируется по недосыщенности пород кремне-

земом, высокому содержанию титана, циркония, ниобия, фосфора и других элементов, характерных для внутриплитовых ультрамафит-мафитовых серий. В структурно-историческом плане вулканические и плутонические комплексы, связанные с мантийными плюмами на конвергентных границах плит, обычно выступают как постколлизийные или постсубдукционные образования.

Генетическая и пространственная связь самоцветов с геологическими формациями устанавливается на основе детальных исследований их минеральных ассоциаций в комплексах пород и месторождений различных террейнов Сихоте-Алиня. В Лаоелин-Гродековском террейне месторождения самоцветов установлены в составе следующих формаций и комплексов: терригенной, габбро-плагиогранитной, дунит-пироксенитовой с серпентинитами. В Матвеевско-Нахимовском террейне – в докембрийских метаморфических формациях, анатектических гранитоидах, пегматитах, литий-фтористых гранитах и грейзенах. В Самаркинском террейне – в глиноземистых гранитах, скарнах, в щелочных и ультраосновных комплексах, в андезитах. В Сергеевском террейне – в риолитах. В Журавлевском террейне – в турбидитах и флише, в редкометальных гранитах с пегматитами и грейзенами, в щелочных породах. В Таухинском террейне – в бороносных скарнах, полиметаллических месторождениях, кремнистых толщах.

Один из ярких примеров влияния геодинамического режима на формирование месторождения самоцветов – история образования известного в регионе месторождения благородных опалов Радужное. Особенности тектонического развития района месторождения Радужное определяются расположением Алчанского бассейна (площадью более 6300 км²) на стыке Самаркинского террейна и Ханкайского массива. Рассматриваемая территория испытала значительные (с амплитудой в сотни и тысячи метров) вертикальные перемещения как по контролировавшим ее границы Алчанскому и Арсеньевскому разломам, так и по разломам внутри бассейна [11]. Анализ основных параметров образования вмещающих опаловую минерализацию андезитов и связь их вещественного состава и физико-химических условий образования с геодинамическими условиями проявления показывает, что ведущую роль в образовании прожилков благородных опалов играют глубинные факторы, в частности, вулканогенная деятельность, связанная с конседиментационными разломами и обусловленная крупными расколами земной коры. Не менее важное значение для формирования опаловой минерализации имеет вещественно-геохимический фактор – состав первичной магмы, обогащение ее в процессе ассимиляции подстилающих пород кремнеземом и эволюция при воздействии метасоматизирующих растворов [12].

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, ДВО РАН (проекты №№ 07-III-Д-08-090 и 06-05-96138).

Литература

1. Ферсман А.Е. Драгоценные и цветные камни СССР. Избр. Труды, т. 7. - М., Изд-во АН СССР, 1962. С. 7-531.
2. Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П. Геология месторождений драгоценных камней. - М.: Недра, 1982. 278 с.

3. Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые. - Л.: Недра, 1986. 751 с.
4. Дроздов В.П. Минерагенция камнесамоцветного сырья //Отечественная геология. 1996, №3. С. 32 – 37.
5. Татаринцов А.В. Камнесамоцветные минеральные формации Сибири //Геология и геофизика. 1992, №11. С. 116 – 125.
6. Юргенсон Г.А. Ювелирные и поделочные камни Забайкалья. – Н-ск: Наука, 2001. 390 с.
7. Гадиятов В.Г. Камнесамоцветные формации северо-востока Азии. - Воронеж: ВГУ, 2005. 272 с.
8. Ханчук А.И., Голозубов В.В., Мартынов Ю.А., Симаненко В.П. Раннемеловая и палеогеновая трансформные континентальные окраины (Калифорнийский тип) Дальнего Востока России // Тектоника Азии. - М.: ГЕОС, 1997. С. 240 – 243.
9. Пирогов Б.И. Геолого-генетические особенности самоцветов, определяющие их геммологию// Материалы международной конференции «Новые идеи в науках о Земле», 2007. С. 157 – 160.
10. Ханчук А.И., Родионов С.М., Горячев Н.А., Попов В.К., Голозубов В.В., Наумова В.В. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России. - Владивосток: Дальнаука, 2006. 981 с.
11. Симаненко В.П., Ханчук А.И. Сеноманский вулканизм Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса (геохимические особенности) // Геохимия, 2004, № 8. С. 866-878.
12. Tishkina Vita, Zalishchak Boris, Pakhomova Vera, Lapina Marija. Opal from the Raduznoe Deposit (Primorsky Krai, Russia)// The Journal of The Gemmological Association of Hong Kong. 2004, Vol. XXV. P. 79-82.

СИСТЕМАТИКА КАМНЕСАМОЦВЕТНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИК КЫРГЫЗСТАН

В.М. ПОПОВ

Южно-Кыргызская геологическая экспедиция, г. Ош

В группу цветных камней Кыргызстана входят разнообразные минералы и горные породы, обладающие естественной декоративностью и поддающиеся определенной механической обработке.

В мировой геммологической литературе существует ряд классификаций цветных камней. Однако при кажущейся многоликости за основу каждой из них взят один из трех критериев:

1 – стоимость, где камни располагаются в порядке снижения их стоимости (А.Е. Ферсман 1920 г.; Каус и Славсон, 1940 г.; Е.Я. Киевленко, 1980 г.; Б.Ф. Куликов, 1982 г.);

2 – генезис, где минералы и горные породы классифицируются в зависимости от их происхождения (С. Балл, 1923 г.; Б. Я Меринков, 1936 г.; В.П. Петров, 1973 г.);

3 – технология, где выделяются такие свойства как твердость и вязкость (М. И. Пыляев, 1896 г.; А.И. Цюрупа, 1973 г.).

Цветные камни Республики Кыргызстан объединяющие около восьмидесяти видов минералов и горных пород выявлены на более чем 400 объектах, различного ранга от месторождений до проявлений и точек минерализации [1,2]. В таблице 1 они классифицированы по Е.Я. Киевленко [3] с дополнениями и незначительными изменениям, учитывающими качественную характеристику цветных камней Республики.

Таблица 1
Классификация цветных камней Республики Кыргызстан

Группа	Порядок	Главные камни
Ювелирные (драгоценные) камни	I	Рубин
	II	Благородный корунд
	III	Демантоид, шпинель, аквамарин, топаз, родолит, турмалин, хромдиопсид
	IV	Хризолит, циркон, лунный камень (адуляр), солнечный камень (ферриортоклаз), берилл желтый, зеленый и розовый, алмадин, бирюза, аметист, хризопраз, эгирин-диопсид, цитрин, содалит, зеленый гроссуляр
Ювелирно-поделочные	I	Лазурит, жадеит, нефрит, бовенит, малахит, горный хрусталь, бесцветный и дымчатый кварц, розовый кварц, содалит
	II	Агат, амазонит, гематит-кровавик, родонит, непрозрачные иризирующие полевые шпаты, эпидот-гранатовые породы (жады), высокодекоративная яшма, тонкополосчатый оникс, родингит, халцедон, опал, офит и офикальцит, андалузит, гроссулярит, цветной пироксен, диопсидовый кошачий глаз (ДКГ)
Поделочные камни		Яшма, мраморный оникс, лиственит, агальматолит, ангидрит, кремни декоративные, рисунчатый кремь, жадеитоподобные породы, роговики декоративные, серпентинит и серпентинитовая брекчия, селенит, эпидозит, туфолава декоративная, гнейсы очковые высокодекоративные, граниты амазонитовые, фарфоровые яшмы (глиежи), мрамор цветной высокодекоративный и белый статуарный, гагат, окаменелое дерево, графический пегматит, флюорит, лиственит

Группа	Порядок	Главные камни
Коллекционные камни		Арагонит, кальцит, корунд, кварцевые, аметистовые, гроссуляровые шетки и жемчуги, друзы кварца, целестина, антимонита, аурипигмент, «Компостельский рубин», «Баритовые цветы», «Нефелиновые цветы»
Декоративно-облицовочные камни		Ангидрид, мрамор цветной, гранит, диорит, пикрит, гранодиорит, брекчия, конгломерат, габбро...

Закономерность размещения цветных камней в Кыргызстане среди различных геологических формаций, многообразии вещественного состава и геологического строения месторождений и проявлений цветных камней обусловили разнообразие их минеральных видов самого различного происхождения. Морфологические особенности минеральных тел, их размеры и условия залегания также находятся в прямой зависимости от множества генетических факторов. На основе этих и других признаков, используя генетическую классификацию Е.Я. Киевленко [3] и генетическую систематику эндогенного самоцветного сырья Южного Тянь-Шаня С. М. Аккерманцева [4], автором составлена генетическая систематика цветных камней Республики Кыргызстан (табл. 2).

По третьему критерию, т.е. по технологии, камнесамоцветное сырье Республики Кыргызстан не систематизировано.

Систематизация подолочных и декоративно-облицовочных цветных камней Республики Кыргызстан в соответствии с химико-генетическим принципом была предложена И.М. Ибрагимовым и др. [1] и сведена автором статьи в таблицу 3.

Таблица 2
Генетическая систематика цветных камней Республики Кыргызстан [5]

Генетические подразделения			Вид цветного камня	Примеры проявлений
Группа	Класс	Формационный тип		
1	2	3	4	5
Эндогенная	магматический	изверженных полевошпатовых пород	лунный камень, солнечный камень, амазонитовый гранит	Арсы, Оттук Оттук Ашутур, Иньльчек
		основных эффузивов	хризолит хромдиопсид	Боордунское I, II Тенгизбай, Гаумыш
	пегматитовый	редкометалльных пегматитов	берилл турмалин розовый кварц	Карасу-Каравшинское, Кырк-Булак и др. Терс, Карасу-Каравшинское, Кырк-Булак, Дукенек Асан-Усан, Караказык и др.
		редкоземельных и слюдоносных пегматитов	амазонит	Суходольское, Учкошкон, Эньльчек

Генетические подразделения			Вид цветного камня	Примеры проявлений
Группа	Класс	Формационный тип		
1	2	3	4	5
Эндогенная	пегматитовый	миароловых пегматитов	аметист горный хрусталь, морион, раухтопаз	Колба-Су, Орто-Нура и др. Балыксу, Кумбель и др.
		щелочных сиенитовых и нефелин-сиенитовых пегматитов	содалит, «нефелиновые цветы»	Зардалек
	гидротермально-метасоматический	апогранитных грейзенов	берилл топаз	Четенды Турсу
		магнезиальных скарнов	нефрит лазурит офиокальцит офит серпентинит и жадеитоподобная порода (жад)	Акшийряк, Джалгыз-Урюк, Неожиданное Каракольское, Учтерек и др. Терек I Донасқундук
		известковых скарнов	родонит гранат	Музтор, Первинец, Музейное Узунахмат, Гранатовое, Кокшаал
		апогипербазитовых метасоматитов, метасоматитов в мафит-ультрамафитах	демантоид нефрит родингит, цветной пироксен, листвениит агат, халцедон серпентинит диопсидовый кошачий глаз бовенит рубин	Арчалу I, Каракуль Джалджир Лагерное Кан, Сарыбулак, Джулбарсайское и др. Джулбарсайское, Орус-Булак и др. Канское, Оро-Баше и др. Шуран Декабрьское Шематалказы
		субщелочных метасоматитов	содалит	Утрен
		апогранитных метасоматитов	агальматолит	Тегермачское, Катта-Кымыздык и др.
		апокарбонатных метасоматитов	нефрит офит, офиокальцит, голубой диопсид	Гавиан, Аллаудин Арчамечеть
		гидротермальный	плутогенный	аметист горный хрусталь дымчатый кварц
	поствулканический		яшма агат опал	Арчалы, Джакболот, Коргосу, Ходжагаир и др. Талдыбулак, Ачикташ Кара-Киче

Генетические подразделения			Вид цветного камня	Примеры проявлений
Группа	Класс	Формационный тип		
1	2	3	4	5
Эндогенная	метаморфогенный	телетермальный	мраморный оникс арагонит гематит-кروавик антимонит коллекционный	Дюресу, Озгуруш, Бель-Урюк и др. Турайгыр Саргале Кадамжай
		фация низких температур (метаморфитов зеленсланцевой фации)	родонит яшма благородный корунд	Джаман-Эчке, Бешмойнок, Киркира и др. Кайнар, Кынды Ормизан, Калай-Махмуд
		фация средних и высоких температур (метаморфитов амфиболитовой фации)	андалузит роговики гнейсы очковые и тонкополосчатые кварц крупнокристаллический	Кырк-Булак Кумыштаг Кыркоо, Кочкорское Урям, Ашат и др.
		пирогенная	глиежи (фарфоровые камни)	Ташкумыр, Алмалык и др.
Экзогенная	диагенез	осадочный	ангидрит селенит опал	Аджике, Мазар Сохское, Калача Кызыл Кечит
	кора выветривания	инфильтрационный	агат халцедон малахит	Карабулак, Нормат-Сай и др. Улуг-Тоо, Ак-Куль Акташ и др.
		инфильтрационно-осадочный	мраморный оникс коллекционный арагонит	Ходжагор, Хайдаркан, Улуг-Тоо и др. Хайдаркан, Терексай и др.
	россыпи	аллювиально-пролювиальный	циркон альмандин родингит, гроссулярит циркон, сапфир	Арчамечеть Макбал Балыкты Долон
		элювиальный и элювиально-делювиальный	аметист гроссулярит, родингит яшма, родингит агат, халцедон	Суек Лагерное Балыкты Джида-Булак, Сарыташ
		делювиальный	нефрит халцедон	Гавиан-Сай Цемистан
		коллювиальный	эгирин-диопсид ксилоид	Аллаудин Сары-Бия
		ледниковые	офиокальцит	Майсазское
		техногенные (отвалы шахт и рудников)	«Компостельский рубин» «Баритовые цветы», Кристаллы, друзы пирита, марказита	Тюя-Муюн Алмалык, Сулюкта

Таблица 3

**Химико-генетическая классификация поделочных и облицовочных камней
Республики Кыргызстан**

Группа		Генезис		
		осадочный	метаморфический	магматический
Карбонатно-сульфатные минералы и горные породы	Карбонаты	известняк, ракушечник, доломит, мраморный оникс	мрамор, офиокальцит	
	Сульфаты	гипс, селенит, ангидрит		
Силикатные и алюмосиликатные минералы и горные породы		конгломерат	гнейсы, родонит, яшма, нефрит, роговик, листовник, глиежи – метаморфического и пираметаморфического генезиса	гранит, гранодиорит, диорит, сиенит, габбро, горнблендит, пикрит
Другие минералы и горные породы				флюорит

Из трех приведенных выше групп две первые (главные), характеризуются, для входящих в состав той или иной группы минералов и горных пород, общими не только химическими, но и физико-химическими особенностями. Так, силикатные и алюмосиликатные разности характеризуются довольно высокой твердостью (в пределах 7 и выше по шкале Мооса) и вязкостью; декоративные свойства их определены текстурой и структурой, степенью раскристаллизованности, сочетанием составляющих компонентов (минералов, галек, цемента и т.д.), окрашенных в разные цвета.

Карбонатные породы и минералы объединяет относительная мягкость (3-4 по шкале Мооса), спокойные тона в окраске (розоватые, голубоватые, сероватые мазки на общем фоне) – в мраморах и офиокальцитах; чередование медового, светлого, розоватого, светло-коричневого, желтого – в мраморных ониксах.

Выделенные группы довольно неплохо увязываются и с особенностями геологического строения территории Республики Кыргызстан, которая характеризуется сложной геологической историей и неоднородным строением с развитием разновозрастных, отличающихся по составу и генезису пород она подразделяется на три складчатые области (рис. 1):

I. Северо-Тяньшаньскую, основные черты строения которой были сформированы в начале палеозойской эры, в процессе каледонской складчатости

II. Южно-Тяньшанскую, формирование которой происходило в позднепалеозойское время в эпоху герцинской складчатости

III. Срединный Тяньшань, расположенный между названными областями, содержащий в себе черты, присущие как Северному, так и Южному Тянь-Шаню.

Выбор геммологической классификации на практике зависит от задач, преследуемых направлением работ.

Для геологических работ наиболее приемлема генетическая систематика, для геммологической оценки сырья – классификация по Е.Я. Киевленко.

Когда суть задачи составляет комплекс вопросов, касающихся одновременно геологии и технологико-экономической (стоимостной) стороны работы, необходима химико-генетическая классификация цветных камней с включением в нее цветных камней и объектов по всему Кыргызстану, но с учетом конкретных особенностей сырья и конкретных условий образования объектов.

Следует отметить работы С.М. Аккерманцева [4], посвященные оценке перспектив на камнесамоцветное сырье Южного Тянь-Шаня (в пределах Узбекистана и Южного Кыргызстана), в которых выявлена связь данной минерализации с конкретными геологическими формациями и крупнейшими тектоническими элементами региона. В этих работах охарактеризованы структурно-вещественные особен-

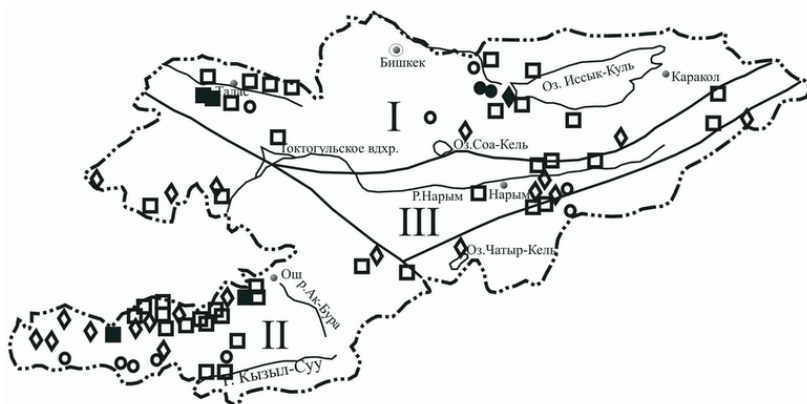


Рис.1 Схема размещения месторождений и проявлений цветных камней на территории Кыргызии

Примечание. Складчатые области: I – Северо-Тяньшанская ; II – Южно-Тяньшанская ; III – Срединный Тянь-Шань. Кружок – месторождения ювелирных камней (закрашенный – балансовые месторождения); квадрат – месторождения ювелирно-подделочных камней (закрашенный – балансовые месторождения); ромб – месторождения подделочных камней (закрашенный – балансовые месторождения).

ности типовых минерогенетических площадей и локальных объектов, обновлена генетическая классификация, впервые выделены и систематизированы эндогенные и экзогенные камнесамоцветные формации региона, и рассмотрена последовательность их формирования.

В связи с тем, что генезис ряда месторождений остается недостаточно ясным, выделение промышленных типов месторождений цветных камней целесообразно проводить не на генетической, а на формационной основе, имея в виду, что особенности той или иной формации связаны с ее генезисом.

Литература

1. Ибрагимов И.М., Малышев В.Ф., Михайлев В.Н. Цветные камни Киргизии. – Фрунзе: Кыргызстан, 1986. 96 с.
2. Справочник минеральных ресурсов неметаллических полезных ископаемых Кыргызской Республики. – Бишкек:Наси, 1995. 394 с.
3. Киевленко Е.Я. Поиски и оценка месторождений драгоценных и поделочных камней. – М.: Недра, 1980. 166 с.
4. Аккерманцев С.М. Геология месторождений и оценка перспектив Южного Тяньшаня на кварц-самоцветное сырье. – Ташкент: САИГИМС, 1987. 25 с.
5. Попов В.М. Генетическая систематика камнесамоцветного сырья Туркестано-Алая. – Томск: ЦНТИ, 2006. С. 90-95.

ГЛАВНЫЕ ТИПОМОРФНЫЕ СВОЙСТВА БЕРИЛЛА ИЗ КОЛЛЕКЦИИ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ ИМ. И.К. БАЖЕНОВА ТОМСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

В.Л.СВЕШНИКОВА

Томский государственный университет, г. Томск

Берилл как ювелирный камень издавна известен человеку благодаря неповторимой красоте цвета его разновидностей.

Однако наряду с ювелирными качествами берилл обладает еще одними специфическими свойствами, а именно типоморфными. Для выявления этих свойств использовались бериллы из фондов минералогического музея из месторождений Среднего Урала, Восточного Забайкалья, Западного и Южного Памира, Монголии, Гобийского и Монгольского Алтая и Южного Тянь-Шаня. Все месторождения, из которых взяты бериллы можно отнести к двум генетическим типам: пегматиты и пневматолито-гидротермальное образования. Главным типоморфным признаком берилла является химический состав, а все остальные свойства зависят от химического состава, а значит от типа минералообразующей среды.

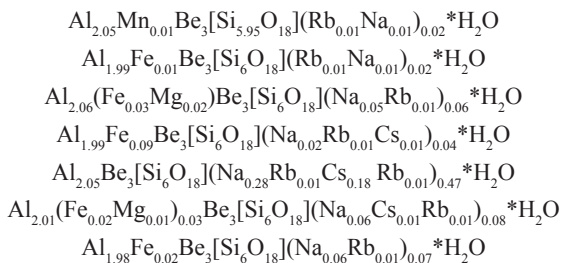
По данным химического анализа (табл.) берилла из различных месторождений видно, что содержание основных окислов (SiO_2 , Al_2O_3) почти не меняется, тогда как содержание других элементов весьма неоднородное и поэтому может служить типоморфным признаком.

Таблица
Химический состав берилла из различных месторождений

Компо- нент	Содержание в весовых процентах						
	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	Б-6	Б-7
SiO ₂	67,09	68,18	64,63	66,48	63,45	65,53	66,68
TiO ₂	0,05	0	0	0	0	0	0,01
Cr ₂ O ₃	0,04	0,02	0,06	0,01	0	0	0
V ₂ O ₅	0,01	0	0	0	0,02	0,04	0
Sc ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0,01	0
Al ₂ O ₃	19,62	19,27	18,86	18,77	18,42	18,67	18,68
FeO	0,06	0,11	0,4	1,16	0	0,3	0,33
MgO	0,01	0,01	0,16	0,01	0,01	0,08	0,12
MnO	0,07	0,02	0,04	0,06	0,02	0	0
CaO	0,02	0	0,04	0,02	0	0	0,03
Na ₂ O	0,06	0,08	0,3	0,09	1,5	0,35	0,32
K ₂ O	0,03	0	0,02	0,02	0,01	0,04	0,02
Rb ₂ O	0,24	0,15	0,14	0,21	0,17	0,16	0,18
Cs ₂ O	0,01	0,09	0,11	0,21	4,5	0,36	0,13
P ₂ O ₅	0	0	0,03	0	0,01	0,01	0
сумма	87,31	87,93	84,79	87,04	88,11	85,55	86,5
цвет	белый	белый	желтый	голу- бой	розовый	желтый	зеленый

По данным химического анализа были рассчитаны кристаллохимические формулы бериллов, из них довольно четко видно, какие элементы входят в качестве изоморфных примесей в структурные узлы, а какие – в качестве элементов-компенсаторов заряда в структурные каналы.

Кристаллохимические формулы:



По количеству и составу щелочей все бериллы делятся на три типа:

1. n-бериллы – к такому типу бериллов можно отнести белый бесщелочной берилл (Б-2), в котором содержание щелочей не превышает 0,32 % (то есть, самое минимальное из всех бериллов), и также белый берилл (Б-1), в котором содержание

щелочей 0,34 %, а содержание других примесей не достаточное для влияния на цвет и другие особенности.

2. о-бериллы – к этому типу бериллов относится большинство изученных; в них изоморфные примеси Mg, Fe, Mn, Cr, V, Ti входят в октаэдрические позиции, а содержание щелочей колеблется и обычно не превышает 0,5 % (в редких случаях, как-то для Б-7, содержание щелочей в сумме примерно 0,65 %). Эти бериллы образуются на ранних и завершающих стадиях грейзенового процесса, причем содержание изоморфных примесей прямо зависит от состава вмещающих пород.

3. t-бериллы - из исследуемых бериллов к данному типу можно отнести только один – розовато-белый берилл (Б-5), в котором содержание щелочей превышает 6,18 %, а содержание лития по данным спектрального анализа более 10000 г/т, в таких бериллах Li^+ и частично Mg^{2+} занимают тетраэдрические позиции Be, а крупные катионы щелочей располагаются в каналах. Такие бериллы характерны только для редкометальных пегматитов. По времени образования и в зависимости от типа пегматитов выделяются Na-K, Na, Na-Li, Li-Cs разновидности. Так, изучаемый берилл по составу щелочей можно отнести к Li-Cs бериллам, а значит и примерно угадать тип пегматита, в котором этот берилл образовался – пегматит с клевеландит-лепидолитовым замещением.

Главные типоморфные признаки берилла связаны с присутствием в его составе того или иного количества щелочей и их соотношением. По количеству щелочей редкометальные пегматиты резко отличаются от других генетических типов. По данным спектрального анализа содержание лития в бериллах из лепидолитовых пегматитов достигает 10000 г/т и более (Б-5), тогда как в бериллах из мусковитовых пегматитов содержание лития в 2-10 раз меньше, а в грейзенах и вовсе не превышает 300 г/т [11]. Подобные же соотношения, но при более низких средних содержаниях отмечаются для Cs и Rb. Характерно увеличение Li, Cs, Rb от внешних зон пегматитовых тел к внутренним, где максимально концентрируются литиевые минералы и поллуцит. То есть по мере снижения температуры количество щелочей закономерно увеличивается. Так в берилле Б-1 содержание Rb составляет 0,24 % (самое максимальное содержание Rb), что указывает на низкую температуру кристаллизации этого берилла, что и подтверждается теоретическими данными – берилл взят из миароловых жил. Кроме того, о-бериллы также по суммарному содержанию Rb и Cs можно разделить на бериллы ранней стадии минерализации (Б-2, Б-3), средних стадий (Б-7, Б-4) и поздних стадий (Б-6). В самую низкотемпературную стадию образуются щелочные, t-бериллы (Б-5), в которых содержание щелочей составляет более 6 %.

В кварцевых жилах и грейзенах содержание в бериллах щелочей зависит в первую очередь от состава вмещающих пород. Так, повышенными содержаниями Na, Li, Cs характеризуются грейзены, находящиеся среди основных и ультраосновных пород [1].

Содержание Fe, Mg, Mn в основном зависит от состава вмещающих пород. Так, повышенными содержаниями Mg (>1 г/т) и Mn (430 г/т) характеризуется изумруд, образующийся при процессах грейзенизации ультраосновных пород, богатых этими элементами – в ультраосновных породах содержание MgO составляет примерно

25-45 %, а MnO – 0,15-0,25 %, тогда как в кислых породах содержание этих окислов составляет соответственно 0,4-1,89 %, 0,03-0,13 % [10]. В среднем, для пегматитов содержание этих элементов ниже, чем для месторождений грейзеновой группы – 100-140 г/т для грейзенов, < 100 г/т для пегматитов. Кроме того, в редкометалльных пегматитах содержание этих элементов меньше, чем в слюдоносных и керамических (до 160 г/т, Монголия).

Микропримеси, постоянно присутствующие в берилле, могут быть либо принесенными эндогенными флюидами (Sc, Ga, Zn, Ge), либо заимствуются из вмещающих пород при процессах ассимиляции (Ti, V, Cr).

Повышенными содержаниями V и Cr, которые в основном заимствуются из вмещающих пород, отличаются бериллы из апогипербазитовых грейзенов – изумрудноносных слюдитов (до 400 г/т Cr).

Содержание Ti указывает на содержание вольфрамита: в безвольфрамитовых жилах его количество составляет до 700 г/т, а в вольфрамит-кварцевых – до 70 г/т [1]. Из этого можно сделать вывод, что почти все образцы взяты из месторождений, где не наблюдается вольфрамит-кварцевых жил, так как количество Ti в среднем составляет 315 г/т.

Содержание Ga в редкометалльных пегматитах заметно повышено (до 54-37 г/т, а по литературным данным – 95 г/т) по сравнению со слюдоносными пегматитами (17 г/т), причем его содержание на начальных стадиях в среднем составляет 25-38 г/т, а на поздних метасоматических стадиях – до 95 г/т [1]. В грейзенах содержание Ga достигает 10-45 г/т, убывая от высокотемпературных к низкотемпературным. Так, ранее изумруд считался самой высокотемпературной генерацией берилла, однако по содержанию Ga (37 г/т) можно сделать вывод о его связи со среднетемпературной гидротермальной стадией, что еще подтверждается гомогенизацией газожидких включений при температуре 240-350°C. Кроме того, бериллы из месторождения Шерлова гора также относятся по содержанию Ga (25-26 г/т) к средне-низкотемпературным стадиям.

Содержание Sc в редкометалльных пегматитах крайне неравномерное и заметно уменьшается от высокотемпературных стадий к низкотемпературным (по данным проб от 85 г/т до 2 г/т). Следовательно, для белого берилла (Б-2), п-берилла, можно сделать вывод по содержанию Sc (8 г/т), что его кристаллизация проходила при низких температурах, что кроме того подтверждается большим содержанием Ga (до 0,38 %), хотя ранее по содержанию щелочей отнесли его к бериллам ранних стадий минерализации. Кроме того, в миароловых жилах наблюдается повышенное содержание этого элемента (для Б-1 – 70 г/т).

Содержание таких элементов, как Cu, Mo, As, Zn, Pb, Sn, Bi скорее всего связано с приносом флюидными потоками и указывает на более низкотемпературную рудную минерализацию. Так, в месторождении Адун-Чолон (Восточное Забайкалье) наряду с такими минералами как кварц, микроклин, топаз, берилл отмечается присутствие рудных минералов – касситерита, арсенопирита, пирита, ильменорутила, колумбита и т.д. [2]. Та же картина наблюдается и на месторождении Шерлова гора, где в берилле отмечаются большие содержания As (до 400 г/т).

Таким образом, химический состав бериллов является одним из главных типоморфных признаков. По наличию и типу щелочей можно выделить редкометальные, керамические и слюдоносные пегматиты, причем в редкометальных пегматитах состав щелочей указывает на время и условия формирования берилла. Так, белые бесщелочные бериллы с большим содержанием Fe, Mg и Mn образуются на ранних стадиях пегматитообразования. В основном эти бериллы характерны для керамических, слюдяных и хрусталеносных пегматитов, а также кварцевых жил грейзеновых месторождений. Второй тип бериллов, о-бериллы, образуются на ранних и завершающих стадиях, причем содержание Fe, Mg, Mn в первую очередь зависит от состава вмещающих пород. Третий тип бериллов t-бериллы – являются самыми поздними по времени образования, обогащены Li, Cs и другими щелочами. Данные бериллы по времени образования и по типу пегматитов разделяются на разновидности: Na-K, Na, Na-Li, Li-Cs. Так, розовато-белый берилл (воробьевит) образуется на завершающих стадиях при процессах поздней грейзенизации, характеризуя тем самым пегматиты с альбит-лепидолитовым замещающим комплексом.

Структурные особенности

Параметры элементарной ячейки берилла зависят от состава и в первую очередь от количества щелочей, входящих в каналы структуры.

Сопоставляя данные рентгеноструктурного и химического анализов можно сделать следующие выводы:

1. n-бериллы (Б-1, Б-2) – в среднем параметр a_0 составляет 9,22, параметр C_0 – 9,20-9,21 $c/a < 1$;

2. о-бериллы (Б-4, Б-3, Б-7) – вхождение Fe и Mg, на место Al должно повышать параметр a_0 до 9,28 при сохранении C_0 – 9,20 [11], однако этого не происходит вследствие присутствия большого количества щелочей (до 0,65% у берилла Б-7), поэтому параметр a_0 в среднем составляет 9,20-9,21, а у берилла Б-4 – 9,22 (из-за присутствия Fe^{2+}), а параметр C_0 – 9,20. У берилла Б-7 C_0 повыше (9,22) из-за максимального количества щелочей, что сразу дает соотношение $c/a > 1$;

3. t-бериллы (Б-5) - вхождение Li на место Be в тетраэдрических позициях увеличивает параметр C_0 , причем совместное вхождение этих щелочей усиливает эту тенденцию. По данным спектрального анализа можно утверждать, что в этом берилле Li присутствует, а содержание Cs достаточное для изменения параметра. Полученные параметры a_0 - 9,19; C_0 – 9,21; $c/a > 1$.

Литература

- Типоморфизм минералов: Справочник. – М.: Недра, 1989. 560 с.
Киевленко Е.Я., Сенкевич Н.Н., Гаврилов А.П. Геология месторождений драгоценных камней. – М.: Недра, 1982. 279 с.

СОТРУДНИЧЕСТВО ГЕММОЛОГИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ И МУЗЕЯ ДВГИ КАК ОДИН ИЗ АСПЕКТОВ РАЗВИТИЯ ГЕММОЛОГИИ

В.А. СОЛЯНИК, В.А. КАМИНИН

*Геолого-минералогический музей и геммологическая лаборатория
Дальневосточного геологического института ДВО РАН, г. Владивосток, Россия*

Несмотря на безусловную молодость и весьма извилистый путь развития, геммология в России выгодно отличается сохранением и развитием сильных позиций минералогии, петрологии и других важных направлений геологической науки.

Хотя фундаментальным камнем геммологии является минералогия драгоценных, ювелирных и поделочных камней, в область ее интересов входят также соответствующие разделы петрографии, учения о полезных ископаемых, в том числе геологии месторождений и методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, технологической и экспериментальной минералогии [1].

История геммологической лаборатории ДВ геологического института тесно связана с развитием геммологии в России. Идея ее создания возникла в институте в середине 90-х годов, когда группой специалистов под руководством к.г.-м.н., ст. н.с. Б.Л. Залищака была разработана методика диагностики ювелирных камней. Кроме собственного опыта, накопленного в процессе практической и научной работы, большое значение для решения поставленной задачи имела возможность использования широко представленной в институте современной приборной базы, позволяющей получать необходимые количественные характеристики. Нашему успеху способствовали внимание и поддержка, советы и критические замечания со стороны директора института А.И. Ханчука. Как дальновидный руководитель он первым оценил наши инициативы и создал в структуре института единственную на Дальнем Востоке сертифицированную геммологическую лабораторию, оснащенную приборами, предназначенными для комплексного изучения и диагностики минералов, драгоценных камней и их имитаций, располагающую специалистами, квалификация которых подтверждена дипломами экспертов-геммологов.

Лаборатория функционирует с 1995 года, в структуру института введена как самостоятельное научное подразделение в 1999 году. Деятельность лаборатории разрешена и зарегистрирована правительственными учреждениями Российской Федерации.

Круг решаемых вопросов, выбранных для исследования, объединяет несколько приоритетных направлений в области развития науки: генезис уникальных и дефицитных месторождений, прогнозирование минеральных ресурсов, а также новое для российской науки направление – геммологию, что предполагает комплексирование различных методов исследований, в том числе кристаллографических, минералогических, термобарогеохимических, а также диагностику и экспертизу камне-самоцветного сырья.

К сожалению, в перечне специальностей, по которым в РФ ведется вузовская подготовка специалистов, нет геммологии, хотя необходимость в этом давно назре-

ла. В настоящее время в ряде университетов имеются геммологические специализации минералогов и геологов-разведчиков, но в Дальневосточном регионе обучение будущих геммологов пока возможно только на базе созданной в ДВГИ геммологической лаборатории. Судя по результатам, подготовка молодых специалистов под руководством ведущих научных сотрудников, кандидатов г.-м.н. В.А. Пахомовой и Б.Л. Залищака ведется весьма успешно. На сегодняшний день в активе геммологической лаборатории две кандидатские и две магистерские диссертации с оценкой "отлично". Поступив в аспирантуру, бывшие магистранты уже имеют публикации, опыт выступления на сессиях учёного совета ДВГИ и научных конференциях различного уровня (в том числе и международных), их устные доклады отмечены благодарностью за активное участие в работе VIII международной конференции "Новые идеи в науках о Земле" в апреле 2007 года. Кроме аспирантов, параллельно с учебой, основы методов диагностики минералов, приемы обработки и огранки камнесамоцветного сырья в лаборатории осваивают два студента ДВГТУ.

Особое место в контурах геммологии принадлежит коллекционным образцам минералов, к которым относятся не только кристаллы, друзы и шлифовки, украшающие витрины музеев и частных собраний, но и образцы для систематических и учебных коллекций, образцы редких и недавно обнаруженных новых минералов. Популярность коллекционирования минералов в развитых странах Европы и Америки растет из года в год, рынок коллекционных камней стал существенной частью геммологического бизнеса [2]. Изучение коллекционных минералов – индивидов и агрегатов минералов с естественными границами – поверхностями, ясно видимыми у кристаллов и их сростков, позволяет по полученным результатам восстановить историю их возникновения, развития и разрушения.

Например, новая экспозиция "Минералы" подбиралась в музее согласно классификации различных форм нахождения минералов в природе, предложенной в работе Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана [3]. Являясь одним из возмож-



ных путей анализа природных объектов, эта систематика оказалась наиболее четкой, логичной и простой, позволяющей значительно повысить информативность каменного материала, отобранного для экспозиции. Среди двухсот исследованных образцов, пополнивших экспозицию "Минералы", зарегистрированы полногранные кристаллы различного габитуса, в том числе с включениями и зональные, кристаллы блочные, скрученные, расщепленные (рис. 1), кристаллы скелет-

Рис. 1. Кальцит, объемное расщепление; Дальнегорск, Приморье; №16/394; 11x11 см



Рис. 2. Друза кристаллизации датолита с нарощенными кристалликами апофиллита; Дальнегорск, Приморье; №16/396; 9x6 см

Для студентов, магистров и аспирантов новый раздел – хорошая основа для проведения обучающих занятий по минералогии и кристалломорфологии, т.к. он позволяет научиться определять кристаллографические формы, различать индивиды и минеральные агрегаты и способы их срастания на примере реальных кристаллов. Коллекция не только познавательна, информативна, но и очень красива.

Еще одна коллекция, полученная недавно в обмен на экспонаты нашего музея из музея кимберлитов (г. Мирный, республика Саха-Якутия), особенно интересна геммологам. Из 60 образцов кимберлитов в нашей коллекции нет двух идентичных – таково разнообразие пород из разных кимберлитовых тел Якутии. Коллекция подбиралась из разведанных и отработанных блоков известных месторождений, а также из алмазоносных и неалмазоносных кимберлитовых тел. Кимберлиты представлены несколькими разновидностями по каждой из трубок: Мир, Сыктывканская, Обнаженная, Прогнозная, Долгожданная, Краснопресненская, Удачная, Руслевая, Снежинка и других (в общей сложности двадцати пяти). Это массивные голубовато- и зеленовато-серые породы порфировой (неравномернозернистой) структуры с оливином, серпентином, хлоритом и гранатом во вкрапленниках. Вкрапленники сцементированы серпентин-карбонатным агрегатом, который при выветривании превращается в так называемую “синюю глину”.

Наибольший практический и научный интерес в коллекции представляют образцы глубинных ксенолитов в кимберлите – включений мантийных пород, захваченных и вынесенных кимберлитовой магмой к земной поверхности. Именно эти мантийные ксенолиты служат источником алмаза в кимберлитах. В ходе подъема кимберлитовой магмы они разрушаются механически и обогащают ее минералами мантийных эклогитов и гранатовых перидотитов.

Новая коллекция содержит интереснейший каменный материал, при изучении которого процесс получения информации практически бесконечен, т.к. объектом исследования является вещество. Уровень устоявшихся на сегодняшний день знаний позволяет ответить на многие, но далеко не на все вопросы, связанные с проблемой кимберлитов. У ученых института появилась уникальная возможность получить собственные результаты о химическом и минеральном составе кимберли-

тые расщепленные - дендриты, сферические индивиды. Закономерные срастания полногранных кристаллов представлены в экспозиции двойниками, эпитакситами (автоэпитакситами и гетероэпитакситами), параллельными срастаниями (эпитаксиальными и образующимися в результате геометрического отбора). Наиболее многочисленны в экспозиции незакономерные срастания полногранных кристаллов - это друзы кристаллизации (рис. 2), друзы блочных кристаллов, друзы расщепленных кристаллов [4].

тов, о связи кимберлитов с другими глубинными магматическими породами, о стабильности минералообразования в кимберлитах, наблюдать преобразование первичных минералов, которое происходило под воздействием флюидов, установить P-T условия и глубину образования ксенолитов в кимберлитах.

Музей собирает коллекцию самоцветов России и предоставляет образцы для геммологических исследований. Благодаря сотрудничеству с геммологами, в тематику исследований которых входит детальное изучение и оценка месторождений камнесамоцветного сырья, составление минерагенической карты камнесамоцветов Дальнего Востока, в т.ч. полевые исследования их месторождений и проявлений, пополняются коллекции в музее. Мы, в свою очередь, разрабатываем новые экспозиции, необходимые для обучения геммологов. Если распространение знаний об истории и культуре камня с целью приумножить профессиональный и любительский интерес к камню, геммологии, камнерезному искусству – прикладной аспект в работе геммологов, то музейные коллекции являются прекрасным материалом для пропаганды знаний по истории культуры камня, способствуют расширению кругозора, повышению образовательного уровня наших посетителей в области минералогии и геммологии. В ближайшем будущем мы планируем организовать в музее выставку «Самоцветы из месторождений мира» с привлечением коллекции, собранной геммологами. Наконец, результаты наших совместных исследований публикуются в российских и зарубежных научных журналах.

Литература:

1. Солодова Ю.П. Задачи Российской геммологии сегодня // VIII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». - М.: 2007. т. 4. С. 196-198.
2. Шмакин Б.М. Современные контуры геммологии // VIII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». - М.: 2007. т. 4. С. 221-224.
3. Годовиков А.А., Степанов В.И. Формы нахождения минералов. - М.: Изд-во Ассоциация Экоост. 2003. 63 с.
4. Соляник В.А., Тишкина В.Б., Соляник А.Н. Морфологический аспект минералогической памяти. Новая экспозиция музея ДВГИ // Вестник ДВО РАН, 2007. № 4. С. 162-166.

ОКРАСКА ОПАЛОВ МЕСТОРОЖДЕНИЯ РАДУЖНОЕ (ДАЛЬНИЙ ВОСТОК, РОССИЯ)

В.Б. ТИШКИНА¹, В.А. ПАХОМОВА¹, К.Д. МИХАЙЛОВА¹,
Б.Л. ЗАЛИЩАК¹, С.Ю. ЖАРЧЕНКО¹, А.В. ИГНАТЬЕВ¹,
Н.М. ЛАПТАШ², П.П. САФРОНОВ¹

¹Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

²Институт химии ДВО РАН, г. Владивосток



Как известно, в геммологии цвет является одним из необходимых параметров для оценки ювелирного цветного камня. В современной научной литературе для обозначения окраски минералов часто используются термины «идиохроматическая» (т.е. собственная, от греческого «idios» - своеобразный), и аллохроматическая (т.е. чужеродная, от греческого «allos» - иной, другой). Термин «псевдохроматическая» (от греческого

«pseudos» - ложь) применяется для обозначения окраски, вызванной оптическими эффектами интерференции, рассеяния света, ирризации, опалесценции. При этом не всегда приводится концепция понимания данных терминов.

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

Наиболее адаптированной к современному уровню знаний о механизмах возникновения и причинах окраски минералов представляется концепция корректной классификации окрасок минералов, предложенная М.В. Морозовым [1] на основании анализа отечественной и зарубежной литературы. Она приближена к современному физическому пониманию причин окраски и предполагает следующие варианты: 1) естественная окраска минерального вида - соответствует теоретической конституции минерала, т.е. его идеальному составу и кристаллической структуре; 2) дефектная окраска - соответствует определенной разновидности минерала и вызвана изоморфными примесями и другими точечными дефектами кристаллической структуры; 3) агрегативная окраска - вызвана присутствием посторонних фаз, таких как мелкие кристаллы других минералов и флюидные включения. Естественная и дефектная окраски являются конституционными для данного минерального вида и могут быть названы «собственными». Агрегативная окраска может быть названа «чужеродной».

Неправомерно рассматривать как окраску видимый глазом цвет минерала, связанный с эффектами дифракции, интерференции и рассеяния света, которые

происходят на фазовых границах в минеральном агрегате, т.е. являются агрегативными по природе, но относятся к световым эффектам (например, иризирующий лабрадор, пленки побежалости, благородный опал).

Месторождение Радужное, расположенное на севере Приморского края в бассейне р. Алчан, входит в состав Алчанского агат-опалоносного района. Границы района определяются площадью развития вулканитов андезит-базальтовой формации верхнемелового возраста, с которыми пространственно связана агат-опаловая минерализация. Вмещающие опаловую минерализацию породы представляют собой брекчиевидные роговообманковые и плагиоклаз-роговообманковые андезиты. Зоны метасоматитов, благоприятных для отложения опала, имеют устойчивую минеральную ассоциацию: монтмориллонит, каолинит, глауконит, гидрослюда, опал, халцедон, иногда цеолиты, карбонаты, хлорит. По форме выделения благородного опала на месторождении Радужное различаются желваки размером от 5 до 30 мм в плотных гидрослюдисто-монтмориллонитовых агрегатах, гнезда от первых мм до 45 мм, прерывистые прожилки мощностью до 8 мм и пленки в матричной породе, прослои или опалесцирующие области без четких границ в обыкновенном опале [2].

По классификации Anthony Smallwood [3] на месторождении Радужное большинство благородных опалов можно отнести по тону к №№4-9, степень прозрачности различна, большая часть исследованных образцов имеет не менее трех цветов игры. Обыкновенные опалы на месторождении отличаются исключительным разнообразием и присутствием практически всех известных по литературным данным цветовых разновидностей, кроме черного.

Химический состав опалов месторождения Радужное отличается содержанием таких элементов, как V (до $8.5 \cdot 10^{-3}$ масс. %), Rb (до $2.24 \cdot 10^{-3}$ масс. %), Sr (до $4.09 \cdot 10^{-2}$ масс. %), Zr (до $9.73 \cdot 10^{-2}$ масс. %), Mg (до 1,42 масс. % MgO).

Физико-химические условия образования опала месторождения Радужное оценены по известной методике расчета приблизительной температуры на основании данных об изотопном составе кислорода [6]. Выяснилось, что благородные и обыкновенный опал имеют приблизительно равную величину 18OSMOW - около 19.5‰ и рассчитанную максимальную температуру образования опала, которая составляет 160°C.

Как известно, благородные опалы имеют две цветовые характеристики: 1) цвет опалесценции; 2) окраска фона.

Опалесценция – оптический эффект, который определяется структурой камня. В обыкновенном опале глобулы имеют разный размер (от 100 до 450 нм), и расположены хаотично. В благородном опале сферы имеют одинаковый размер и расположены упорядоченно, в основном по принципу плотнейшей кубической упаковки, реже наблюдаются участки с гексагональной упаковкой. Чередованием правильно расположенных сфер и пустот между ними создаются естественные дифракционные решетки, которые и являются непременным условием возникновения опалесценции. От размера глобул зависит длина волны дифрагируемого света, определяющая цвет опалесценции [4].

Результаты изучения на электронном микроскопе 27 образцов месторождения Радужное (14 - благородного опала с различной степенью опалесценции и 13 -

обыкновенного опала различной сохранности) соответствуют теоретическим представлениям о структуре благородных и обыкновенных опалов [5]. Степень кристалличности опалов месторождения Радужное оценивалась по рентгенограммам, полученным на дифрактометре D8 ADVANCE в Cu K α -излучении; для рентгенофазового анализа (РФА) использовали программу поиска EVA с банком порошковых данных PDF-2 (ИХ ДВО РАН).

Большинство опалов месторождения Радужное отличаются неравномерностью опалесценции. Масса кремнезема, состоящая из глобул размером от 7-8 нм до 15 нм, находится в начальной стадии раскристаллизации. Скопления глобул образуют сфероподобные частицы, размер которых увеличивается от обыкновенных к благородным опалам от 40-50 до 300-400 нм. В образцах со слабой опалесценцией или вообще не играющих эти скопления создают округлые выступы, в расположении которых на отдельных участках наблюдается упорядоченность. В образцах с интенсивной опалесценцией наблюдается более четкая упорядоченность и периодичность в расположении частиц.

В опалах, различающихся по основной окраске и степени прозрачности, каких-либо существенных структурных различий не выявлено. Опал состоит из сферических частиц аморфного кремнезема (глобул), пространство между которыми частично заполнено различными формами кремнезема (аморфным кремнеземом, кристаллами кристобалита и тримидита).

Для суждений о природе окраски фона благородных и окраски обыкновенных опалов месторождения Радужное проведены исследования элементов-примесей в разноокрашенных образцах, применялся также метод ЭПР (электронно-парамагнитный резонанс).

Для выявления элементов-примесей применялся метод атомной адсорбции. В процессе подготовки производилась выборка одноцветных образцов из разобленных прожилков (не менее 3). При этом цвет просвечивающих образцов определялся визуально, для прозрачных опалов применялась цветовая шкала GIA Color SET. В общей сложности проанализировано 24 образца.

Применялся фторидно-атомно-абсорбционный способ определения кремния (запатентованный метод, разработан к.х.н. Н.М. Лапташ, ИХ ДВО РАН). Навеску кремнийсодержащего образца смешивали с гидродифторидом аммония и подвергали нагреву. Образовавшийся спек выщелачивали водой, отделяя раствор от нерастворимого осадка и в полученном растворе производились измерения кремния и сопутствующих элементов (Al, Fe, Ti, Mn, Zr, W) на атомно-абсорбционном и пламенно-эмиссионном спектрофотометре СФМ АА-780 (Nippon Jarrell Ash) с использованием в качестве эталона раствор гексафторосиликата аммония. Не растворившийся в воде остаток после вскрытия пробы растворяли в HCl для дальнейшего определения элементов-примесей на атомно-абсорбционном спектрофотометре СФМ Шимадзу – 6800 (Япония) с электротермической атомизацией (графитовая ювета). Результаты анализа приведены в таблице.

Таблица

Содержание элементов-примесей в разноокрашенных благородных и обыкновенных опалах месторождения Радужное (масс. %)

Проба Эл-т	ИКР – 3 (зеленый, просв., о.о.)	ИКР – 7/1 (желтый, прозрач- ный, о.о.)	ИХ-13 (зеленый с голубоватым оттенком, просв., б.о.)	ИХ-15 (темно-ко- ричневый, непрозрач- ный, о.о.)	ИХ-16 (красно- оранжевый, прозрач- ный, о.о.)
Fe	$2.7 \cdot 10^{-1}$	$3.050 \cdot 10^{-2}$	$11.27 \cdot 10^{-1}$	$5.00 \cdot 10^{-1}$	$1.56 \cdot 10^{-2}$
Cr	$8.1 \cdot 10^{-4}$	$1.25 \cdot 10^{-3}$	$2.2 \cdot 10^{-3}$	$1.1 \cdot 10^{-3}$	$1.2 \cdot 10^{-3}$
Mn	$2.3 \cdot 10^{-3}$	$1.28 \cdot 10^{-3}$	$1.30 \cdot 10^{-3}$	$1.88 \cdot 10^{-1}$	$3.00 \cdot 10^{-2}$
Ti	$1.78 \cdot 10^{-2}$	$1.642 \cdot 10^{-2}$	$1.643 \cdot 10^{-2}$	$2.06 \cdot 10^{-1}$	$1.53 \cdot 10^{-2}$
Na	$5.1 \cdot 10^{-2}$	н/опр.	$1.64 \cdot 10^{-1}$	$4.40 \cdot 10^{-2}$	$4.70 \cdot 10^{-2}$
K	$1.2 \cdot 10^{-1}$	$1.021 \cdot 10^{-1}$	$7.8 \cdot 10^{-1}$	$4.4 \cdot 10^{-2}$	$4.3 \cdot 10^{-2}$
Mg	$1.2 \cdot 10^{-1}$	н/опр.	$2.10 \cdot 10^{-1}$	$7.80 \cdot 10^{-2}$	$1.46 \cdot 10^{-1}$
Ca	$3.4 \cdot 10^{-1}$	$1.8860 \cdot 10^{-1}$	1.39	$2.75 \cdot 10^{-1}$	$2.57 \cdot 10^{-1}$
Al	1.01	н/опр.	1.29	$4.6 \cdot 10^{-1}$	$6.4 \cdot 10^{-1}$
Ni	$1.5 \cdot 10^{-3}$	$2.27 \cdot 10^{-3}$	$2.075 \cdot 10^{-3}$	$3.01 \cdot 10^{-3}$	$2.01 \cdot 10^{-4}$
Cu	$8.1 \cdot 10^{-4}$	$6.4 \cdot 10^{-4}$	$7.4 \cdot 10^{-4}$	$5.5 \cdot 10^{-4}$	$4.7 \cdot 10^{-4}$
Zn	$1.9 \cdot 10^{-3}$	$2.51 \cdot 10^{-3}$	$3.9 \cdot 10^{-3}$	$2.6 \cdot 10^{-2}$	$1.1 \cdot 10^{-3}$
Pb	$4 \cdot 10^{-4}$	$7.9 \cdot 10^{-4}$	$4.6 \cdot 10^{-4}$	$5.0 \cdot 10^{-3}$	н/о
Co	$<6.7 \cdot 10^{-5}$	$<5 \cdot 10^{-5}$	н/о	н/о	н/о
V	$<1.5 \cdot 10^{-3}$	н/опр.	н/о	н/о	н/о
Rb	$2.1 \cdot 10^{-3}$	$1.07 \cdot 10^{-3}$	$3.03 \cdot 10^{-3}$	$1.01 \cdot 10^{-3}$	$6.2 \cdot 10^{-5}$
Sr	$4.5 \cdot 10^{-3}$	$2.29 \cdot 10^{-3}$	$1.42 \cdot 10^{-2}$	$8.79 \cdot 10^{-3}$	$2.33 \cdot 10^{-4}$
Y	$<1.00 \cdot 10^{-4}$	н/опр.	$3.0 \cdot 10^{-4}$	$1.59 \cdot 10^{-3}$	-
Zr	$1.62 \cdot 10^{-2}$	$9.19 \cdot 10^{-3}$	$3.55 \cdot 10^{-3}$	$3.61 \cdot 10^{-2}$	$6.03 \cdot 10^{-4}$
Sn	$<7.76 \cdot 10^{-2}$	н/опр.	н/опр.	н/опр.	н/опр.

Примечание: н/опр. – элемент не определялся; « - » - элемент не обнаружен.

Безусловно, в качестве основных элементов, ответственных за окраску опалов, выступают Fe, Mn, Ti и Ni, для которых четко устанавливается общая прямая зависимость насыщенности и интенсивности окраски.

Fe – интенсивно окрашенным опалам свойственны максимальные содержания железа, согласно данным ЭПР, в желтых, коричневых и красном образцах (ИКР-5, ИКР-7/1, ИХ-15, ИХ-16) присутствует Fe^{3+} , в зеленых различных оттенков - Fe^{2+} .

Такие элементы как Cr, Cu, Zn, Pb, Rb, Sr, Y, Zr не обнаруживают прямой связи между их содержаниями и окраской опалов.

Для Mn, Ti, Ni выдержанны те же закономерности, что и для железа, т.е. интенсивность окраски напрямую связана с повышением (на порядок) этих элементов, светлоокрашенные и белые разновидности имеют существенно более низкие содержания.

Содержания Na, K, Ca стабильны для всех образцов.

На данном этапе исследований при уточнении полученных данных методом ЭПР можно сделать следующие выводы:

- желтая окраска прозрачных разновидностей опалов вызвана совместным присутствием Fe^{3+} и Ti^{3+} (ИКР-7/1, содержания $3.050 \cdot 10^{-2}$ и $1.642 \cdot 10^{-2}$ масс. % соответственно);

- темно-коричневая окраска просвечивающих разновидностей вызвана повышением на порядок (по сравнению с желтыми образцами) содержания Fe^{3+} и Ti^{3+} (ИХ-15, содержания $5.00 \cdot 10^{-1}$ и $2.06 \cdot 10^{-1}$ масс. % соответственно);

- оранжево-красная окраска вызвана совместным присутствием с Fe^{3+} и Ti^{3+} $3.00 \cdot 10^{-2}$ масс. % Mn^{2+} (ИХ-16, содержания Fe^{3+} и Ti^{3+} того же порядка, что и в желтом образце $1.56 \cdot 10^{-2}$ и $1.53 \cdot 10^{-2}$ масс. % соответственно);

- зеленая с голубоватым оттенком окраска обусловлена присутствием Cr^{3+} (содержание $2.2 \cdot 10^{-3}$ масс. %), а также максимальным содержанием Fe^{2+} - 1.127 масс. %;

- желтовато-зеленая окраска вызвана, вероятнее всего, присутствием Fe^{2+} (ИКР-3, содержание $2.7 \cdot 10^{-1}$ масс. %).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, ДВО РАН (проекты №№ 07-III-Д-08-090 и 06-05-96138).

Литература

1. Морозов М.В. «Собственная» и «чужеродная» окраска минералов: разночтения в современной минералогической терминологии // Доклады VIII международной конференции «Новые идеи в науках о Земле», т.4, С. 126 – 129

2. Tishkina Vita, Zalishchak Boris, Pakhomova Vera, Lapina Marija. Opal from the Raduznoe Deposit (Primorsky Krai, Russia). The Journal of The Gemmological Association of Hong Kong 2004, Vol. XXV. P 79-82.

3. Anthony Smallwood. The nomenclature and classification of opal. the Resolutions of the Federal Council of the Gemmological Association of Australia dated 17th May, 1997.

4. Балицкий В.С., Лисицына Е.Е., Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней. – М.; Недра, 1981. 158с.

5. Забелин В.А. Изучение кристаллической структуры кремнезема опалов и опалосодержащих пород // ЗВМО, 1962, ч. 91, вып. 3, С. 343-350.

6. Brandriss M.E., O'Neil J.R., Edlund M.B., Stoermer E.F. Oxygen isotope fractionation between diatomaceous silica and water // Geochim. Cosmochim. Acta, 1998. P. 119-1125.

МИНЕРАЛОГИЯ МИАРОЛОВЫХ ПЕГМАТИТОВ УРАЛА (НА ПРИМЕРЕ ЖИЛЫ КОПИ 395 ИЛЬМЕНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА И ЖИЛЫ МОКРУШИ МУРЗИНСКО-АДУЙСКОЙ ЗОНЫ)

Т.Ю. ЧЕРКАСОВА

Томский государственный университет, г. Томск

Жила копи 395 является типичным представителем амазонитовых (АМТ) пегматитов Ильменогорского комплекса Вишневых гор, содержащих друзовые полости с самоцветной минерализацией. Ильменогорский гнейсово - мигматитовый комплекс, слагает южную часть Сысертско-Ильменогорского мегаблока докембрия, заключенного в юго-западной части Уральского мозаично-складчатого пояса [5].

Копь Мокруша локализована в гранитах лейкократовой фации Мурзинского массива, являющегося составной частью Мурзино-Адуйского мегантиклинория - одного из звеньев Восточно-Уральского поднятия, прослеживающегося вдоль восточного склона Урала [4].

Обе жилы являются перемещенными миароловыми пегматитами, которые занимают секущее положение относительно вмещающих пород, и образуются в результате инъецирования остаточного раствора – расплава в последние, а не путем “вызревания” магматического остатка в пределах материнских гранитов, как камерные пегматиты. Хотелось бы подчеркнуть, что в отличие от камерных пегматитов, которые представляют собой прекрасно дифференцированные тела с ярковыраженной зональностью и кварцевым ядром, непосредственно под которым располагается крупная единственная полость, в миароловых пегматитах - полости формируются на протяжении всего процесса пегматитообразования, но число их уменьшается к центру жил, а размеры растут.

Для того чтобы сравнить указанные выше одноформационные пегматиты, расположенные территориально в пределах одной горноскладчатой системы Урала и сходные по своим возрастным характеристикам интересно обратиться к их минералогии.

Минералогия главных и второстепенных минералов сравниваемых жил в целом схожа, но в тоже время отличается по ряду типоморфных признаков.

Для исследования типоморфизма главных (полевые шпаты, кварц) и второстепенных (слюды, гранат, берилл, турмалин) минералов сравниваемых пегматитов был проведен ряд анализов: рентгеноструктурный – 30 проб, рентгенолюминесцентный – 27 проб, спектральный – 34 пробы, на основе результатов которых были выявлены их типохимические и структурные особенности. Анализы проводились в лаборатории экспериментальной и прикладной минералогии Томского государственного университета.

Рассматривая главные минералы изучаемых жил, установлен ряд признаков, характеризующих специфику формирования этих объектов.

Калиевый полевой шпат (КПШ) миароловых пегматитов копи 395 отличаются по своим структурным и морфологическим характеристикам от КПШ пегматита Мокруши. Ортоклазы Мокруши по структурному состоянию соответствуют промежуточному типу ($t_1=0,80-0,94$), в то время как микроклины пегматита копи 395 представлены, в большинстве случаев, максимально-упорядоченными низкотемпературными разностями. Этот факт можно объяснить рядом причин: скоростью остывания остаточного раствора - расплава, концентрацией в нем летучих компонентов, температурным режимом.

Если взять за главный критерий отличия температурный фактор, то можно предположить, что пегматиты жилы Мокруши являются более высокотемпературными образованиями, по крайней мере, на ранней ступени своего формирования. Другим фактором может служить скорость остывания остаточного раствора – расплава, которая, могла быть более быстрой в жиле Мокруше, так как быстрая “закалка” не позволяет дойти структуре КПШ до максимально-упорядоченного низкого микроклина. В то время как образцы жилы амазонитового пегматита копи 395 обнаруживают структуры, характерные для медленной кристаллизации – кристаллические индивиды компонентов, образующих сплав, обладают огранкой максимально приближенной к идиоморфной, при том, что кварц в этом сростании, имеет больший идиоморфизм по отношению к КПШ. По А.С. Никанорову [1], такие структуры “грубого конгломерата” характерны для медленной кристаллизации остаточного раствора – расплава.

Нельзя не учесть роль компонентов-минерализаторов в растворе, которая, несомненно, велика в малоглубинных пегматитах. Другой вопрос заключается в том, какие именно летучие преобладали в изучаемых жилах. Существует мнение, что упорядоченность КПШ напрямую связана с фугитивностью летучих. Так из расплавов с низким содержанием летучих всегда формируются моноклинные КПШ (санидин или ортоклаз в зависимости от начальной температуры и скорости остывания расплава), а из расплавов, обогащенных летучими, по мнению некоторых исследователей, возможно формирование микроклина. Если учесть, что АМТ пегматиты и граниты образуются в весьма специфических обстановках, приуроченных к узлам сопряжения и пересечения дизъюнктивных нарушений, являясь трещинными интрузивами конечных этапов развития гранитоидного магматизма складчатых зон, можно объяснить их значительную обогащенность элементами-минерализаторами, способствующими в свою очередь, упорядочиванию структур минералов.

Говоря о глубинах становления сравниваемых жил, возможные различия в этом параметре не являются весьма значимыми, однако хотелось подчеркнуть, что малоглубинная миароловая формация имеет ряд рентгенолюминесцентных признаков, отличающих ее от камерных пегматитов. Это наличие полос свечения в плагиоклазах (ПЛ) в области 330-360 нм, и в КПШ – 800-830 нм. Данные полосы свечения не характерны для ПШ, формирующихся в приповерхностных условиях [7].

Учитывая перечисленные критерии формирования изучаемых жил, можно сделать вывод, что процесс образования основной массы КПШ в сравниваемых интрузивах

зиях протекал по различным механизмам, что отразилось и на их рентгенолюминесцентных спектрах. Интенсивная полоса свечения Fe^{3+} в КПШ жилы АМТ пегматита копи 395 указывает на щелочной характер среды минералообразования при усилении щелочности к концу процесса.

ПЛ исследуемых жил обнаруживают большую схожесть по своим структурным параметрам, однако центры люминесценции в них фиксируют ту же картину различия среды минералообразования с точки зрения, повышенной щелочности в жиле АМТ пегматита. По набору элементов-примесей отмечается повышенное количество Fe^{2+} и Mn^{2+} в ПЛ жилы АМТ пегматита копи 395, и принадлежность редких земель к Y группе. Этот факт подтверждает предположение о повышенной щелочности среды минералообразования в АМТ пегматите Ильмен, т.к. принадлежность редких земель к Y группе в основном проявляется в щелочно-гранитных комплексах.

Кварц (КЦ) интересен с точки зрения формирования друзовых полостей. Так в жиле АМТ пегматита копи 395 отмечается монолитное ядро дымчатого КЦ, а в Мокруше оно отсутствует, при этом наблюдаются КЦ жилы - "проводники", исходящие из друзовых полостей и выходящие за пределы гранит-пегматитового тела во вмещающую метаморфическую толщу. Интересно, что по объему эти жилы сопоставимы с размерами возможного КЦ ядра. При детальном исследовании пегматита Мокруши А.С. Таланцевым [6] было высказано мнение, что КЦ ядро как бы "выжато" во вмещающие толщи, а на его месте образовались друзовые полости других минералов (берилл, турмалин), то есть, при тектонической подвижке произошло его перемещение. Эта версия правдоподобна, однако известны миароловые пегматиты без КЦ ядер, где процесс становления пегматита просто не дошел до этой стадии развития. Оба варианта отсутствия монолитного кварцевого ядра в жиле Мокруше подтверждают факт более медленного и низкотемпературного процесса раскristализации остаточного раствора - расплава АМТ пегматита. Этот вывод аргументируется еще и тем, что КЦ пегматита Мокруши в друзовых полостях представлен, в большинстве случаев, морионом, наиболее высокотемпературной разновидью этого минерала.

Говоря о второстепенных минералах исследуемых жил можно выявить геохимическую специфику каждого пегматита.

Отмечая различия по набору второстепенных минералов, их химических и физических свойств, намечаются и общие признаки этой группы минералов в изученных пегматитах, по-видимому, определяющих принадлежность последних к одной формации. Общие признаки второстепенных минералов выражаются в их обогащенности Li, Rb, Cs, что определяет редкометалльную специализацию сравниваемых тел. В Мокруше на завершающих этапах формирования появляются собственные литиевые минералы (циннвальдит, масутомилит, лепидолит), аналогично повышенные концентрации этих редких щелочей установлены и для амазонита (КПШ) 395 жилы.

Гранат из зоны КЦ-ПЛ пегматита в копи 395 в значительной степени обогащен FeO (в 4 раза больше MnO), Y, Zr. В качестве включений содержит большое количество минерала группы колумбита-танталита и циркон. Все эти признаки опреде-

ляют не только типоморфизм граната, но и фиксируют повышенную щелочность процесса формирования АМТ пегматита. Характерной особенностью АМТ жилы является полное отсутствие турмалиновой минерализации, которая достаточно широко развита в Мокруше. Возможно, этот факт связан с различной активностью бора в системах.

Важной особенностью топазов из копи 395 является содержание большого количества включений микролита, касситерита, танталита во внешних зонах роста. Копь Мокруша рассматривается А.С. Таланцевым [6] как топаз - берилловый тип, однако, следует отметить, что друзовые полости с топазом и бериллом всегда пространственно разобщены, в полостях доминирует какой-либо один минерал (а у берилла даже какая-либо одна его разновидность). Таким образом, топаз и берилл являются не минералами спутниками, а скорее минералами - антагонистами. В еще большей мере такая антагонистичность характерна для пары топаз+турмалин. Бериллы в жиле Мокруши имеют несколько генераций и представляют больший практический интерес, нежели бериллы АМТ пегматита копи 395, большую часть которого слагает непригодный для ювелирного дела трещиноватый зеленый берилл ранней генерации.

Акцессорные минералы АМТ пегматита копи 395 свидетельствуют о повышенной роли Та (танталит; самаркит, обогащенный танталом, микролит, обогащенный танталом; касситерит, обогащенный танталом), Мп (триплит, гельвин), Th, Rb, Cs, Pb, которые накапливаются к концу процесса формирования жилы [2]. В этом же направлении помимо накопления редких щелочей, происходит структурное упорядочивание главных породообразующих минералов жилы (ПШ) с усилением АМТ окраски и уменьшением пертитовых вростков в КПШ. Одновременно с этими процессами на фоне повышенной щелочности среды минералообразования идет постепенное ее нарастание от зальбандов к центру жилы, что фиксируют центры люминесценции ПШ. Повышенные показатели щелочности среды также выражаются в принадлежности редкоземельных элементов к Y группе (обилие самарскита), обогащенности большинства минералов Y, особенно граната. Автометасоматические процессы альбитизации, грейзенизации на завершающих стадиях фиксируются и в шлифах, что хорошо увязывается с предположением о достаточно низком температурном и скоростном режиме формирования жилы при активном участии флюида, основная роль в котором принадлежит воде.

Акцессорная минерализация плащеобразного тела Мокруши очень разнообразна и многолика, однако четко прослеживается обогащенность Li, Rb, Cs, (лепидолит, цинвальдит), Be (эвклаз, фенакит, гамбергит), F (фтористый топаз, турмалин, флюорит, фтормикролит, фторалатит) [3], что позволяет сделать вывод о господстве во флюидном режиме F и В. Принадлежность редкоземельных элементов к Се группе подтверждается как результатами спектрального количественного анализа на содержание элементов-примесей, так и акцессорной минерализацией (алланит).

Отсутствие или регенерация блоковой зоны МК и принадлежность основной массы КПШ к промежуточно-упорядоченному ортоклазу, свидетельствует о более быстрой скорости кристаллизации из остаточного раствора - расплава на начальных стадиях формирования жилы, а концентрирование в друзовых полостях Мок-

руши мориона, как доминирующей разновидности КЦ, свидетельствует и о более высоком температурном режиме.

В целом, эта тема остается открытой и полемичной для дальнейших исследований. Автор попытался раскрыть лишь малую часть идеи, о том, что даже в пределах одного формационного типа пегматитов, имеющих относительно близкие возрастные показатели и общую геологическую принадлежность, однотипную основную и второстепенную минерализацию, наблюдаются явные различия в особенностях типохимизма и типоморфизма минералов, в зависимости от ряда факторов. Выявляя различия, удалось зафиксировать и общие признаки сравниваемых тел, по-видимому, определяющие принадлежность их к одной формационной группе.

Литература

Никаноров А.С. Пегматиты и эвтектики// Геология и генезис пегматитов. – Л.: Наука, 1983. 304с.

Поляков В.О. Минералогия жилы амазонитового пегматита копи 395 Ильменского заповедника//Минералы и парагенезисы месторождений Урала// - Миасс, 1983. 298с.

Попов В.А., Попова В.И. Копь Мокруша: Очерк истории освоения и минералогия. - Миасс, 1999. 70с.

Попов В.А., Попова В.И., Борщев С.К., Демочкин В.П., Канонеров А.А. Минералогия гранитных пегматитов Алабашского поля самоцветной полосы Урала. - Миасс, 1999. 90с.

Попов В.А., Попова В.И. Минералогия пегматитов Ильменских гор // Минералогический альманах, Т. 9. - Москва, 2006.152 с.

Таланцев А.С. Камерные пегматиты Урала. – М.:Наука,1988.145 с.

Типоморфизм минералов и минеральных ассоциаций. – М.: Наука. 1986, 286 с.

АССОРТИМЕНТ ИЗДЕЛИЙ И МАРКЕТИНГ ПРОДАЖ ЮВЕЛИРНОЙ ФИРМЫ «ТОМГЕМ»

Т.Ю. ЧЕРКАСОВА

Томский государственный университет, г. Томск

В последние 13 лет ювелирный рынок России является одним из быстроразвивающихся рынков, несмотря на отсутствие поддержки российским производителям со стороны государства. Тенденция к постоянному росту спроса на ювелирные товары, возможно, объясняется увеличением ассортимента предлагаемой продукции на фоне улучшения благосостояния людей.

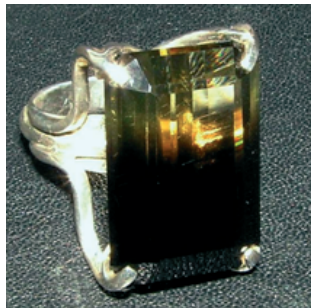
Как известно, закономерности развития ювелирного рынка в центральных районах (Москва, Санкт-Петербург) и на периферии сильно разнятся. В настоящей

статье речь пойдет о состоянии ювелирного рынка в Томске. Интерес населения к изделиям с драгоценными камнями первого порядка относительно ясен и легко объясним: само слово бриллиант, изумруд, сапфир уже многое значит для потенциального покупателя. В связи с этим, спросом пользуются камни небольшой каратности с низкими или средними характеристиками, несмотря на то, что их стоимость реализации значительно завышена относительно их базовой стоимости. В то же время чистые крупные камни реализуются по значительно заниженной цене относительно их базовой стоимости. В целом, камней высокой каратности очень мало на прилавках. Это связано с покупательскими возможностями и небольшим масштабом Томского рынка. Что касается рынка изделий с драгоценными камнями низших порядков то, с этим товаром ситуация менее наглядна.

По мнению автора, уникальный ассортимент изделий и коллекционного материала представлен в фирме TOMGEM, которая является своего рода предприятием – минивертикалью по характеру осуществляемой деятельности. Организация занимается огранкой ювелирного сырья, производством ювелирных изделий и их розничной реализацией. Руководителем этого проекта является Марина Владимировна Бельцева, ставшая в 2006 г. членом Всероссийского союза художников. Предметом внимания автора стала эта фирма еще и потому, что значительная часть выпускников геммологической специализации ТГУ задействована именно на данном предприятии.

Спецификой ювелирной продукции названной фирмы являются изделия с крупными ювелирными и ювелирно-поделочными камнями, каждый из которых отличается неповторимой цветовой игрой, оптическими эффектами, формой огранки. Оправа большинства изделий представлена серебром, и лишь незначительная часть изделий - золотом. Такая ситуация связана прежде всего с высокой стоимостью изделий из золота, ориентированных на узкий круг vip-покупателей, в то время как в условиях достаточно ограниченного томского ювелирного рынка спрос на очень дорогие изделия минимален. Высокая стоимость изделий из золотого сплава объясняется еще и сложностью работы с этим металлом, так как основная часть изделий изготавливается вручную и является авторскими.

Ассортимент изделий фирмы TOMGEM представлен серьгами, кольцами, браслетами, подвесками, кулонами, колье. Помимо изделий с металлом в магазине широкий выбор бус, браслетов, ожерелий.



Для наглядности реестра изделий с металлом автор выделяет 3 группы по стилю и дизайну каста:

- 1) Стандартный каст (литье), с камнем, закрепленным в готовую оправу (рис. 1.)
- 2) Каст, изготовленный вручную без художественного оформления;
- 3) Каст, изготовленный вручную и дополненный декоративными элементами;

**Рис. 1. Каст, отлитый по готовой модели.
Вставка – раухтрин**

Средняя стоимость изделий пользующихся спросом лежит в пределах 2-4 тысяч рублей. Всплески продаж приходятся на различные праздники (Новый год, восьмое марта, летний период). Наибольший объем продаж в течение недели изменяется в зависимости от сезонности: в летнее время – максимальный объем приходится на будние дни, в зимнее время – на выходные. В течение дня большая часть продаж наблюдается в часы обеда – с 12 до 15 часов и в после рабочее время – с 17 до 19 часов.

Многообразие вставок, использующихся в изделиях очень сложно упорядочить, поэтому автор рассматривает их в порядке уменьшения спроса и интереса к ним томского покупателя. Бесспорно, наиболее ценной и эксклюзивной вставкой является звездчатый сапфир. Наведенная четкая шестилучевая звезда на поверхности кабошонов этих камней обусловлена иголочками рутила, причем способ их облагораживания до сих пор держится в секрете. Месторождение корундов, которые впоследствии облагораживают до звездчатых сапфиров и рубинов находится в Тайланде.

Следующий лидер продаж и мощный конкурент остальным представителям минерального мира – это опал. После затяжного негативного отношения к этому минералу интерес к нему в настоящее время резко возрос. Разнообразие цвета опала связано с индивидуальными характеристиками отдельной вставки, и прежде всего с его принадлежностью к тому или иному типу месторождения. Наиболее дорогими и эксклюзивными считаются черные австралийские благородные опалы и стоимость их определяется степенью совершенства игры. Незначительно уступают им по цене благородные белые австралийские опалы. Также считаются ценными чистые огненные мексиканские опалы. Определенной прелестью обладают опалы из Танзании, их основной плюс в “шелковистом” эффекте на поверхности кабошона, что отличает его от опалов других месторождений, но не умоляет стоимости, которая сопоставима со стоимостью мексиканских опалов.

Следующим камнем, пользующимся неизменным спросом во все времена, и занимающим одну из главных позиций в магазине предприятия является – бирюза. Казахстанская бирюза примечательна своим рисунком на небесно-голубом фоне и отливами в нежно-бирюзовых тонах. Аризонская бирюза выигрывает своим ярким цветом, именно бирюзу этого типа так усиленно имитирует весь остальной рынок Томска, ведь она является наиболее ценной. Третьей разновидностью этого удивительного минерала является тибетская бирюза, которая отличается обилием темных включений на грязно-зеленом фоне, что придает ей особый колорит и специфичность окраски. В некоторых случаях такую бирюзу называют “ячеистой”.

Кварцевая группа представлена в магазине практически всеми известными на сегодняшний день, прозрачными разновидностями этого уникального минерала. Хотя кварц является самым распространенным представителем минерального мира, его ювелирные разновидности встречаются не так уж часто, и по цене они ничем не уступают другим ювелирно-поделочным и ювелирным камням низших порядков. Наоборот, интерес к ним достаточно высок и стабилен.

Наибольшее внимание населения привлекают кварцы-биколоры, за счет своих необычных цветовых переходов внутри отдельного кристалла.

Аметрины и раухтрины также считаются эксклюзивным товаром, и их нередко оправляют в золото, подчеркивая тем самым дороговизну и благородство этих камней (рис. 1). Основным поставщиком облагороженного кварцевого сырья является Бразилия, помимо этой страны аметрины уже готовыми кабошонами поставляются из Боливии.

Ну и в завершении необходимо отметить широчайший ассортимент изделий из кварца с включениями. Включения обычно представлены рутилом и турмалином, при этом данная разновидность в народе получила название “кварц-волосатик”. Эти камни привлекают внимание клиента необычностью структурных особенностей и оригинальностью внешнего вида.

В целом изделия с минералами кварцевой группы уверенно держат стабильную позицию по продажам и являются актуальными у большого круга покупателей. Возможно, это обусловлено широким ассортиментом товара с данными камнями, что в свою очередь связано с легкостью их обработки и доступностью приобретения, как для предприятия, так и покупателя. Высокая твердость, прозрачность, разнообразие цветовой гаммы и приемлемая стоимость - вот те показатели, благодаря которым этот камень не уходит с позиций лидера продаж в течение долгого периода времени.

Еще одним камнем, который волнует воображение покупателя, является топаз. Интересным фактом является то, что этим камнем в большинстве случаев интересуется мужское население г. Томска. Обращает внимание то, что мужчины предпочитают насыщенно-синий топаз, месторождение которого находится в Бразилии, а женщины предпочитают различные оттенки голубого, который, по стоимости уступает первому.

Следующую ступень лидирующих позиций с точки зрения покупательского спроса занимает серия минералов: турмалин, гранат, хризолит. Совершенно разные камни по всем своим характеристикам, однако при этом, имеющие примерно одинаковый процент продаж в магазине предприятия. Турмалины всех цветовых разновидностей представлены как в изделиях, так и большим количеством незакрепленных вставок. Основными поставщиками этого камня являются Шри-Ланка и Забайкалье. Особой популярностью пользуются кольца с крупными рубеллитами и верделлитами невысокого качества, ограненные кабошонами.



Различные разновидности граната приобретаются в салоне предприятия как в виде вставок фасетной огранки (альмандин, родолит), так и кабошонов (родолит, гидрогроссуляр, альмандин). Спросом пользуются бусы и ожерелья оригинального дизайна.

Хризолит имеет популярность за свой роскошный цвет и красоту. Поставщиками этого камня являются Китай, Бирма, Аризона.

Рис. 2. Кристалл киновари (Китай)

Помимо перечисленных камней, вставки из которых приносят предприятию большой доход от продаж, в магазине имеется широкий выбор традиционных камней: агат, нефрит, сердолик, кахалонг, яшма, чароит, хромдиопсид, тигровый глаз, перламутр, гагат, жемчуг, коралл, малахит, флюорит, хризопраз, лабрадор, лазурит, везувиан и др.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что интересны и актуальны самые нетипичные камни, которые пока неизвестны основной массе населения. Видимо, это обуславливается пресыщенностью и перегруженностью рынка однообразным товаром.

Коллекционный материал представлен еще более широко. Неподдельный интерес вызывают эксклюзивные образцы, такие как кристаллы аметрина, друзы амethysta, крупные сростания сульфидов, шпинель, кристаллы киновари (рис. 2), прозрачные кристаллы сфалерита.

Безусловно, для города Томска это многообразие ювелирной продукции предприятия представляет огромный плюс в плане приобретения эксклюзивной вещи на любой вкус, даже, несмотря на высокую стоимость и простоту оформления.

Покупка ювелирного, ювелирно-поделочного и коллекционного материала осуществляется на различных выставках: выставки творческого объединения «Мир камня» (г. Санкт-Петербург); ООО «КЛИО» (г. Москва); «Минерал – шоу» (г. Екатеринбург); международные выставки: «Fair & Jevellery» (Банкок), «Mineralientage fachmess» (Мюнхен) и др.

Автор считает, что предприятия такого типа нужно расширять и поддерживать не только на региональном уровне, но и на государственном, ослабив строгий контроль и уменьшив пошлины на ввозимую ювелирную продукцию. Данная организация расширяет возможности покупателя в выборе цветного природного камня, который так трудно увидеть на прилавках современных крупных салонов, где основной акцент стоимости делается на грамм драгоценного металла.

ПЕГМАТИТЫ ВЕРХНЕ-ШИБАНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАК ИСТОЧНИК САМОЦВЕТОВ

**Ю.А. ШАБАНОВА¹, В.А. ПАХОМОВА¹, Б.Л. ЗАЛИЩАК¹,
Н.С. КАРМАНОВ², А.А. КАРАБЦОВ¹, Н.М. ЛАПТАШ³**

¹Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток;

²Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ;

³Институт химии ДВО РАН, г. Владивосток.

Приморский регион России в металлогеническом отношении всегда считался оловянной провинцией. Однако изученность территории Приморья, как и всего Дальнего Востока, пока недостаточна для прогноза и поисков месторождений самоцветов. Многие месторождения и проявления камнесамоцветного сырья обнаружены, лишь благодаря постановке и проведению геологоразведочных работ на ме-

таллические полезные ископаемые, и известны как сопутствующие. К одному из таких комплексных объектов относится обсуждаемое в работе олово - вольфрамовое Верхне-Шибановское месторождение, давно известное геологам и любителям камня как источник самоцветов (мориона, дымчатого кварца, аметиста, берилла, топаза и касситерита как ограночных и коллекционных минералов). Изучению непосредственно самоцветов и условий их образования до сих пор не уделялось должного внимания.

Верхне-Шибановское месторождение расположено на юго-восточных склонах хребта Синего в бассейне руч. Шибановского (Спасский район Приморского края), и входит в состав одноименного рудного поля в восточной части Ханкайского су-пертеррейна.

В геологическом строении района месторождения принимают участие среднепалеозойские, позднепермские и позднемеловые граниты, осадочно-вулканогенные и осадочные породы верхней перми, а также четвертичные образования. Участки скопления пегматитов приурочены к апикальной части массивов среднезернистых и неравномернозернистых лейкократовых гранитов верхнемелового возраста, залегающих среди палеозойских гранитов. В меловых гранитах развиты олово-вольфрамовые рудные зоны. Позднемеловой интрузивный комплекс представлен Шибановским гранитным массивом (около 60 кв.км.), с которым пространственно связаны все проявления камнесамоцветного сырья, выявленные в районе работ. Шибановские граниты являются самыми молодыми в пределах рудного поля и прорывают среднепалеозойские и пермские образования, имея с ними контакты, падающие в сторону вмещающих пород.

Внедрение гранитов Шибановского массива происходило в четыре фазы. К первой фазе внедрения относятся крупно – среднезернистые роговообманково – биотитовые и биотитовые граниты. Вторая фаза является главной фазой внедрения массива и имеет наиболее широкое распространение. С гранитами второй фазы связано большинство пегматитовых и грейзеновых тел, выявленных на площади работ. К ней отнесены среднезернистые биотитовые граниты, занимающие центральную и северо – восточную часть массива. К третьей фазе относятся мелкозернистые биотитовые граниты. Они образуют пологозалегающие пластообразные тела в среднезернистых биотитовых гранитах, вытянутые в западно – северо – западном направлении, а также небольшие дайкообразные и штокообразные тела, развитые в центральной и северо – восточной частях массива. С мелкозернистыми гранитами связано небольшое количество пегматитов и грейзенов. К четвертой фазе относятся порфириовидные биотитовые граниты, расположенные на левом борту кл. Барачного, где они образуют тело площадью около 4 км². Эндоконтактовые зоны гранитов Шибановского массива представлены в образовании мелкозернистыми биотитовыми гранитами на западе, северо – западе и северо – востоке массива и риолитами вдоль его южной границы. Мелкозернистые биотитовые граниты эндоконтактовой фации по составу и строению аналогичны гранитам третьей фазы внедрения массива.

Пегматиты широко распространены в пределах Шибановского массива в среднезернистых биотитовых гранитах второй фазы, в меньшей степени – в мелкозер-

нистых гранитах третьей фазы. Они образуют небольшие тела линзовидной и жи-лообразной формы северо – восточного, субмериодонального и субширотного простираний, среди которых встречаются как недифференцированные, так и зональные тела с друзовыми полостями в осевой части. С пегматитами связаны известные в районе работ находки мориона и берилла [1].

Материалом для исследования послужили образцы пород и кристаллов (фрагменты кристаллов) дымчатого кварца, берилла и касситерита Верхне – Шибановского месторождения, отобранных одним из авторов и сотрудниками геммологической лаборатории ДВГИ ДВО РАН в процессе целенаправленных полевых исследований на площади Верхне-Шибановского рудного поля в период 2004–2006 гг. с целью уточнения геологической позиции пегматитов, установления геммологических характеристик самоцветов и изучения условий их образования.

Из образцов пород и минералов по методу “зеркального отражения” (для возможной идентификации минеральных включений и твердых фаз во включениях) были изготовлены шлифы и пластины, самоцветное сырье ювелирного качества ограничили для изучения на стандартном геммологическом оборудовании. В процессе исследований, кроме геммологических инструментальных методов, использовались традиционные геолого-минералогические, петрографический, химический, спектральный, рентгенофлуоресцентный, термобарогеохимический – главным образом термо- и криометрия – в комплексе с современными методами локального исследования микрообъектов. Для выяснения состава минералов пегматитов и микровключений в кварцах образцы, предварительно запаянные в полистироловые шашки, изучались на сканирующем электронном микроскопе LEO 1430VP с EDS-системой к.г.-м.н. Н.С.Кармановым в лаборатории физических методов анализа (ГИН СО РАН) и к.г.-м.н. А.А.Карабцовым в лаборатории рентгеновских методов (ДВГИ ДВО РАН) на четырехканальном микроанализаторе JXA 8100. Для выявления элементов-примесей в дымчатых кварцах применялся метод атомной абсорбции (в лаборатории оптических материалов ИХ ДВО РАН).

Геммологические характеристики самоцветов. Дымчатый кварц месторождения образует кристаллы правильной призматической формы, как правило, зонального строения, размер от первых мм до 200-500 мм в поперечнике. Окраска от бесцветной до темно-коричневой, редко до почти черной. Наиболее привлекательная однородная окраска свойственна головкам кристаллов, размером до 10 – 20 мм. Кристаллы горного хрусталя (прозрачного бесцветного кварца) практически не известны. Встречаются редкие кристаллы аметиста незначительных размеров. Дымчатый кварц ювелирного качества Верхне-Шибановского месторождения имеет насыщенный желтовато - коричневый оттенок, природный дымчатый оттенок. По системе GIA, оттенок - Y, тон - exdk, насыщенность - slgr (slbr). Прозрачность ограничивается наличием различного рода дефектов и насыщенностью окраски. Показатели преломления, замеренные в иммерсионных жидкостях, $n_p=1,544$, $n_g=1,553$, двупреломление 0,009, плотность - 2,65г/см³ [2].

Берилл представлен призматическими кристаллами размерами до 60 x15 мм, бледного голубовато-зеленого цвета, прозрачный, высокой чистоты. Кристаллы ювелирного берилла, встречающиеся в пределах месторождения являются уни-

кальными за счёт своего голубовато - зелёного оттенка, что позволяет отнести их к аквамаринам. По системе GIA, оттенок-bG, тон-ml, насыщенность-vs|gr(vslbr), кристаллы прозрачны и практически бездефектны. Показатели преломления, замеренные в иммерсионных жидкостях: $n_p=1,572$, $n_g=1,580$, двупреломление 0,008, плотность 2,7 г/см³.

Касситерит Верхне – Шибановского месторождения впечатляет своими значительными размерами, прозрачностью и алмазным блеском, что позволяет использовать его как ограночное сырьё.

Особый интерес к дымчатому кварцу месторождения обусловлен редкостью его нахождения в природе и вниманием к этому минералу как источнику сведений о физико-химических параметрах процессов минералообразования.

По фазовому составу и времени образования в кварце месторождения выделены четыре группы включений: 1) первичные газово-жидкие с твёрдыми фазами (кристаллофлюидные); 2) первично-вторичные газово-жидкие с твёрдыми фазами; 3) поздние вторичные существенно газовые; 4) вторичные газово-жидкие двухфазовые [3].

По результатам криометрических данных, эвтектика раствора в первичных включениях

(- 74°C - 75°C) соответствует системе $\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$ [4]. Среди твердых фаз, существующих при комнатной температуре, установлены галит (температура гомогенизации галита составляет 246°C), сильвин и неидентифицированная твердая фаза, предположительно отнесенная нами к сассолину по оптическим константам, форме выделения и низким температурам растворения при нагревании. Однако окончательная идентификация этой фазы, важная для выяснения роли борной кислоты при формировании пегматитов, будет возможна только после уточнения ее состава методом КР-спектроскопии [5,6]. В газовой фазе первичных включений установлена углекислота с незначительной примесью низкокипящих газов.

Во включениях с твердыми фазами, отнесенных нами к комбинированным, иногда отмечаются минеральные фазы, которые не реагируют на нагрев до температуры гомогенизации (400–465°C). Анализ одной из таких тугоплавких фаз на сканирующем электронном микроскопе LEO 1430 VP, оборудованном аналитической приставкой — энергодисперсионным спектрометром INCA Energy (ГИН СО РАН) показал следующие результаты (в масс. %): SiO_2 — 76,35, Al_2O_3 — 23,88, CaO — 1,91, Na_2O — 12,26, что соответствует составу альбита. Эти данные подтверждены рентгенофазовым анализом на дифрактометре ДРОН – 3. Присутствие альбита во включениях и в виде самостоятельных минеральных фаз важно для моделирования процесса пегматитообразования на месторождении.

Природа дымчатой окраски кварца – весьма популярная тема научных публикаций в области геммологии и минералогии. По современным представлениям [7], центром дымчатой окраски является парамагнитный дырочный эффект, образующийся при радиационном воздействии на кварц, в котором незначительная часть кремния изоморфно замещена алюминием по схеме $\text{Si}^{4+} \rightarrow \text{Al}^{3+} + \text{R}^{\cdot}$, (где R^{\cdot} - Na^{\cdot} , Li^{\cdot} или H^{\cdot}) с образованием комплекса $[\text{AlO}_4^{5-}]$, а выбитый электрон захвачен ловушкой. Известно также, что при выращивании кристаллов кварца дымчатая и

цитриновая (радиационные) окраски могут возникнуть под действием ионизирующего облучения дырочных парамагнитных центров, локализованных на дефектных тетраэдрах. Таким образом, дымчатость кварца может быть обусловлена как точечными дефектами кристаллической структуры, взаимодействующими с кристаллической решёткой минерала – хозяина, так и изоморфными примесями.

Анализ элементов-примесей в разноокрашенных кварцах месторождения проведен методом атомно – абсорбционного анализа. Метод подготовки проб требует уточнения. Нами производилась выборка образцов кварца с разной интенсивностью окраски (от бесцветно - до тёмноокрашенного). При этом цвет имеющихся образцов определялся визуально. Далее применялся фторидно-атомно-абсорбционный способ определения кремния (запатентованный метод разработан Н.М. Лап-таш, ИХ ДВО РАН). Навеску кремнийсодержащего образца смешивают с гидродифторидом аммония и подвергают нагреву. Образовавшийся спёк выщелачивают водой, отделяя раствор от нерастворимого осадка и в полученном растворе производятся измерения кремния и сопутствующих элементов (Al, Fe, Ti, Mn, Zr, W) атомно-абсорбционным методом на атомно-абсорбционном и пламенно-эмиссионном спектрофотометре СФМ АА-780 (Nippon Jarrell Ash), используя в качестве эталона раствор гексафторосиликата аммония. Нерастворившийся в воде остаток после вскрытия пробы растворяют в HCl для дальнейшего определения элементов-примесей на атомно-абсорбционном спектрофотометре СФМ Шимадзу – 6800 (Япония) с электротермической атомизацией (графитовая кювета). Результаты атомно – абсорбционного определения элементов-примесей в кварцах Верхне – Шибановского массива приведены в таблице.

Таблица
Элементы-примеси в кварцах Верхне – Шибановского массива

№	Fe, %	Mn, %	Cu, %	Na, %	K, %
1	0,1	0,011	0,00082	0,067	0,1
2	0,19	0,0069	0,00069	0,091	0,12
3	0,21	0,022	0,00083	0,062	0,1
4	0,25	0,011	0,00041	0,078	0,11
5	0,12	0,0066	0,00041	0,057	0,086

Примечание. 1 - бесцветный кварц; 2 - серый кварц; 3 - светло – коричневый кварц; 4 - коричневый кварц; 5 - черный кварц (морион).

Как следует из результатов анализа, наибольшие вариации содержаний свойственны для Fe. На основании атомно – абсорбционного анализа можно сделать предварительный вывод о том, что примесь железа влияет на цветовые характеристики, так как обнаруживается возрастание содержания Fe от бесцветного кварца к интенсивно окрашенному. Снижение содержания железа в пятой пробе (морион),

вероятно, связано с зональностью образца, выявленной после подготовки пробы и связанной с усреднением содержаний железа при смешении темных и прозрачных зон кварца. Окончательные выводы могут быть сделаны после изучения структуры разноокрашенных кварцев и расшифровки ИК-спектров для выявления возможных неструктурных примесей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, ДВО РАН (проекты №№ 07-III-Д-08-090 и 06-05-96138).

Литература

1. Шабанова Ю.А., Пахомова В.А., Соляник В.А. Типоморфизм кварца Верхне-Шибановского месторождения // VII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле» S-V-S-XI Москва, 2005. С.72.

2. Шабанова Ю.А., Залищак Б.Л., Ушкова М.А., Карманов Н.С. Дымчатый кварц из пегматитов Верхне-Шибановского олово-вольфрамового месторождения (Приморье)// Тихоокеанская геология, 2006, Т. 25, №3. С 75-81.

3. Shabanova Yu.A., B.L. Zalishchak, M. A. Ushkova. the Journal of the Gemmological Association of Hong Kong, Volume XXVII, 2006. P. 44-45.

4. Борисенко А.С. Анализ солевого состава растворов газово – жидких включений в минералах методом криометрии. Использование методов термобарогеохимии при поисках и изучении рудных месторождений / М – во геологии СССР, Всесоюз. Науч. – исслед. Ин – т минер. сырья. Под ред Н.П. Лаверова. - М., 1982. 240 с.

5. Перетяжко И.С., Прокофьев В.Ю., Загорский В. Е., Смирнов С.З. Борные кислоты в процессах пегматитового и гидротермального минералообразования: петрологические следствия открытия сассолина (НЗВОЗ) во флюидных включениях// Петрология, 2000, Т.8, № 3. С. 241-266.

6. Рейф Ф.Г., Прокофьев В.Ю., Балицкий В.С., Ишков Ю.М., Перетяжко И.С., Загорский В.Е., Смирнов С.З. Сопоставление термометрических и эмиссионно-спектрических оценок концентрации бора в искусственных и природных флюидных включениях. // Труды X Международной конференции по термобарогеохимии. Александров, 2001. С. 3-17.

7. Балицкий В.С., Лисицина Е.Е. Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней. – М.: Недра, 1981. 157 с.