

НКТП СССР

АССОЦИАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ
ГОРНОРУДНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НКТП

171.567
М-52

НЕРУДНОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ

(Составлено по материалам научно-исследовательских учреждений НКТП
и новейшей литературе)

557222

Под редакцией проф. Н. М. ФЕДОРОВСКОГО

М-52

Выпуск 2

Б. Я. МЕРЕНКОВ



ДРАГОЦЕННЫЕ,

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ

8059
6508



19 36

ОБЪЕДИНЕННОЕ НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО НКТП СССР
главная редакция геолого-разведочной и геодезической литературы
Москва Ленинград



АННОТАЦИЯ

В книге дается главным образом описание геологического строения месторождений драгоценных, технических и поделочных камней, а также краткие сведения по методам их добычи, технологии и экономике.

Книга рассчитана на инженерно-технический персонал и студентов высших технических учебных заведений — геолого-разведочных и горных.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Чрезвычайная бедность литературы на русском языке по нерудному минеральному сырью побудила Ассоциацию научно-исследовательских учреждений горнорудной промышленности НКТП предпринять настоящее издание, задачей которого является освещение современной изученности нерудных ископаемых.

В основу издания положены в значительной мере неопубликованные материалы научных институтов НКТП и данные новейшей иностранной литературы. В частности в этом издании широко используются материалы Института минерального сырья, поставившего и разрешившего целый ряд проблем в области освоения как старых, известных промышленности нерудных ископаемых, так и совершенно новых видов минерального сырья.

Предполагается дать всестороннее описание наиболее важных с научной и промышленной точек зрения полезных ископаемых. В предлагаемом выпуске дается обзор драгоценных, технических и поделочных камней, специфические черты которых в значительной мере отличают данный выпуск от подготовляемых к печати следующих выпусков, рассматривающих другие виды нерудного сырья.

Наибольшее внимание здесь уделено геологии и минералогическому описанию отдельных видов камней, а вопросы обогащения, технологии и экономики, в противоположность последующим выпускам, излагаются сжато и в самых общих чертах. Объясняется это теми особенными условиями, которые характеризуют в настоящее время эту группу нерудного сырья.

Промышленные месторождения драгоценных и технических камней встречаются чрезвычайно редко; из числа известных в настоящее время месторождений большая часть находится за пределами Советского Союза.

Отсюда становится ясным значение и роль иностранных месторождений. Крупнейшие сырьевые базы драгоценного и технического камня расположены в Южной Африке, в юго-восточной части Азии, Южной Америке и на некоторых островах Индийского океана.

При недостаточной геологической изученности территории СССР вообще и месторождений драгоценных и технических камней в частности знание условий залегания их несомненно имеет для нас большой практический интерес, что и побудило автора работы, Б. Я. Меренкова, с особым вниманием остановиться на геологии и генезисе главнейших из них.

Поскольку в советской литературе еще нет обзорных работ в вышеуказанном разрезе, труд Б. Я. Меренкова несомненно следует признать своевременным и нужным.

Подробно освещая месторождения самоцветов за границей, Б. Я. Меренков вместе с тем детально останавливается на тех немногих месторождениях, которые известны сейчас и в нашем Союзе.

В работе Б. Я. Меренкова использованы материалы наших научно-исследовательских институтов и вся новейшая литература по драгоценным и техническим камням.

Проф. Н. М. Федоровский

ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

Драгоценными и цветными камнями называются минеральные тела, обладающие особыми физико-химическими свойствами, а именно — высокой твердостью, большой сопротивляемостью химическому воздействию, красочной окраской, прозрачностью, сильной лучепреломляемостью и светорассеянием, способностью принимать огранку и полировку и др.

Благодаря этим свойствам они находят широкое применение, с одной стороны, в технике, где используется преимущественно их твердость и химическая стойкость, с другой — в производстве ювелирных и художественных изделий и в декоративно-строительном деле (облицовочные камни), где главную роль играют их оптические свойства, окраска, прозрачность, блеск и пр.

Характерной особенностью драгоценных и цветных камней является их незначительная распространенность в природе. Месторождения некоторых из них встречаются только в двух-трех пунктах на всем земном шаре. Но даже в этих немногих месторождениях находка крупных, красиво окрашенных кристаллов без брака и повреждения (пятен, трещин, неровностей окраски и пр.) представляет большую редкость.

При этих условиях отыскание и разработка их требуют затраты огромного количества труда, чем и объясняется их высокая стоимость.

Номенклатура драгоценных и цветных камней чрезвычайно многообразна и недостаточно еще разработана, в связи с чем классификация их на отдельные группы или классы вызывает большие затруднения. Чисто научная минералогическая классификация камней, по Дана, является мало применимой, поскольку согласно ей в одну и ту же группу минералов попадают камни весьма различной ценности, например: корунд, сапфир, рубин или берилл, изумруд, аквамарин.

Акад. А. Е. Ферсманом и М. Бауэром предложена классификация, по которой все камни делятся на три группы: А — драгоценные камни — самоцветы, В — поделочные камни — цветные камни и С — драгоценные камни — органогенные.

Первая группа характеризуется наличием в ней камней, большей частью прозрачных, с красивой окраской и живой игрой цветов, идущих преимущественно для огранки; вторая группа, кроме чистых минералов, содержит в себе и горные породы, мегаскопически непросвечивающие и окрашенные в более спокойные, мутные тона; они применяются преимущественно для поделки различных мелких предметов роскоши; в третью входит небольшое число непрозрачных камней органического происхождения.

Каждая группа в отдельности подразделяется на порядки (I, II, III) в зависимости от ценности объединяемых ими камней.

КЛАССИФИКАЦИЯ ДРАГОЦЕННОГО И ЦВЕТНОГО КАМНЯ

(Акад. А. Е. Ферсмана и М. Бауэра)

А. Драгоценные камни — самоцветы

I порядка: алмаз, рубин, сапфир, изумруд, александрит, благородная шпинель, эвклаз.

II порядка: топаз, аквамарин, берилл, красный турмалин, демантоид, фенацит, кровавой аметист, альмандин, уваровит, гиацинт, благородный опал, циркон.

III порядка: 1) гранат, кордиерит, кианит, эпидот, диоптаз, бирюза, варисцит, зеленый турмалин, полихромный турмалин;

2) горный хрусталь, дымчатый кварц, светлый аметист, халцедон, агат, сердолик, плазма, гелиотроп, хризопраз, празем, полуопал;

3) солнечный камень, лунный камень, лабрадор, элеолит, содалит, обсидиан, титанит, бенитоит, пренит, андалузит, диопсид, скаполит, томсонит;

4) гематит, пирит, касситерит, рутил, золотистый кварц.

В. Поделочные камни — цветные камни

I порядка: нефрит, лазурит, глауколит, содалит, амазонит, лабрадор, орлец, азурит, малахит, авантюрин, кварцит, горный хрусталь, дымчатый кварц, агат и его разновидности, яшма, везувиан, розовый кварц, письменный гранит.

II порядка: лепидолит, фукситовый сланец, серпентин, агальматолит, стеатит, селенит, обсидиан, морская пенка, мраморный оникс, датолит, флюорит, каменная соль, графит, лазурит, смитсонит, цоизит.

III порядка: гипс, порфиры и частью декоративный материал — брекчи, сливные кварциты и другие породы.

С. Драгоценные камни — органогенные

Жемчуг, коралл, янтарь, гагат.

ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Благодаря разнообразным условиям залегания драгоценных и цветных камней и недостаточной изученности их месторождений (за исключением пегматитов) до сих пор еще нег ни в русской, ни в иностранной литературе единой, достаточно полно охватывающей эти полезные ископаемые генетической классификации.

В связи с общепринятой генетической классификацией полезных ископаемых акад. В. А. Обручева и схемой главнейших минералообразовательных процессов, приводящих к образованию драгоценных и поделочных камней, акад. А. Е. Ферсмана месторождения драгоценных и цветных камней мы условно классифицируем следующим образом.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С МАГМАТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Магматические месторождения

1. Магматические сегрегационные: алмаз, пироп, оливин.

2. Связанные с магматическими десилицированными жильными породами: сапфир (Цейлон, Бирма), жадеит (Бирма).

3. Пегматитовые и пегматоидные: берилл, изумруд, топаз, аквамарин, фенацит, циркон, турмалин, письменный гранит, амазонит, дымчатый кварц, розовый кварц, корунд, андалузит, александрит, содалит, эвдиалит, гиацит, кунцит, сподумен, рубеллит.

Эманационные месторождения

1. Контактные: гроссуляр, везувиан, нефрит.

2. Контактво-пневматолитовые: рубин, шпинель, ляпис-лазурь.

3. Пневматолитовые: аквамарин, топаз, флюорит, турмалин, лепидолит.

Гидротермальные месторождения

1. Гипотермальные — горный хрусталь (альпийские жилы), дымчатый кварц, лунный камень (адуляр).
2. Мезотермальные и эпитеpmальные — аметист, змеевик (моховик), плотные гранатовые и везувияльные породы (калифорнит) в серпентинитах — опал, малахит, диоптаз, азурит, агат, аметист, халцедон.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С ОСАДОЧНЫМИ И ДИАЛЕТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

1. Месторождения в осадочных породах химического происхождения — ангидрит, галит (каменная соль), селенит.
2. Месторождения в осадочных породах механического происхождения — песчаник (шокшинский).
3. Месторождения в осадочных породах органогенного происхождения — окремненные мшанки, кораллы, стволы деревьев.
4. Диалетические (месторождения выветривания). Сюда относятся: месторождения, связанные с химическим выветриванием (из холодных водных растворов), — бирюза, окаменелое дерево, малахит, колыбташ, известковые натёки, кремнь, сталактиты, сталагмиты, переходящие в оникс, малахит, агат, хризоколла, азурит, диоптаз (аширит); месторождения, связанные с механическим выветриванием: элювиальные и аллювиальные (россыпи) — алмаз, рубин, сапфир, горный хрусталь, циркон, гранат, топаз.

МЕСТОРОЖДЕНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С МЕТАМОРФИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ

Авантюрин, кианит, яшма.

ОРГАНИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Янтарь, гагат, жемчуг, коралл.

Из этой классификации видно, что наибольшая часть драгоценного и цветного камня связана генетически с пегматитовыми процессами гранитных магм. Эти процессы исчерпывающе полно изложены в работах акад. А. Е. Ферсмана «Пегматиты», т. 1, 1932 г. и «Драгоценные и цветные камни СССР», 1925 г.), поэтому здесь мы касаться их не будем.

Переходя к описанию отдельных видов драгоценных и цветных камней, мы остановимся главным образом на тех, которые имеют значение для народного хозяйства СССР с точки зрения их промышленного применения или как объект существующей или возможной разработки. Исключение составляют облицовочные камни, которые здесь рассматриваться не будут, так как, в силу их непосредственной близости к строительным камням, представляют совершенно самостоятельную группу минерального сырья со специфическими требованиями; описание их целесообразно вести совместно со стройматериалами.

Из камней, не имеющих сейчас для нас практического значения, будут рассмотрены только те, условия образования которых представляют особый научный интерес.

В дальнейшем описании камней мы будем придерживаться порядка, принятого вышеуказанной классификацией акад. А. Е. Ферсмана и М. Бауэра.

ОПИСАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ВИДОВ ДРАГОЦЕННОГО, ТЕХНИЧЕСКОГО И ПОДЕЛОЧНОГО КАМНЯ

АЛМАЗ

Свойства. Алмаз является одной из модификаций углерода кристаллического сложения. Химический состав его — чистый углерод С. В некоторых случаях, однако, к нему примешиваются незначительные примеси

других веществ (0,13—4,8%), дающих при сгорании золу. Мелкий порошок алмаза легко загорается в струе кислорода с образованием углекислоты. Горение алмаза в кислороде начинается, по Муассану, при 720°, температура сгорания в воздухе равна 850°. При известных условиях алмаз сравнительно легко переходит в графит, указывая, таким образом, на диморфизм этих двух минералов. Муассан первый получил превращение алмаза в графит в электрической дуге при температуре свыше 3000°.

Алмаз кристаллизуется в кубической системе и часто имеет октаэдрический габитус; однако, встречаются и многие другие правильные формы, как, например: тетраэдр, додекаэдр, куб и т. д. Также известны шарообразные формы, двойники и кристаллические агрегаты. Отдельные кристаллы алмаза обладают совершенной спайностью по октаэдру.

Величина кристаллов алмаза колеблется в широких пределах, начиная от микроскопических зернышек до кусков весом в 3000 карат (600 г). Следует, однако, отметить, что крупные кристаллы представляют большую редкость.

Алмаз является самым твердым веществом. По шкале Мооса твердость его равна 10; абразивная способность, по Розивалю, в 90 раз выше, чем у корунда. Удельный вес равен в среднем 3,5.

Алмаз прозрачен, бесцветен или бывает окрашен в черный, коричневый, красный, желтый, синий, зеленый и другие цвета. Распределение окраски в отдельных камнях нередко бывает неравномерным.

Растворимость алмаза во всех кислотах, даже концентрированных, равна нулю; однако, он легко может быть окислен и разрушен в сплаве соды или калийной селитры.

Из других свойств алмаза следует отметить: высокое лучепреломление и светорассеяние, наличием которых объясняется появление в отшлифованных алмазах-бриллиантах сильного блеска и «игры цветов». Показатель преломления в среднем равен 2,4.

Многочисленные попытки воспроизвести алмаз искусственным путем дали мало удовлетворительные результаты. Пока удалось получить только мелкие камни, не имеющие практического значения. Так, например, Муассан получил в электрической печи при температуре около 4000° С мелкие кристаллики путем растворения углерода в расплавленном железе с последующим быстрым охлаждением массы.

Промышленная классификация. Алмазы, полученные на рудниках, представляют собою чрезвычайно разнообразный материал как по величине отдельных кристаллов, так и по их физическим свойствам.

Различают кристаллы с хорошей окраской и симметрией без пятен, трещин и других изъянов, а также трещиноватые и пятнистые кристаллы, двойники, пластинчатые кристаллы и, наконец, мелкие кристаллики неправильной формы, идущие для различных технических целей и производства алмазного порошка. На мировом рынке существует два основных типа алмазного сырья — алмаз ювелирный и алмаз технический. В ювелирном деле алмазы применяются в виде ограненных кристаллов и носят название бриллиантов. Благодаря большому лучеиспусканию, сильному светорассеянию, придающему алмазу игру цветов, большой химической стойкости и сравнительной редкости алмаз нашел себе широкое применение в качестве предмета роскоши. Лучшими драгоценными алмазами считаются чистые, прозрачные камни без трещин, пятен и других изъянов. Различают камни первой, второй и третьей воды. Крупнейшим камням даются собственные имена.

Из таких особо крупных алмазов наиболее известны: «Куллинан» — вес до огранки 3106 карат, «Орлов» — 199,6 карат, «Флорентинец» — 137,27 карат, «Кохинур» — 108,93 карат, «Южная Звезда» — 125,50 карат и др.

Технические алмазы делятся на три сорта: борт, карбонадо и баллас.

Борты представляют собою недостаточно чистые кристаллы или сростки. В зависимости от внешней формы, цвета, трещиноватости они разделяются на несколько классов. Пластинчатые борты употребляются при производстве аппаратов для волочения проволоки; в виде осколков различного размера ими пользуются для резки и сверления стекла, градуировки измерительных и астрономических приборов, для зубьев алмазных пил, в качестве резца для правки шлифовальных кругов и, наконец, для алмазного бурения (в слабых породах).

Особенно широкой известностью в промышленности пользуется алмазная пыль, получаемая путем дробления бортов. Она применяется для шлифовки и полировки алмаза, других драгоценных камней, твердых металлов и сплавов.

Карбонадо отличаются от прочих сортов алмазов благодаря их темному цвету и мелкокристаллической структуре. Зерна карбонадо сложены из массы микроскопических кристалликов; цвет их черный, коричневый, серый или темносерый; поверхность зерен обычно черная, блестящая, со смолистым или полуметаллическим оттенком, напоминающим тонкозернистую сталь.

Абразивные свойства карбонадо значительно выше, чем у бортов и балласов; он применяется главным образом для резцов и особенно широко используется буровой техникой.

При бурении алмаз вставляется в специальные металлические цилиндрики с винтовой нарезкой «коронки», являющиеся главной частью бурового станка. Количество алмазов для одной коронки колеблется в пределах от 6 до 8 и даже до 12; величина алмазов от $\frac{3}{4}$ до $1\frac{1}{4}$ карат и выше; лучшими камнями для бурения считаются округлые камни, слабо пористые или вовсе непористые, сочного темнозеленого или темносерого цвета, с черно-смолистым блеском и гладкой или полированной поверхностью. Давление на коронку допускается 20—25 кг на 1 карат, при скорости 120—180 об/мин.

Балласы представляют собою разновидность бортов шарообразной формы. Они имеют строение крупнокристаллического ядра, окаймленного тонкозернистой коркой. Благодаря этому балласы значительно крепче, чем борты; однако, после стирания корки они быстро разрушаются. Давление на буровую коронку допускается не свыше 10 кг на 1 карат, при скорости вращения ее 60—100 об/мин.

В качестве заменителей технического алмаза применяются различные твердые сплавы: карбид кремния, бора, молибдена, вольфрама и др. Наиболее распространенным является карбидо-вольфрамовый сплав — «воломит». В СССР получены отечественные заменители алмазов «редэлемент», «победит» и др.

Типы месторождений. Месторождения алмазов делятся на два типа: 1) коренные (первичные) и 2) россыпи (вторичные).

Коренные месторождения генетически связаны с ультраосновными породами: перидотитами, кимберлитами, эклгитами и продуктами их метаморфизма.

В этих породах алмаз кристаллизуется наравне с другими минералами: оливином, пироксеном, гранатом и представляет собою нормальный продукт магматической сегрегации.

Россыпи образуются в результате разрушения коренных залежей, с переносом материала водными потоками, и отложения его в руслах древних или современных рек; они могут также образоваться на побережьях океанов и морей.

Месторождения СССР. Промышленных месторождений алмаза в пределах СССР пока неизвестно. Начиная с двадцатых годов прошлого столетия до настоящего времени всего было найдено не более 250 камней. Основная масса алмазов была найдена на Урале в золотых и платиновых россыпях: Крестовоздвиженской и Адольфовской близ Биссерского завода, Кушайской — около Кушвинского завода, Ольгинской и Харитонно-Компаней-

ской — по системе р. Серебряной, Жемчужникова — в Верхнеуральском районе, Санарки и Каменки — на Южном Урале и др.

Имеются литературные указания на находки алмазов, кроме Урала, в Сибири по р. Мельничной притоку р. Енисея и Точильному ключу, впадающему в Б. Пит; здесь они были встречены в золотых россыпях.

Месторождения за границей. Африка. Крупнейшие в мире коренные и россыпные месторождения алмаза известны в Южноафриканском Союзе.

Коренные месторождения связаны генетически с ультраосновными породами — кимберлитами, инъецировавшими к концу мелового или к началу третичного времени мощную серию осадочных пород, переслаивающихся с покровами эффузивов. Кимберлитовые залежи имеют форму так называемых «трубок», представляющих собою

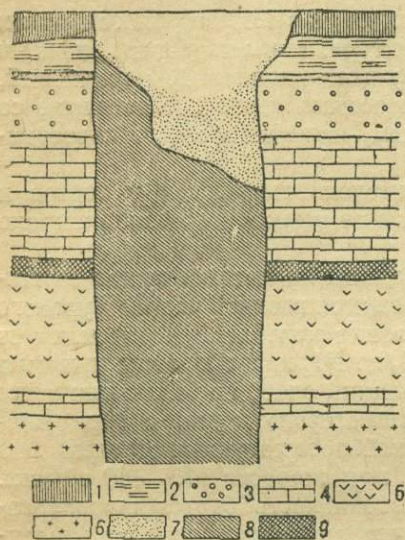


Рис. 1. Геологический разрез трубки Де-Бирс.

1 — долерит, 2 — черный сланец, 3 — конгломерат, 4 — мелафир, 5 — кварцит, 6 — кварцевый порфир, 7 — гранит, 8 — обломки пустых пород, 9 — голубая земля.

грубо цилиндрическую форму, суживающуюся книзу (рис. 1). Эти трубки имеют широкое распространение по всей стране; в настоящее время их известно около 250; 150 из них являются алмазоносными. Трубки обычно располагаются одна возле другой, образуя пучки, ровные ряды или гирлянды, что объясняется тесной связью их с крупными разломами в земной коре, по которым происходили извержения кимберлитов. Наиболее значительные группы их сконцентрированы в районах: Кимберлей, Претория, Егерсфонтейн, Коффифонтейн и Постмасбург.

Самой крупной трубкой является Премьер Майн возле Претории; диаметр ее 762 м. Материал, заполняющий трубки, состоит из обломков горных пород, слагающих стенки трубок, а также из кимберлита и продуктов его разложения — «желтой и голубой земли».

В верхней части трубки залегает «желтая земля», представленная нацело гидратизированным и окисленным кимберлитом, кимберлитовым туфом и кимберлитовой брекчией; простирается она от поверхности до глубины 42,7 м. Ниже она переходит в так называемую «голубую землю», являющуюся той же самой породой, но менее окисленной. «Голубая земля» сложена из серпентинитовой массы серовато-синего цвета, среди которой рассеяны разнообразные включения: псевдоморфозы серпентина по оливину, блестящие пластинки флогопита, зернышки ильменита, пиропса, энстатита и хромового диопсида.

В наиболее глубоких горизонтах залегает хорошо сохранившийся плотный кимберлит, не подверженный дезинтеграции.

Кроме указанных пород почти в каждом месторождении встречаются ксенолиты эклогитов, содержащих иногда алмазы.

Основная масса алмазов встречается в голубой земле, причем содержание алмаза колеблется в различных частях трубки в пределах от 0,007 до 0,07 карат на 1 м³. По величине камни встречаются от микроскопических зернышек до очень крупных кристаллов, весящих сотни карат; самый крупный алмаз по имени Куллинан, найденный в руднике Премьер Майн, весил 3 026 карат.

Генезис алмаза в кимберлитовых трубках долгое время считался связанным с контактным воздействием кимберлитовой магмы на углистые сланцы, которые прорываются кимберлитами в верхних частях трубок. В дальнейшем, однако, с разработкой алмазов в горизонтах ниже углистых

сланцев (на глубинах в 1 000 м) эта теория была оставлена. Известный исследователь Южной Африки П. Вагнер (P. Wagner) считает, что масса алмазов является нормальной составной частью кимберлита и выкристаллизовалась из магмы в интрателлурических условиях на больших глубинах. Акад. А. Е. Ферман, установивший на основании кристаллографических исследований «кристаллы растворения» с деформированными округлыми гранями и «кристаллы роста» с плоскими гранями и прямолинейными ребрами, считает, что большое разнообразие структур кристаллов алмаза обусловлено частой сменой физико-химических условий его кристаллизации. Кимберлитовая магма, поднимаясь вверх отдельными пароксизмами, то застывала



Рис. 2. Геологический разрез аллювиальных россыпей алмазов Южно африканского Союза.

s_1 —верхняя терраса, s_2 —нижняя терраса, D —диабаз, 1—шахты, 2—река.

и образовывала корку, то, разрывая и раздробляя эту корку, вновь выбрасывалась наружу в сопровождении большого количества газов и паров. Понижившееся давление повышало растворимость, и в этих условиях кристаллики алмаза переходили с поверхности в графит, который и растворялся в расплавленной магме. Повысившееся давление, в результате закупоривания диатремы, вновь вызывало кристаллизацию алмазов, начавших растворяться.

Аллювиальные россыпи алмазов Южноафриканского Союза расположены преимущественно в бассейне рр. Оранжевой, Вааль и Хартс.

Мощность алмазонасыщенных отложений р. Вааль доходит местами до 12 м. Различают юные отложения в современном русле реки и древние отложения, залегающие над уровнем реки на высоте до 60 м (рис. 2).

В последнее время (1926 г.) в районе Лихтенбургского округа открыты аллювиальные россыпи феноменального богатства, являющиеся сейчас самыми мощными из всех известных до настоящего времени в Южноафриканском Союзе.

Они расположены в 24 км к северу от гор. Лихтенбург, будучи генетически связаны с галечниковыми образованиями, залегающими в виде отдельных останцев на доломитах трансваальской системы. Наиболее богатые залежи приурочены к карстовым воронкам, заполненным галечником, мощностью до 30,5 м (рис. 3). Россыпь представляет собой окатанные гальки халцедона, агата, корунда, кварца, гэтита и турмалина.

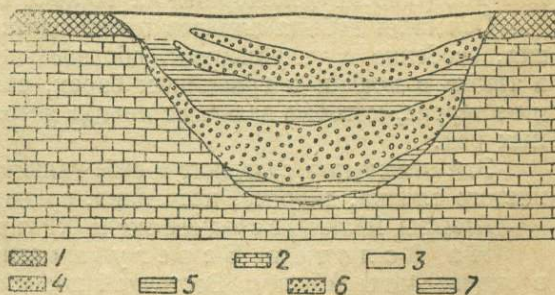


Рис. 3. Геологический разрез Лихтенбургской россыпи.

1—окремненный доломит, 2—доломит, 3—наносы, 4 и 6—галечник, 5—коричневая глина, 7—белая глина.

В Малом Намакаланде месторождения алмазов приурочены к галечниковым образованиям, протянувшимся на сотни километров вдоль побережья Атлантического океана. Алмазонасытными являются устье Оранжевой реки — залив Александра, Пикок (Peasock), Роудстэд (Roadstead), Бушуберг (Buschuberg), Клиффс, окрестности порта Ноллотс (Nolloth), устья рек Буффельс (Buffels) и Грэн (Groen). Все месторождения побережья

Малоге Намакаланда делятся на три типа: а) прибрежные морские галечные отложения, б) древние речные трассы и в) алмазоносный детритус, образовавшийся за счет дефляции и других геологических агентов, разрушающих прибрежные отложения галечников.

С промышленной точки зрения первый тип следует считать наиболее интересным. Представителем его является месторождение Ойстер Лайн (Oyster Line), устье Оранжевой реки — залив Александра, залегающее на высоте около 25 м над уровнем моря в виде узкой, длиной 400 м, полосы галечника.

Алмазы залегают в пласте грубого морского галечника, мощностью 0,25—0,90 м, покрытого наносами песка, гравием баров и другими породами.

Содержание алмаза в галечнике достигает 0,2 карат на 1 м³. Средний вес камня равен примерно двум карат, наибольший — «серебристый капский» — весил 85 карат; качество высокое.

В Юго-западной Африке месторождения алмазов простираются на расстояние около 400 км в виде широкой полосы вдоль берега от залива Концептион (24° ю. ш.) до Ашграс Юнтас (28° ю. ш.).

Наиболее богатые месторождения расположены в северной части района от Кольманскуп до Елизаветбухт (область к В и Ю от Людерицбухт) и далее к югу в области Помона, Богенфельзен.

Они связаны с обломочным материалом, возникшим в результате разрушения и сноса коренных пород эоцена. Обломочный материал состоит из зерен кварца и полевого шпата, халцедона, агата, яшмы, граната, эпидота, магнетита, кусочков гранита и гнейса.

Распределение алмазов в обломочных образованиях неравномерное. Качество алмазов очень высокое.

Бельгийское Конго в последние годы (1931—32 г.) заняло первое место по добыче алмазов. Здесь алмазы встречаются как в коренных месторождениях, связанных с кимберлитовыми трубками (район Катанга), так и в россыпях (районы р. Казэ (Kasai)) и ее притоков р. Буссимэ (Bushi-maie), притока Санкуру, в северо-восточной части колонии.

Самым крупным является район р. Казэ, сложенный песчаниками и сланцами (юра — триас), горизонтально залегающими на пенепленизированной поверхности докембрийских горных пород.

Основная добыча алмазов производится из современного речного гравия, особенно в углублениях, образовавшихся за счет небольших струй, а также в котлах и гравийных барах, связанных с большими потоками, и из террас, которые залегают иногда метров на 20 выше уровня современных рек.

Эти отложения содержат в себе гальки халцедона, агата, яшмы, кремнистого сланца, диорита, песчаника, гранита и др.

Алмазы мелкие, в среднем около 0,1 карата; наибольший весил 15 карат.

На Золотом Берегу алмазные месторождения расположены в округе Аким Абуакуа Восточной провинции, будучи удалены от океана на расстояние около 145 км. Главные разработки расположены в долине р. Биррим.

Алмазы залегают в отложениях речного гравия, а также в древних морских отложениях. Камень очень мелкий, на рынке носит название «алмазного песка» (в среднем 15—20 камней на карат), но встречаются иногда камни и в 1/2—1 карат. Большинство алмазов чистые, прозрачные и бесцветные, хотя встречаются камни и с голубым, зеленым, серым, желтым и коричневым оттенками.

В Танганайке впервые алмазы были найдены в 1910 г. к югу от озера Виктория возле Муанза. Затем в дальнейшем, к югу от Муанза в 115 милях, были открыты новые алмазные площади в районе Шининанга.

Месторождения алмазов связаны с кимберлитовыми трубками, залегающими в биотитовых гранитах; в верхней части кимберлит окислен при-

мерно на глубину около 2 м. Основная масса его содержит валуны и обломки слюдистого эглогита, гранита, диабаз, сиенита, аплита и др.

Алмазы встречаются в кимберлите, в остаточном пласте (элювий) и в фангломератах.

Америка. Бразилия является родиной алмазов-карбонадо. Впервые алмаз здесь был найден возле Тежуко или Диамантина в 1725 г.; с тех пор Бразилия являлась главным поставщиком алмазов на мировой рынок, снизив свою добычу лишь с открытием мощных месторождений в Южной Африке. Коренных месторождений в Бразилии неизвестно; добыча производится исключительно из россыпей.

Крупные месторождения расположены в районах Диамантина и Багагем в штате Минас Жераэс. Алмазоносные россыпи приурочены к отложениям современных и древних рек, встречаясь также и на вершинах плато. Минералогический состав россыпей следующий: кварц, анатаз, брукит, граматит, ксенотим, монацит, турмалин; в некоторых местах были найдены золото и платина.

В районе Багагем добыча алмазов производится также из современных и древних речных отложений, образовавшихся в результате разрушения алмазоносного конгломерата «таиа». Здесь были найдены крупнейшие алмазы «Южная Звезда» в 254 карат и «Дрезден» в 119,5 карат.

Азия. В Индии россыпные месторождения алмазов известны на восточной стороне горной страны Деккан. Они приурочены к древним конгломератам и песчанкам, а также к их мягким продуктам выветривания и к современным или более древним речным отложениям. Возраст алмазодержащих песчаников и конгломератов относится к силуру.

Мощность песчаников колеблется от 3 до 6 м; мощность алмазоносного конгломерата не превышает 30 см.

Выветривание и разрушение алмазодержащих пластов дает возможность развиваться естественному процессу концентрации алмазов в элювиальных и аллювиальных россыпях. Такие россыпи алмазов разбросаны в Индии на большой территории в бассейнах рек: Панар, Кистна, Маханادي в области Бандельканд между рр. Соннар и Сонэ. Когда-то крупнейшими

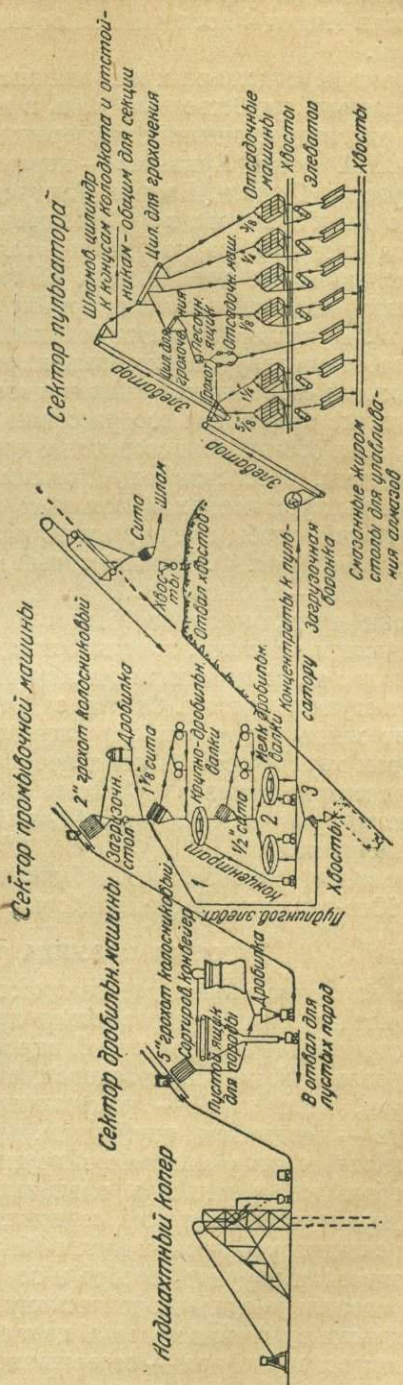


Рис. 4. Диаграмма последовательного извлечения алмазов из «голубой земли». 1 — промывальная чаша для грубой руды, 2 — промывальная чаша для мелкой руды, 3 — пудлинговые сита.

считались россыпи Коллура на р. Кистна, где были найдены знаменитые алмазы «Кохинур» и «Великий Монгол».

Наиболее мощными являются россыпи Панна в Бандельканде. В связи с появлением на мировом рынке более дешевого африканского алмаза, добыча его в Индии в последние годы заметно снизилась и большого значения не имеет.

Кроме перечисленных заграничных месторождений алмазов, играющих или игравших существенную роль в мировой добыче, можно еще отметить целый ряд второстепенных месторождений, например: Португальская Ангола, США (штат Арканзас — коренные месторождения), Британская и Французская Гвиана, Борнео, Австралия и Либерия.

Д о б ы ч а а л м а з о в из коренных месторождений в Южной Африке сводится к добыче горной массы «голубой земли» и последующему затем обогащению ее на специальных обогатительных фабриках.

Разработка алмазоносных трубок производится открытым и подземным способом. В настоящее время большинство трубок разрабатывается подземными работами, глубина которых на некоторых рудниках превышает 1 км.

Так как содержание алмазов в «голубой земле» чрезвычайно ничтожно и отдельные кристаллы его рассеяны по всей горной массе неравномерно, первый этап обогащения сводится к дроблению кусков алмазоносной породы до величины, обеспечивающей отделение алмазов. Дробление ведется на специальных установках в несколько стадий с промежуточным грохочением и промывкой, чтобы предотвратить разрушение случайно находимых крупных алмазов (рис. 4). Измельченный материал пропускается через отсадочные машины — пульсаторы.

Концентрат, выходящий из отсадочных машин, передается на специальные качающиеся столы, поверхность которых смазана жиром. На плоскости этих столов из всего материала задерживается только алмаз, вся остальная масса поступает в отвал. Снятые со столов алмазы в дальнейшем освобождаются от жира путем слабого нагревания, а затем промываются горячим раствором каустической соды и фтористо-водородной кислотой.

Извлечение алмазов из россыпей производится путем предварительного грохочения, промывки и последующей отсадки. Столы, смазанные жиром, не применяются.

Главными районами по добыче алмазов являются Южноафриканский Союз, Юго-западная Африка, Конго, Ангола, Золотой Берег и Бразилия.

ГРУППА КОРУНДА (РУБИН И САПФИР)

Из многочисленных разновидностей корунда в качестве драгоценного камня представляют интерес только прозрачные его разновидности, без всяких включений и с равномерной окраской.

Прозрачный корунд красного цвета называется рубином, синего цвета — сапфиром, бесцветный — лейкосапфиром, желтого — восточным топазом, зеленого — восточным изумрудом, фиолетового — восточным аметистом. Химический состав минералов группы корунда — Al_2O_3 .

Небольшое количество глинозема (0,81—1,05%) замещается Fe_2O_3 ; в сапфирах отмечается еще содержание TiO_2 —0,031—0,058%. Вильд и Клемм спектроскопическим путем обнаружили в рубине присутствие хрома, а в бесцветном корунде серебро и германий. Кристаллы корунда относятся к дитригонально-скаленоэдрическому виду симметрии.

Окраска рубинов в красный цвет объясняется примесью хрома и железа; синяя окраска сапфира — содержанием в нем железа и титана.

Для корундов характерно явление астеризма (сияние в форме шестилучевой звезды, наблюдаемое при рассматривании кристаллов на свету через базопинакоид), связанное с наличием в кристаллах корунда мельчайших включений в виде иголок рутила.

Корунд, с ярко выраженным астеризмом, носит название «астерикса», иногда его называют «звездный».

Показатели преломления: рубин $N_g = 1,7717-1,7675$; $N_p = 1,7594-1,7614$; сапфир $N_g = 1,7686-1,7693$; $N_p = 1,7605-1,7610$. Твердость 9, причем сапфир тверже рубина. Удельный вес рубина от 3,979 до 4,280, сапфира от 3,900 до 4,160.

В последнее время в качестве технического камня и драгоценного камня, кроме природных сапфира и рубина, стал играть крупную роль искусственный корунд.

Производство искусственного корунда особенно широкое распространение нашло себе в Германии, Швейцарии и Франции.

Наиболее распространенным методом получения искусственного корунда считается [23] метод проф. Вернейля, заключающийся в кристаллизации тончайше измельченной окиси алюминия в пламени гремучего газа и собирании расплавленных частиц на огнеупорной шамотовой подставке — «свечке»; в результате наложения этих частиц получается кристалл (буль) корунда. Для получения красных оттенков к исходному сырью — глинозему добавляют различное количество (до 3%) окиси хрома; синяя окраска буля получается прибавлением к глинозему 2% окиси железа и 1% окиси титана; зеленая окраска — прибавлением смеси окиси ванадия и окиси кобальта.

Оптические свойства искусственных корундов очень близки к природным, так, например:

N_g искусственного — 1,774, природного 1,776—1,775

N_p искусственного — 1,764, природного 1,758—1,768

Типы месторождений. Все месторождения драгоценных корундовых разновидностей связаны с кислыми магматическими очагами. Выделение рубинов происходит при контактово-пневматолитических процессах, возникающих на границе соприкосновения известняков и пород гранитной магмы. Источниками глинозема некоторые исследователи считают бокситоподобные прослои в известняках.

Сапфиры генетически связаны с пегматитами или контактами гранитных остаточных расплавов мигматического характера.

Добыча драгоценных разновидностей корундов производится главным образом не из коренных месторождений, а из россыпей.

Месторождения СССР. Промышленные месторождения рубина и сапфира в Союзе неизвестны.

По литературным данным (А. Е. Ферсман), известны отдельные находки в россыпях на Урале (Корнилов Лог у дер. Мурзинки, у дер. Бызовой, Колташи, в россыпях Быньговского завода, по р. Каменке в Кочкарском районе) и Сибири (по р. Аяхту, района Б. Пита).

РУБИН

Месторождения за границей. Азия. Северная Бирма. Бирманские месторождения рубина являются самыми крупными; в течение нескольких веков они служат мировым поставщиком рубина. Среди многочисленных залежей в настоящее время заслуживают внимания месторождения в районе Могока, холмов Садшижин и Наниазейк (Nanyazeik), расположенные в северной части бассейна р. Иравади.

Могок. Могокский рубиновый район является самым крупным и занимает площадь около 100 км².

В геологическом строении района существенную роль играет серия сильно метаморфизованных и дислоцированных пород докембрийского возраста: парагнейсов, гранулитов, кристаллических известняков, слюдяных сланцев, а также пироксенитов и амфиболитов. Вся эта серия интродуцирована свитой жильных кислых пород типа мелкозернистых гранитов, аплитов и пегматитов.

Вмещающими рубины породами являются кристаллические известняки, тесно связанные с плагиоклазо-пироксено-скаполитовыми гнейсами; среди

разнообразных по минералогическому составу и структуре кристаллических известняков различают слюдосодержащий «ципполино» и пироксенсодержащий «кальцифир».

Минералами, сопутствующими рубину в известняках, являются флогопит, графит, гранат, форстерит, диопсид, тремолит, хондродит, пирит, апатит и шпинели.

Содержание рубина в коренных месторождениях очень незначительное, в связи с чем добыча его производится главным образом из вторичных залежей, образовавшихся в результате разрушения коренных месторождений.

В зависимости от геологических условий залегания вторичные месторождения рубинов делят на следующие основные три типа.

а) Делювиальные, располагающиеся по склонам холмов. В таких месторождениях на разрушенной поверхности известняков залегают обычно мощным покровом красновато-бурая глина и щебень, состоящий из слабо окатанных обломков гнейса, кварца, пегматита и др. Кроме рубина, некоторые залежи содержат небольшое количество сапфира, графита, граната и шпинели.

б) Месторождения, связанные с процессами карстового выветривания известняков. Здесь рубины залегают в глинистой массе коричневого цвета, заполняющей пещерообразные пустоты, образовавшиеся в результате растворения известняков циркулирующими по трещинам подземными водами. В этих пустотах находят обычно рубины наилучшего качества.

в) Третий тип месторождений — аллювиальные россыпи.

В аллювиальных россыпях рубин скопляется в наиболее пониженной части профиля, где содержание его иногда бывает чрезвычайно высокое. Мощности аллювиальных залежей в среднем около 1,2—1,5 м, глубина залегания от поверхности колеблется в пределах 0,6—6 м.

В месторождениях коренных и делювиального типа рубин обладает ясно выраженной кристаллической формой, в россыпях и карстовых пустотах он сильно окатан.

Окраска бирманских рубинов преимущественно темнокрасная с различными нюансами; изредка встречаются камни, окрашенные в чистый карминовый цвет. Средняя величина добываемых рубинов очень незначительна и в большинстве случаев вес их не превышает $\frac{1}{8}$ карат. Камни, весом 6—9 карат, совершенно чистые, без изъянов очень редки, а камни весом в 30 карат и выше известны как отдельные, исключительные находки.

Месторождения холмов Садшижин напоминают 2-й тип Могокских месторождений, связаны с полосой кристаллических известняков и представляют собою мощные трещины и пустоты (1,2—1,5 м) карстового характера, заполненные глинистым остаточным материалом, содержащим рубин.

Из сопровождающих минералов известны: шпинели, аметист, хондродит, апатит, авгит, скаполит, пирротин, графит, ортоклаз и слюда. Ввиду более светлой окраски эти рубины ценятся дешевле могокских.

В зависимости от условий залегания рубина добыча его в Могоке ведется различными методами.

Для разработки аллювиальных россыпей рубина, погребенных под наносами, мощностью до 3—3,5 м, применяются небольшие подземные работы в виде так называемой системы «twinlones» — по-русски «дудок»; дудки эти имеют круглое или квадратное сечение около 1 м². После того как дудка углубится на несколько метров от поверхности, по углам ее забиваются столбы до 3,5 м длиной и обшиваются досками с целью предохранения от обвала стенок дудки.

При дальнейшем углублении деревянное крепление продолжается до самого рубиноносного пласта.

Рубиноносный песок или гравий выдается на поверхность в корзинах при помощи «журавля». Поднятый песок скупивается возле дудки и промывается затем в небольших бамбуковых корзиночках.

Работа в таких дудках продолжается от 4 до 10 дней, затем дудку бросают, вынимают крепление и тут же по близости задают новую точно такую же дудку.

По склонам холмов, покрытых мощным слоем рубиноносного делювия, добыча рубина производится особым методом промывки большим количеством воды (Hnyaudwins).

Для этой цели по склону холма проводят длинный открытый карьер, в верхнюю часть которого поступает проведенная по специальной канаве вода. Последняя сильно пропитывает и разрыхляет рубинсодержащий делювий, делая его легко доступным для выемки простыми лопатами. Перелопаченный материал в дальнейшем подвергается конечной промывке в сильной струе воды. После этого из общей массы материала рубин и шпинель выбираются уже вручную. Своеобразный характер носит добыча рубина в карстовых воронках, трещинах и пещерах, куда проникают непосредственно или при помощи воротков на канатах. В воронках и пещерах производится собственно добыча заполняющей их коричневой рубиноносной глины.

Наконец, для извлечения рубина прибегают иногда непосредственно к добыче коренных рубиноносных пород — кристаллических известняков, с последующим дроблением их и выделением рубинов. Этот метод, однако, не получил широкого распространения, так как при дроблении известняков качество рубинов резко снижается, благодаря появлению трещин, раскалыванию на мелкие кусочки и пр.

В последнее время в связи с выработкой богатых частей россыпей добыча рубина производится более совершенными методами с применением электрических насосов с сильно действующей струей; после промывки такой струей материал с целью отделения более крупных кусков попадает прежде всего на решетку, а затем на сито; после сита материал поступает в целый ряд отсадочных ящиков, где происходит разделение материала по величине и весу отдельных кусков.

Содержимое отсадочных ящиков подвергается в дальнейшем ручному грохочению, с целью разделения материала на определенные фракции. Каждая фракция затем промывается в отдельности при помощи лотков в специальных корытах; содержимое промывальных лотков поступает на обитые жестью столы, на которых уже вручную производится отборка и сортировка рубинов.

Месторождения Н а н и а з е й к представляют собою россыпи, образовавшиеся за счет разрушения рубиноносных кристаллических известняков.

Рубин сопровождается ортоклазом, кварцем, флогопитом, хлоритом, гранатом, шпинелью и бурым железняком.

Кроме перечисленных месторождений, рубин встречается как спутник при добыче других драгоценных камней на острове Цейлоне, где особенно заслуживают внимания россыпи Ратнапура и Раквана, в Сиаме и Афганистане.

САПФИР

Сапфиры встречаются в пегматитовых жилах и особых полевошпатовых породах, которые являются, очевидно, десилицированными кислыми интрузивами; они состоят преимущественно из альбита с апатитом и других составляющих и переходят в нефелиновые породы, которые имеют сходство с корундовыми сиенитами Южной Индии. Они известны в Америке, Австралии и в Азии.

Америка (США). В штате Монтана находятся крупнейшие месторождения сапфира как первичного, так и вторичного происхождения. Вторичные месторождения сапфира были открыты в 1865 г. к востоку от Элена (Helena) на Верхнем Миссури при промывке золота. По М. Бауэру, эти месторождения представляют собою россыпи, сложенные из золотоносных ледниковых песков; они слагают террасы р. Миссури, залегаая на высоте 90 м от уровня реки.

Центром района является Спокэн Бар (Spokane Bar) возле Стэббс Ферри (Stubbs Ferry), расположенный в 12 английских милях от Элена.

Весь район в целом тянется вдоль Миссури на 15 английских миль, занимая площадь около 11,5 кв. английских миль.

Содержание сапфиров в россыпях иногда настолько богатое, что, например, в Эльдorado Бар достигает 2 000 унций на один акр.

Величина камней небольшая и их качество невысокое; главная масса идет для технических целей.

Минералы-спутники: топаз, гранат, кианит, рутил, касситерит, пирит, халцедон, кальцит и др.

Происхождение сапфиров связано с жилами эруптивных горных пород. Возле Реби Бар (Ruby Bar), а также (French Bar) Френч Бар были найдены такие жилы слюдисто-авгитового андезита, пересекающего сланцы.

Крупнейшим первичным месторождением сапфира Монтаны является месторождение в районе Иого (Yogo) в графстве Фергус (Fergus), в 75 английских милях к востоку от Элена. Сначала здесь были найдены сапфиры в речном песке, а затем вскоре они были открыты и в коренной породе — андезитовой жиле.

Эта жила, мощностью 3—6 м, залегает вертикально и протягивается в широтном направлении, инфицируя твердые каменноугольные известняки серого цвета; главную часть жильной породы составляют биотит и пироксен (диопсид) с включениями кальцита, кварца, пироксена и пирита.

До глубины 15 м андезитовая порода выветрена и превращена в желтую, коричневую или красную землю; на более глубоких горизонтах она свежа и окрашена в голубоватый или серый цвет. Вес кристаллов сапфира колеблется от долей карата до 4—5 карат. Качество их невысокое; используются они главным образом для технических целей. При нормальном содержании в руде сапфира на 1 load — (18 куб. фут.) приходится 37 карат ограночного материала и 1 унция технического. Для извлечения сапфиров мягкая руда промывается обычным путем; крепкая руда подвергается примерно таким же процессам обработки, какие приняты на алмазных рудниках в Южной Африке.

О масштабах добычи сапфира в этом районе можно судить по общей стоимости добытого камня — в 1925 г. — 33 375 дол., в 1926 г. — 22 498 дол.

Австралийские месторождения сапфира расположены в средней части Квинсленда вблизи ст. Анаки (Anakie), Центральной Квинслендской ж. д. и занимают площадь около 30 кв. английских миль.

Россыпи располагаются на различных уровнях, вдоль речных долин; сапфиноносный пласт, сложенный желтой или черной глиной с гальками базальта и окремнелого кварцита, залегает на разрушенных коренных породах; мощность его достигает нескольких десятков сантиметров.

Распределение сапфира весьма неравномерное; содержание достигает 13 унций на load.

Из минералов-спутников можно отметить: золото, корунд разных цветов, шпинель, гранат, циркон, кварц, халцедон, яшма, рутил, топаз, алмаз, турмалин, роговая обманка и рудные минералы.

Аналогичные месторождения сапфира известны еще в Новом Южном Уэльсе, с масштабом добычи в 2 раза меньшим, чем в Квинсленде.

За последние годы добыча сапфиров в Австралии (1928—29 гг.) в общей сумме достигала 45 тыс. фунт. стерлингов в среднем.

Азия. Одним из крупных районов по добыче сапфиров является остров Цейлон, где россыпи его вместе с другими драгоценными камнями известны в многочисленных пунктах.

Главнейшие россыпи сапфира находятся в провинции Сабарагамува (Sabaragamuwa) с центром Ратнапура (Ratnapura), в Южной Провинции с центром Дедиагаламукалане (Dediyagalamukalane), в Западной Провинции в районе Келани Ганга (Kelani Ganga) и в Центральной Провинции в окрестностях Нувара-Эллига (Nuwara Elliga).

Россыпи располагаются в долинах рек и сложены из хрящеватого слабо окатанного щебня, образующего пласт мощностью от нескольких сантиметров до 0,76 м.

Геологическое строение россыпей приведено на рис. 5.

В последние годы до кризиса наибольшее количество сапфиров поступило из россыпи Пельмадулла в провинции Сабарагамува.

В россыпях Цейлона, кроме сапфира, попадает изредка рубин, а также корунды желтого, красновато-желтого, желто-зеленого, зеленого и аметистового цветов; другими спутниками сапфира являются шпинель, циркон, турмалин, топаз, гранат, хризоберилл, кордиерит и пр.

Генезис месторождений до сих пор еще недостаточно ясен.

Исследователь Кумарасвами (Coomaraswamy) указывает, что материнской породой сапфиров является сильно разрушенный гранулитовый ортоклаз-микропертит, содержащий в себе плагиоклаз, биотит, гранат, зеленую шпинель, сапфир и циркон (без кварца).

В небольшом количестве сапфир извлекается, как побочный продукт при добыче рубинов в Могокском районе Бирмы.

Генетически, однако, сапфиры не имеют ничего общего с рубинами в кристаллических известняках и связаны, очевидно, с кислыми плагиоклазо-ортоклазовыми жильными породами.

Месторождения сапфира широко известны в Камбодже благодаря высокому качеству сырья, значительно превосходящему сырье Бирмы и Цейлона.

Месторождения находятся в районе Занскар (Zanscar) между дд. Мачел и Сумжан (Machel и Sumjan).

Геологически район сложен слюдистыми и гранатовыми гнейсами с подчиненными им кристаллическими известняками и антофилитовыми сланцами. Вся эта свита сланцев пересекается гранитными пегматитами, содержащими сапфир, горный хрусталь, сподумен, лазулит, берилл, слюду и зеленый турмалин. Добыча сапфира производится путем отборки или промывки его из мощного белого пласта, залегающего в долине и представляющего собой продукт выветривания гранитных пород.

Самые богатые месторождения сапфира находятся в Сиаме. Месторождение Бо-Плой (Bo-Ploi) расположено возле Канбури (Kanburi), в 200 км по воздушной линии к северо-западу от Бангкока. Сапфир встречается в так называемом «песке» — тонкозернистом щебне мощностью от 2 до 15 см; геологически район недостаточно изучен.

Добыча сапфира в 1932 г. равнялась 3 976 карат.



Рис. 5. Геологический разрез россыпи сапфиров на Цейлоне (по Парсонсу).

а — черный песчаный шлам мощностью 1,68 м с пнями деревьев, б — неравномернослоистый пласт голубого и желтого песка мощностью 0,76 м, в — сапфиросный пласт мощностью 0,62 м; в нижней части содержит крупные гальки мощностью 0,46 м, г — коренные разрушенные породы.

БЕРИЛЛОВАЯ ГРУППА (ИЗУМРУД, АЛЕКСАНДРИТ, ВОРОБЬЕВИТ И ДРУГИЕ ОКРАШЕННЫЕ РАЗНОСТИ БЕРИЛЛА)

По химическому составу берилл представляет собою алюмосиликат бериллия, отвечающий формуле $3\text{BeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$, т. е. содержит 67% кремнезема, 19% глинозема и 14% окиси бериллия.

Кристаллы берилла относятся к гексагональной системе и представлены обычно в виде удлиненных призм, палочек и иголок; удельный вес берилла колеблется в пределах от 2,6 до 2,8. Твердость 7,5.

Оптически одноосный. Показатели преломления непостоянные, по Эпплэру:

Берилл (изумруд) из Музо имеет	$N_g = 1,5690$ $N_p = 1,5632$
Берилл (аквамарин) из Бразилии имеет	$N_g = 1,5691 - 1,5754$ $N_p = 1,5644 - 1,5700$
Берилл (розовый) из Мадагаскара имеет	$N_g = 1,5782 - 1,6002$ $N_p = 1,5725 - 1,5921$

$N_g - N_p$ в среднем равна 0,006.

Обыкновенный берилл полупрозрачен и окрашен в слабые желто-зеленые тона; такой берилл используется в промышленности как руда для получения бериллия.

К драгоценным бериллам относятся лишь прозрачные его разновидности, окрашенные в разнообразные цвета от бесцветных до яркожелтых или темносиних тонов. В зависимости от характера окраски драгоценные бериллы делятся на следующие виды: изумруды или смарагды, окрашенные в яркозеленый цвет; аквамарины светлоголубого до сине-зеленого цвета; воробьевиты или морганиты вишнево-розового или желто-розового цвета; золотистые бериллы, окрашенные в золотисто-желтый цвет и, наконец, бесцветные драгоценные бериллы.

Зеленый цвет изумрудов обуславливается присутствием в них небольших примесей хрома и ванадия; часто окраска носит непостоянный характер, переходя от почти бесцветного до густозеленого тона. Крупные, чистые кристаллы его без трещин и включений встречаются очень редко; чрезвычайно высокая цена и редкость природных изумрудов вызвала целый ряд попыток получения их искусственным путем.

В последнее время (по данным Б. В. Андерсона в «Gemmologist» 1935, № 46, р. 295) в Германии получен такой искусственный изумруд под названием «игмеральд», имеющий тождественный с природным изумрудом химический состав. В отличие от других искусственных драгоценных камней, как, например, сапфира или рубина, получаемых в виде булей, «игмеральд» имеет вид кристалла, относящегося к той же системе и обладающего той же структурой, как и природный изумруд.

Другие физические свойства, как окраска, показатель преломления, твердость и удельный вес, хотя также близки к природному изумруду, но все же отличны от него, что можно видеть из нижеприведенных данных (по Андерсону Б. В.).

Название	Удельный вес	Показатели преломления N_g и N_p		Двупреломление $N_g - N_p$
Изумрудное стекло	2,385	1,5256		—
Игмеральд	2,662	1,5644	1,5606	0,0038
Игмеральд	2,66	1,5660	1,5647	0,0013
Колумбийский изумруд	2,694	1,5609	1,5632	0,0058
Уральский изумруд	2,703	1,5810	1,5748	0,0062
Южноафриканский изумруд	2,726	1,5873	1,5807	0,0066

Генетические типы. Месторождения изумрудов генетически связаны с процессами мигматизации гранитных пегматитов и ультраосновных пород, представленных тальковыми, талько-хлоритовыми и талько-актинолитовыми сланцами; особым типом является месторождение изумрудов Колумбии, о котором подробно будет сказано ниже.

Месторождения аквамарина и других окрашенных разновидностей берилла (за исключением изумруда) связаны генетически с пегматитами чистой линии.

Согласно данным акад. А. Е. Ферсмана, аквамарины кристаллизуются в следующих фазах пегматитового процесса.

Фаза В — С — синий берилл, в виде длинных призм в первичных выделениях магматической породы.

Фаза D — E — желтый, золотистый или бурый берилл.

Фаза E — главная область выделения берилла: зелено-синий аквамарин с постепенно ослабевающим тоном до бесцветного.

Фаза F — белый берилл, с содержанием щелочей (Na_2O , K_2O , Cs_2O , Li_2O , H_2O).

Фаза G — розовый воробьевит, в виде коротких кристаллов с большим содержанием Cs_2O и Li_2O .

Наиболее мощными месторождениями изумрудов являются изумрудные копи на Урале, Музо в Колумбии, Лейдсдорп в Южной Африке, кроме того, известны выработанные еще в древнее время месторождения в Египте, а также мелкие месторождения в Зальцбурге, Норвегии, США и Австралии.

Основная масса драгоценного камня добывается из вторичных месторождений — россыпей (за исключением Мадагаскара), образующихся в результате выветривания и дезинтеграции пегматитов.

Месторождения СССР. На территории Советского Союза находятся широко известные изумрудные копи Урала.

Изумрудный район расположен в 90 км к северо-востоку от Свердловска и 45 км к северу от ст. Баженово Пермской ж. д., в бывшей Монетной Даче. Главные изумрудноносные участки расположены в сильно заболоченной местности, на левом берегу р. Рефт, огибающей их с запада, юга и востока.

Месторождения были открыты еще в 1831 г.; до настоящего времени они являются единственным в СССР источником изумрудов, александритов, фенацитов, а в последнее время также берилла — руды для получения чистого бериллия.

Согласно детальным исследованиям акад. А. Е. Ферсмана геологическое строение месторождения изумрудов рисуется в виде двух мощных (СЮ и ЗВ простирания) полос, сильно сланцеватых, изменчивых по своему цвету, внешнему виду и минералогическому составу пород — кристаллических сланцев, зажатых на западе между гранитным массивом Монетной и Березовской дач и на востоке — Баженовским габбро-перидотитовым массивом, окаймленным более кислыми габброидными фациями.

Изумрудноносная полоса кристаллических сланцев, мощностью от 100 до 600 м, простирается в северо-западном направлении под углом 330° и круто падает к востоку (70°).

Сложена она из серии перемежающихся между собою слюдястых (биотитовых), тальковых, талько-хлоритовых, талько-актинолитовых, хлорито-актинолитовых, мигматических амфиболо-полевошпатовых пород, среди которых встречаются плотные линзы «диоритов».

Близко к поверхности вся эта свита кристаллических сланцев подверглась энергичному процессу гипергенного выветривания, сопровождающегося позднейшими процессами оталькования, серицитизации, бауэризации, хлоритизации и каолинизации.

Габбро-перидотитовый массив горных пород, примыкающий к изумрудноносной свите кристаллических сланцев с востока, сложен из серпентинизированных перидотитов, пироксенитов, серпентинитов и окаймлен полосой габброидных пород.

Между полосой габброидных пород и восточной частью изумрудноносной полосы расположен мощный массив диорита, к северо-востоку от которого развиты серпентиниты и далее кварцевые порфиры. Последние вытянуты в виде полосы в северо-южном направлении по р. Рефт. К югу от диоритового массива частично развиты серпентиниты, а также остатки осадочных пород (кварцитов, известняковых линз).

Гранитный массив, примыкающий к изумрудноносной полосе с запада, относится к типу однослюдястых гранитов, переходящих к востоку

в двуслюдистые. Гранит сопровождается жильной серией горных пород, инъецирующих кристаллические сланцы как вкрест простирания, так и по сланцеватости. К этой группе жильных пород относятся: альбиты и плагиоклазиты, крупнозернистые пегматиты с гранофировой, реже письменной структурой, мелкозернистые аплиты и кварцевые жилы.

К пегматитовым и альбититовым жилам, являющимся апофизами гранитов в полосу кристаллических сланцев, примыкает как бы в виде оторочки полоса биотитового сланца (рис. 6), мощностью от 1 см до 1 м, содержащая в себе изумруды.

Общая последовательность геологических процессов, участвующих в формировании изумрудоносного района, намечается А. Е. Ферсманом в следующем виде.

Фаза I. Образование свиты осадочных пород; внедрение продуктов дифференциации габбро-перидотитовой магмы; внедрение диоритовых жил.

Фаза II. Действие бокового давления, сопровождающегося механическими разломами; образование свиты кристаллических сланцев с одновременным внедрением гранита, а также пегматитовых и аплитовых жил; образование и внедрение жильных апофиз по сланцеватости пород и переход их в мигматиты.

Фаза III. Гипергенная переработка горных пород, слагающих месторождение (каолинизация, оталькование, серпентинизация?).

Схематический профиль месторождения изумрудов с запада на восток изображается в следующем виде.

1	2	3	4	5
Гранит	Остаточная гранитная магма, подвергнувшаяся эндоморфному метаморфизму	Мигматическая зона с изумрудом	Контактово-метаморфические и инъецированные сланцы	Ультраосновные и основные породы (перидотиты, пироксениты, габбро и др.)

Таким образом, в свите кристаллических сланцев месторождения изумрудов занимают определенное место и состоят в основном из четырех тесно связанных между собою элементов: пегматит, альбитит и другие жильные породы гранитной магмы, изумрудоносный биотитовый сланец, хлорито-актинолитовый сланец, тальковые и талько-сланцеватые сланцы. Все эти породы залегают в определенном порядке и по направлению от пегматита к вмещающим породам следующим образом сменяют одна другую: 1) пегматит до 2 м, 2) биотитовый сланец до 1,5 м, 3) хлорито-актинолитовый сланец до 1 м, 4) тальковый сланец до 3 м и более. Таким образом, в идеальном случае от лежачего бока к висячему породы будут чередоваться в последовательности 4, 3, 2, 1, 2, 3, 4; в действительности же наблюдаются отклонения от этой схемы в виде 4, 1, 2, 3, 4 или 4, 3, 1, 2, 3, 4.

Выделения кристаллов изумруда приурочены исключительно к зоне биотитового сланца (рис. 7) или к полевошпатовым или кварцевым линзам, залегающим в этом сланце. В тальковых и талько-актинолитовых сланцах изумруд попадает редко.

Изумруд с густой зеленой окраской встречается преимущественно в биотитовом сланце, а также иногда в кварцевых линзах. В полевых шпатах он окрашен в светлые молочно-зеленые тона и относится собственно к бериллу. Большая изумрудоносность приурочена к висячему боку. Величина кристаллов изумруда варьирует в широких пределах, от нескольких миллиметров до 20 см.

Из спутников изумруда можно отметить: а) минералы пегматитового процесса: берилл, топаз, дымчатый кварц, полевой шпат, альбит, флюорит,

фенакит, апатит, турмалин, мусковит, гранат, колумбит; б) минералы пневматолита и гидротерм: альбит, десмин, молибденит; в) минералы кристаллических сланцев: актинолит, тальк, биотит, мусковит, хлорит, рутил, эпидот, маргарит, роговая обманка, асбест, серпентин; г) минералы гипергенеза: каолин, тальк, нонтронит, халцедон, окиси марганца.

Фенакит и александрит являются камнями высокой ценности.

Детальное изучение академ. А. Е. Ферсманом генезиса уральских изумрудных месторождений привело его к выводу, что они относятся к типичным мигматическим пегматитам. Образование месторождений связано с контактным воздействием гранитной магмы, в частности ее пегматитовых жил, насыщенных минерализаторами, на свиту кристаллических сланцев, которые в свою очередь являются продуктами изменения ультраосновных пород.

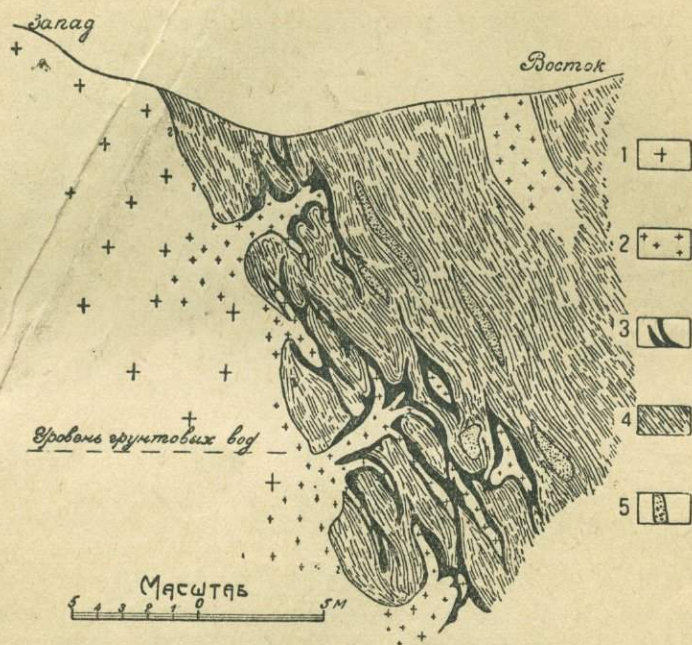


Рис. 6. Геологический разрез пегматитовых жил изумрудных копей на Урале.

1 — гранит, 2 — пегматит, альбитит, письменный гранит, каолин, 3 — изумрудноносный слюдяной сланец, 4 — тальковый, актинолитовый и глинистые сланцы, 5 — гнейсовидные плотные сланцы и гранодиоритовые жилы. Аплиты.

В результате мигматического процесса между остаточным раствором кислой магмы (K, SiO_2), насыщенным минерализаторами, и магнезиальными силикатами (Fe и Mg) боковых стенок возник биотитовый сланец.

Сам пегматитовый расплав в конечном итоге претерпел глубокий эндоморфный метаморфизм, в результате которого первоначальный химический состав пегматитов резко изменился (образовались альбитит, плагиоклазиты).

Процесс этот в первых своих фазах происходит при сильном боковом давлении и температуре $600-800^\circ$ (фаза В и С).

Окраска изумрудов, обусловленная наличием в них хрома, также подтверждает указанные выше соображения о процессах мигматизации, поскольку этот элемент является типичным лишь только для основной магмы.

Проф. П. П. Пятницкий, изучая изумрудные копи, в противоположность мнению большинства специалистов выдвинул новую теорию образования изумрудноносных сланцев за счет диорит-амфиболитов при участии

роцессов десиликации пегматитов и весьма оригинальную теорию образования за счет этих же диорит-амфиболитов тальковых сланцев.

Разработка изумрудоносной полосы кристаллических сланцев производится как открытым, так и подземным способом.

Вдоль всей полосы с севера на юг располагаются следующие рудники (прииски): Марьинский, Троицкий, Люблинский и Сретенский, Островский и Красноболотский.

Наиболее богатым прииском всегда считался Марьинский. Здесь находят, кроме темных изумрудов, также винно-желтые, розовые фенакиты и крупные кристаллы рутила.

В 1924 г. на этом прииске в делянке Скутина было обнаружено исключительное по своему богатству гнездо изумрудов.

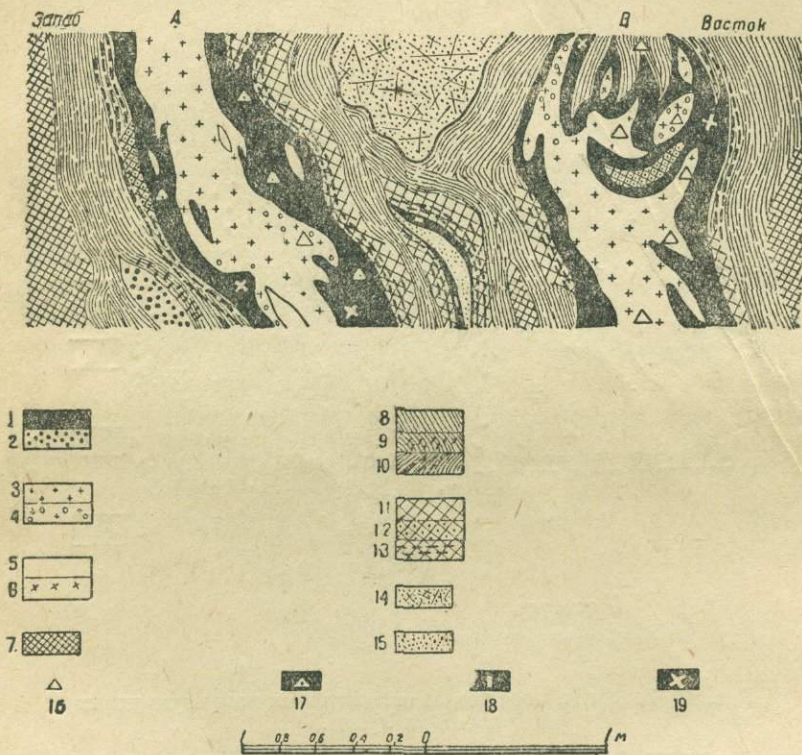


Рис. 7. Геологический разрез (детальный) пегматитовых жил изумрудных копей на Урале.

1 — изумрудоносный биотитовый сланец, 2 — «Звездарь», 3 — пегматит, полевоы шпат, 4 — каолин, 5 — кварц серый, 6 — кварц железистый, 7 — глинистые сланцы разных типов, 8 — тальковый сланец белый, 9 — тальковый сланец желтый, 10 — тальковый сланец с биотитом, 11 — актинолитовый сланец (частью отальцованный) «ширла», 12 — актинолитовый сланец (частью отальцованный) мелкий «синюха», 13 — актинолитовый сланец (частью отальцованный) с биотитом, 14 — гранодиорит, гнейсовые плотные породы, диорит и пр., 15 — аплитовые или мелкозернистые гранитные жилки и пр., 16 — светлый берилл, 17 — изумруд, 18 — турмалин, 19 — апатит.

Крупнейшие месторождения а к в а м а р и ц а находятся в Забайкалье на Шерловой горе в 12 км на юго-запад от ст. Хадабулак, Забайкальской ж. д., и в 25 км к северо-западу от ст. Борзя.

В геологическом строении района принимает участие: а) свита осадочных пород палеозойского возраста, представленных метаморфическими сланцами и песчаниками, б) серия изверженных пород, представленная древними катаклизическими гранитами, а также диоритами и диорит-порфирами в виде штоков и жил, прорезающих еще более древние граниты, и более юными — гранитами и кварц-порфирами, относящимися к последним фазам альпийской складчатости.

Шерлова гора, представляющая собою небольшой горный массив, сложена вышеупомянутыми молодыми гранитами, а также связанными с ними порфировым гранитом, пегматитами и кварцевыми жилами. На контакте с шерловогорским гранитным массивом осадочные породы сильно метаморфизованы и превращены в роговики. В приконтактовой зоне встречается иногда в небольших количествах флюорит, топаз, касситерит и апатит. Зона изменения осадочных пород очень велика, достигает 2 км. Древние изверженные породы в контакте также сильно окварцованы.

Наиболее характерной породой, развитой в пределах шерловогорского гранитного массива, является так называемый грейзен (рис. 8), который и содержит в себе залежи аквамаринов и топазов, создавших славу Шерловой горе.

Грейзен представляет собою коричневую часто пористую породу, обычно окрашенную окислами железа, состоящую из мелкозернистой смеси кварца и чешуйчатой бледнозеленоватой пневматолитической слюды. Грейзен тесно связан с гранитом и образует в нем постепенные переходы.

Форма залегания грейзена неправильная, однако, очень часто он приурочен к кварцевым жилам или особым трещинам, рассекающим во всех направлениях гранит.

Общий схематический разрез «жил» грейзена, имеющих мощность 10—30 см, следующий (по О. Д. Левицкому).

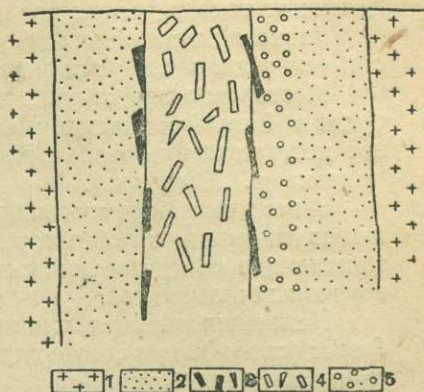


Рис. 8. Геологический разрез жил грейзена на Шерловой горе.

1 — гранит, 2 — грейзен, 3 — дымчатый кварц, 4 — обогащенная ферберитом, базовисмутитом и цветными камнями часть, 5 — берилловая порода.
(По А. К. Болдыреву и Я. А. Луи).

1. Гранит
2. Грейзенизированный гранит (серицитизация и окварцевание полевых шпатов, топазы редки)
3. Краевой грейзен (кварцево-слюдистый)
4. Кварцево-топазо-слюдистый грейзен
5. Кварцево-топазовый грейзен (полевой шпат замещен кварцем, топазом с сидерофиллитом, топазом, бериллом, вольфрамитом и висмутовыми минералами. Дальше указанные зоны располагаются симметрично в обратном порядке.

Из минералов, характерных для грейзена, можно отметить следующие: кварц, топаз, аквамарин, берилл, флюорит, турмалин, молибденит, вольфрамит, арсенопирит, висмутовые минералы, скородит и др.

Наиболее крупные и хорошие кристаллы аквамарина и топаза залегают в виде гнезд в грейзеновой породе, достигающих 1 м в поперечнике.

По Сущинскому, аквамарины вырастают здесь в беловатую с розовым оттенком «мякоть», легко разламывающуюся и состоящую из смеси глинистого вещества, мелкочешуйчатой слюды и лилово-фиолетового землистого флюорита.

Кроме того, кристаллы аквамарина бывают рассеяны среди кристаллов дымчатого кварца, переходящего непосредственно в окружающую кварцевую грейзеновую породу.

Наконец, наблюдается развитие сплошных берилловых (или аквамаринных) пород в окружающем грейзене, состоящих из скоплений удлиненных (по 5 см и более) кристаллов аквамарина.

Кристаллы аквамарина Шерловогорского месторождения характеризуются светлоголубой окраской и высокой степенью прозрачности. Для добычи аквамарина и топаза на Шерловой горе проведены многочисленные разработки. Из них наиболее крупной и широко известной является «Мил-

лионная яма» или «Кусанская яма», из которой в свое время было добыто много драгоценного камня.

Генезис зон грейзена, несущих в себе залежи аквамарина и топаза, обязан пневматолитическому воздействию на гранит летучих эманаций гранитной магмы, выделение которых происходило или в тесной связи с образованием кварцевых жил или в не связи с ними, а самостоятельно, вдоль определенных тектонических трещин.

Разновидности берилла встречаются также на Урале в Мурзинском районе (см. описание месторождений топаза).

Месторождения за границей. Крупнейшими месторождениями изумрудов в Колумбии являются Музо (Muzo) и Чивор (Chivor). Наиболее изученное месторождение расположено в верховьях бассейна р. Минеро, правого притока р. Магдалена.

В геологическом строении изумрудоносного района участвует в основном свита брекчеподобных, разрушенных пластов нижнего мела, несогласно залегающая на кристаллических сланцах с подчиненными им древними интрузивными породами.

Нижнемеловые отложения делятся на два главных горизонта: *капас-буэнас* (capas-buenas), содержащий изумруды и *камбиадо* (cambiado), в котором изумрудов нет.

Между этими основными горизонтами появляются иногда промежуточные прослои кама (sama) и ценицero (cenicero).

Идеальный геологический профиль месторождения рисуется в следующем виде (сверху вниз):

Изумрудоносные слои { „Кapas-буэнас“ черные, битуминозные известковые сланцы с неравномерно развитой сетью жил и прожилков, заполненных кальцитом и доломитом в сопровождении пирита, изумруда, паризита, альбита, апатита, плавикового шпата и барита. Мощность до 50 м.

Промежуточные прослои

1. Верхний серый „ценицero“: прослоек обломочной пепловидной породы, сложенной из кальцита, доломита, кварца и пирита; встречается тальк, барит и разрушенный изумруд; мощность 20—60 см.

2. Нижний красный „ценицero“: сложен из доломита и альбита, а также пирита, кальцита, кварца, мощность 20—60 см.

3. „Кама“ — кальцит и кварц.

Верхний „камбиадо“: черные сажистые и глинистые сланцы с пропластками известняка.

Граничащий между верхним и нижним „камбиадо“ прослой — брекчия из темных пород или кусков с баритом.

Нижний „камбиадо“: черные сажистые и глинистые сланцы, с более мощными пропластками известняков; с подчиненными им в нижней части альбитизированными залежами и пегматитовыми жилами.

Изумрудный горизонт «капас-буэнас» сложен перемежающимися слоями черного глинистого сланца и черного известняка; средняя мощность горизонта 10—30 см, в исключительных случаях достигает 50 м.

Вся свита собрана в короткие, сильно смятые, тесно сдвинутые складки, с колеблющимся в широких пределах простиранием и падением. Породы этого горизонта сильно разбиты трещинами в разнообразных направлениях (рис. 9); наиболее узкие трещины заполнены волокнистым кальцитом или арагонитом; более мощные — кальцитом белого цвета и серым церийсодержащим доломитом.

Последние жилы являются изумрудоносными и содержат в себе кроме кальцита и доломита, следующие минералы: изумруд, пирит, кварц, паризит $[(\text{Ce}, \text{La}, \text{Di})\text{F}]_2 \cdot \text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ — апатит, флюорит, альбит и барит.

Промежуточные прослои представлены мелкозернистой, пеплообразной породой «ценицero» и породой «кама»; «ценицero» представляет собою обломочную породу, сложенную из кусочков кальцита, доломита, кварца и пирита, сцементированных известковистым цементом. Залегает она между изумрудоносным горизонтом и «камбиадо» в виде неправильных линз, мощностью до 1 м; местами под слоем «ценицero» залегает прослой «кама», который в свою очередь залегает непосредственно на «камбиадо»; «кама» состоит из крупных кристаллов кальцита, сцементированных кварцем, кальцитом, иногда альбитом и баритом.

Непродуктивный горизонт «камбиадо» сложен чередующимися слоями черного кристаллического известняка до 25 см мощностью и менее мощных слоев глинистого сланца; падение породы на юг около 60°.

Горизонт «камбиадо» разбит трещинами различной мощности, перекрещивающимися между собою в разнообразных направлениях; трещины заполнены кальцитом, доломитом и пиритом.

В известняке часто встречаются выделения кристаллов альбита, которые в верхних частях известнякового горизонта настолько обильны, что в общей массе приобретают вид альбитовой породы, достигающей мощности в несколько метров.

Образование альбита в данном случае объясняют метасоматическим замещением кальцита.

В окрестностях месторождения близ Банко-Амарилло и Банко-Централь в описываемом горизонте «камбиадо» встречаются выходы пегматита, сложенного калиевым полевым шпатом, кварцем, серицитовой слюдой, альбитом и апатитом.

Вопрос о генезисе изумрудоносных жил месторождения Музо еще недостаточно выяснен.

П. П. Пятницкий связывает эти месторождения с гидротермальным пегматитовым типом жил.

Акад. А. Е. Ферсман относит изумрудоносные кальцитовые жилы к очень редким, флюокарбонатным пегматитам (тип 8-й), кристаллизующимся на границе фаз G и H и в начале фазы H.

По всей вероятности кальцитовые жилы с кварцем, пиритом, паризитом, баритом и альбитом являются своеобразными жильными скоплениями летучих компонентов, связанных генетически с гранитными пегматитами. На такой генезис их указывает нахождение в районе месторождений изумрудов пегматитовых жил, а также широкое развитие в известняках альбитовых жилообразных образований, достигающих мощности в несколько метров.

Источником кальция для образования кальцитовых жил могли быть, очевидно, как пегматиты, так и известняковые прослои «камбиадо».

Копи Музо разрабатываются открытым способом.

Ежегодная добыча изумрудов, по П. П. Пятницкому, оценивается в 1 000 000 руб.

Окраска изумрудов характеризуется густым изумрудно-зеленым оттенком; встречаются, однако, довольно часто светлозеленые и почти бесцветные разности, а также зонарно окрашенные кристаллы.

По качеству добытые изумруды делятся на шесть классов, из которых первый сорт носит название «масляные капли».

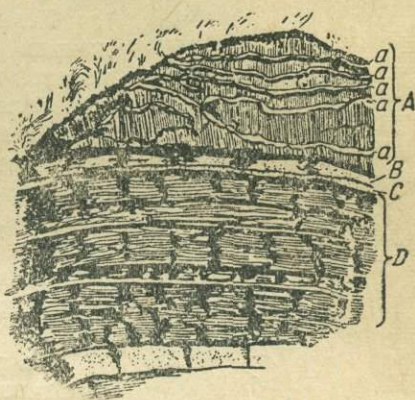


Рис. 9. Геологический разрез изумрудных копей в Колумбии.

A — изумрудоносные слои, aa — жили кальцита, B — ценицero, C — кама, D — камбиадо.

Общий выход подходящих для огранки камней из валовой добычи определяется количеством около 16%, причем около 2% камней относится по качеству к первому классу.

Южная Африка. Месторождение изумрудов было открыто в 1927 г. в области Лейдсдорпа в восточной части Северного Трансвааля Южноафриканского Союза, у подножия южного склона хребта Мурчисона.

Хребт Мурчисона, протягивающийся в северо-восточном направлении, сложен архейскими осадочными породами (конгломераты, кварциты, филлиты) и пирогенными сланцами (амфиболиты, тальковые, хлоритовые), простирание которых совпадает с простиранием хребта, падение же крутое, к северу.

Месторождения изумрудов располагаются на границе кристаллических сланцев с древними гранито-гнейсами, окружающими хребт Мурчисона, и связаны генетически с пегматитовыми жилами, инъецирующими обе свиты архейских горных пород.

Пегматиты характеризуются большим содержанием кварца, помимо которого в них развиты полевой шпат и мусковит. В качестве аксессуарных минералов встречаются апатит, черный турмалин, молибденит, берилл и изумруд.

Промышленные залежи изумрудов связаны с пегматитовыми жилами, инъецирующими кристаллические сланцы основного характера (хлоритовые, актинолитовые, биотитовые сланцы).

Суммарная мощность пегматитовых жил с подчиненными им контактовыми зонами достигает 10 м.

На руднике Барбара добыча изумрудов производится путем открытых работ, которые закладываются в биотитовом сланце в 3 м от контакта его с пегматитом. Глубина выработок 12 м, ширина 3 м.

Местами биотитовый сланец проходит в виде зоны среди актинолитового сланца (рис. 10), причем в верхней части этой зоны турмалин встречается в виде гнездообразных скоплений, а берилл и изумруд приурочены к внешнему краю биотитовой зоны у контакта с актинолитовым сланцем; мощность изумрудоносного биотитового прослоя равна примерно 10 см.

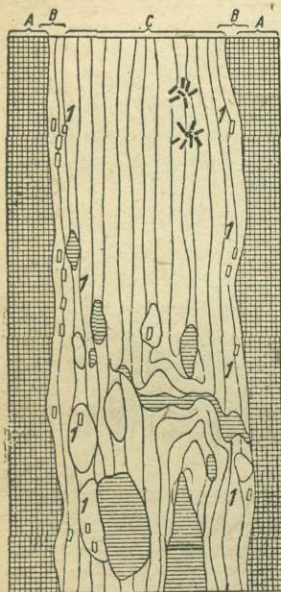
Изумруды встречаются обычно в виде мелких, гексагональных призм с неровной поверхностью. Окраска варьирует в широких пределах, начиная от светлозеленой через оливково-зеленую до чистой изумрудно-зеленой.

Суммарная добыча изумруда в Лейдсдорпском округе, по Эпплеру, выражается в следующих цифрах:

1929 г. — 49 887 карат; 1930 г. — 36 431 карат; 1931 г. — 46 178 карат; 1932 г. — 8 085 карат.

Наиболее крупные промышленные залежи аквамарина в Бразилии находятся в области Марамбайя, в южной части Серра-до-Шифре в северо-восточном Минас-Гераэс.

Вместе с топазом добыча аквамарина производится из вторичных месторождений кварцевых галечников, вдоль русла р. Мукури. В указанном районе имеются 2 месторождения — Лавра-Батадаль и Лавра-Папамель.



1 2 3 4

Рис. 10. Разрез изумрудоносной биотитовой зоны в месторождении Барбара в Лейдсдорпском округе, Южная Африка.

А — актинолитовый сланец, В — изумрудная зона в биотитовом сланце мощностью 10 см, С — биотитовый сланец, 1 — изумруды и бериллы, 2 — линзообразные выделения кварца, 3 — полевой шпат и полевой шпат + кварц, 4 — звезда турмалиновых кристаллов.

Геологический разрез этих месторождений следующий:

1. Красный латерит, мощность	4—6 м
2. Белый и красный латерит	0,3—0,5 м
3. Пласт из обломков полевого шпата	0,2—0,5 м
4. Кварцевые гальки с драгоценным камнем, так называемый пласт „каскальхо“	0,5—1,5 м

В основании залегает глина желто-красного цвета, представляющая собою продукт выветривания подстилающих коренных пород.

На месторождении Лавра-Папамель в 1910 г. был найден сильно окатанный кристалл, весом 110,5 кг, оцененный в 25 000 долларов.

На месторождении Лавра-Камполиндо был также встречен крупный кристалл в несколько футов длиной и 20 см в диаметре, связанный генетически с ослюденелым (мусковит и лепидолит) пегматитом мощностью 6 м.

Из других разновидностей окрашенных бериллов в штате Минас-Жераэ известны месторождения розового берилла и золотистого берилла.

На острове Мадагаскаре драгоценный камень берилл является чрезвычайно распространенным и встречается как в самостоятельных месторождениях, так и в виде спутников в месторождениях других драгоценных камней. Добыча берилла производится большей частью из коренных месторождений его, связанных с пегматитами (за исключением месторождений Ифемпина и Анжанабонина, где он залегает в аллювиальных отложениях и латеритах).

Лякруа делит бериллы Мадагаскара на две главные группы.

1. Так называемые «легкие бериллы» с удельным весом и лучепреломлением, близким к нормальным бериллам. К этой группе относятся голубые, зеленоватые и другие разновидности берилла.

2. Бериллы с высоким удельным весом и показателем преломления, так называемые тяжелые бериллы. К этой группе относятся исключительно розовые бериллы.

Первая группа бериллов (исключительно аквамарин) тесно генетически связана с калиевыми пегматитами, а вторая группа — с натро-литиевыми пегматитами.

Калиевые пегматиты в виде жилообразных залежей инфицируют граниты, гнейсы, кварцево-известковые сланцы, амфиболиты и кварциты. Для описываемых пегматитов характерно развитие в них пустот — «занорышей», стенки которых сложены амазонитом, микроклином, альбитом, кварцем (дымчатый, розовый), железистым турмалином, апатитом, бериллом и топазом. Из аксессуарных минералов встречаются ортит, скаполит, колумбит, самарскит, эвксенит, монацит, флюорит, графит и другие минералы. Шероховатые кристаллы «легких бериллов» встречаются в виде удлиненных гексагональных призм, достигающих по длине 1 м и весом до 30 кг. Окраска их чрезвычайно разнообразна — от бесцветной через зеленоватую до темно-голубой.

Аквамариноносные калиевые пегматиты известны в следующих областях Мадагаскара: Анкацобе, Минен, Тананарив, Мандридрано, Бетафо, Саатани, Анзирабе и др.

Натро-литиевые пегматиты. Жилообразные залежи натро-литиевых пегматитов приурочены большей частью к периферии гранитных массивов и почти всегда залегают в горных породах кварцево-известнякового ряда. Пегматиты, непосредственно залегающие среди гранитов, редки. По степени распространенности они не так многочисленны, как калиевые пегматиты, и по своему возрасту моложе последних.

Минералогический состав натро-литиевых пегматитов чрезвычайно разнообразен и представлен главным образом кварцем (дымчатым), микроклином, амазонитом, альбитом, биотитом, литиевым мусковитом, лепидолитом, циннвальдитом, железистым турмалином, литиевым турмалином, кунцитом; из аксессуарных характерны: колумбит, гамбергит, родицит, эвксенит и др.

Берилл натрово-литиевых пегматитов может быть отнесен ко всем промежуточным типам его, начиная от более легких по удельному весу до более тяжелых. Легкие по удельному весу бериллы входят в качестве составной части в массивную пегматитовую массу, в то время как наиболее тяжелые заполняют свободные полости — «занорыши». Форма кристаллов бериллов отличается от формы их в калиевых пегматитах и характеризуется более укороченными и даже пластинчатыми кристаллами. Величина их также значительно меньше — по длине около 10 см; окраска от светлорозовой до темнорозовой; зеленоватые и особенно голубые тона камней довольно редки.

Из месторождений этого типа бериллов на Мадагаскаре можно отметить области: Бетафо, Саатани.

Ежегодная добыча бериллов на Мадагаскаре весьма значительна.

ШПИНЕЛЬ (БЛАГОРОДНАЯ)

Химический состав благородной шпинели: $MgO \cdot Al_2O_3$; окись магния иногда частично замещается окисью хрома и железа.

Кристаллизуется шпинель в правильной системе; наиболее частой формой кристаллизации ее является октаэдр. Твердость по шкале Мооса 8.

Лучшие сорта шпинели дают гамму от чисто красного до розового цвета. По Вейгелю, окраска обуславливается наличием хрома и железа; содержание хрома в красных шпинелях Цейлона достигает 1,1%.

Вильд и Клемм спектроскопическим путем обнаружили в окрашенной шпинели, кроме хрома и ванадия, также Cu , Ni , Zn , Sn , Ti , Mn . Оптически шпинель изотропна, что отличает ее от сходного с ней по окраске и твердости рубина. Показатель преломления 1,716—1,722. Удельный вес 3,52—3,71. В зависимости от цвета драгоценная шпинель обращается на рынке под различными названиями: бледнокрасная называется рубин-балэ, темнокрасная — рубиновой шпинелью, с буроватым или желтоватым оттенком — гиацинтовой и красно-фиолетовая — альмандиновой. Кроме перечисленных оттенков, встречаются также синие и сине-зеленые цвета.

Образование в природе драгоценной шпинели связано с контактово-пневматолитическими процессами, возникающими при иньекции остаточных расплавов — гранитной магмы в доломитизированные кристаллические известняки. Этим самым коренные месторождения шпинели тесно связываются генетически с коренными месторождениями рубина. В россыпях они обычно сопутствуют друг другу.

Месторождения СССР. В Средней Азии широко известные в литературе рубиновые копи Памира условно относятся акад. А. Е. Ферсманом к шпинелевым. Копи расположены в Шунгане близ местечка Гаран, на правом берегу Пянджа, в 85 км к югу от Хорога и 40 км от Бар-Пянджа. Эти копи известны в литературе под названием Бадахшанских.

Шпинель залегает в кристаллических доломитизированных известняках. Месторождение в значительной степени выработанное.

Месторождения загранич. Крупнейшие месторождения драгоценной шпинели находятся в округе Могок, Верхней Бирмы, где она является спутником рубина, коренные месторождения которого приурочены к сильно метаморфизованным известнякам, переслаивающимся с гнейсами. При выветривании этих известняков образуются аллювиальные россыпи рубина и шпинели. При разработках этих россыпей на рубин шпинель извлекается как побочный продукт. Годовая добыча шпинели в Верхней Бирме до кризиса достигала: в 1928 г. — 3 870 карат; 1929 г. — 3 480 карат; 1930 г. — 2 784 карат. Максимальная цифра приходится на 1913 г., когда было добыто 53 428 карат.

На острове Цейлон благородная шпинель, повидимому, также генетически связанная с кристаллическими известняками, добывается из вторичных месторождений — россыпей попутно при добыче сапфира.

Химический состав топаза отвечает формуле $Al_2SiO_4(F,OH)_2$. Спектроскопический анализ указывает на незначительные примеси Cr, Fe, Ag, Na, V. Топаз относится к ромбическому бипирамидальному классу ромбической системы и характеризуется почти всегда наличием двух вертикальных призм, благодаря чему кристаллы его носят ярко выраженный короткоили длинно столбчатый габитус. Твердость по шкале Мооса 8; удельный вес возрастает с увеличением F и колеблется в пределах 3,514—3,567. Весьма стоек против кислот, оптически двуосный, положительный. Показатели преломления непостоянны. Для бразильских топазов $N_p = 1,6120 — 1,6294$; $N_m = 1,6150 — 1,6308$; $N_g = 1,6224 — 1,6375$.

Угол оптических осей $2V = 50—67^\circ$; $2E = 71—129^\circ$; $p > V$; обладает ясным, но слабым дихроизмом.

Топазы нередко содержат в себе включения жидкостей и углекислоты.

Окраска топазов чрезвычайно разнообразная: встречаются светло-желтые, темножелтые, бурые, розовые, фиолетово-розовые, зеленовато-голубые, голубые и совершенно бесцветные его разновидности. При продолжительном действии солнечных лучей окраска светлеет. При сильном нагревании желтый бразильский топаз становится окрашенным в нежный розово-красный цвет.

На рынке топаз известен под многочисленными названиями. Так, известны: шафранно-желтый — индийский топаз, золотисто-желтый — бразильский топаз, винно-желтый — саксонский топаз, с зеленоватым оттенком — саксонский хризолит, цейлонские водянопрозрачные гальки, величиной с бобовое зерно — водяные капли, бесцветные или голубые разновидности Урала и Сибири — сибирские топазы или сапфиры, красные топазы — бразильские рубины и т. д. Уральские топазы широко известны в пределах Союза под названием «тяжеловесов».

Условия образования топаза тесно связаны генетически с пегматитовыми, пневматолитовыми и высокотемпературными гидротермальными процессами кислых гранитных магм.

Температурные условия кристаллизации топаза намечаются акад.

А. Е. Ферсманом в следующем виде.

Фаза D — E характеризуется развитием бедных форм кристаллов синего цвета, с сильно развитым базопинакоидом {001} и почти квадратной призмой {120}, нередко включен в полевой шпат и кварц.

Фаза E — F — кристаллы желтого цвета гексагонального габитуса с суженным четырьмя рядами основных призм базопинакоидом; доминирующей призмой служит {110}.

Фаза F — G характеризуется развитием бесцветных или голубых доматических кристаллов, по-уральски — «конвертов»; преобладанием домы {021} и призмы 1 {120}; базопинакоид почти отсутствует; к этой же фазе относится появление мутных головок, так называемых «коньевых зубьев».

Фаза H — I — топазы с острыми формами, окрашенные в винно-желтый и фиолетовый цвет.

В промежуточный момент между фазами G и H, при участии щелочных растворов, для некоторых месторождений топазов характерно развитие процессов разъедания его, сопровождающиеся образованием пленок жильбертита.

К наиболее интересным с промышленной точки зрения месторождениям относятся следующие типы:

1) Пегматиты боро-фтористые и фторо-бериллиевые (типы 3 и 4, по Ферсману А. Е.) с голубым и темножелтым топазом.

2) Оловянные пневматолиты с желтым топазом.

3) Высокотемпературные гидротермальные кварцевые жилы фазы H — I с золотистым и фиолетовым топазом.

Кроме указанных первичных коренных месторождений, известны и вторичные месторождения — россыпи, в которых топаз встречается вместе с другими драгоценными камнями.

Месторождения СССР. Районами месторождений топазов в СССР являются Урал, Забайкалье и Украина. Главные месторождения топазов на Урале, в значительной мере уже выработанные, находятся в пределах Мурзинского района и сгруппированы в окрестностях дд. Алабашки, Мурзинки и Южаковой-Корниловой. Топаз связан генетически с пегматитовыми жилами топазо-бериллового типа (4 тип, по классификации акад. А. Е. Ферсмана).

Пегматитовые жилы имеют неправильную извилистую форму залегания, приближаясь иногда к пластовым жилам; они приурочены преимущественно к свите гранито-гнейсов и протягиваются в среднем в северо-западном направлении под углом 325° .

Внутреннее строение пегматитовых жил характеризуется определенной зональностью, отвечающей соответствующим фазам кристаллизации пегматитового расплава.

Общая схема строения пегматитов Мурзинского района показана на рис. 11.

В тех случаях, когда пегматиты залегают среди гранитов, наблюдаются следующие переходы: на границе с собственно пегматитовой жилой гранит

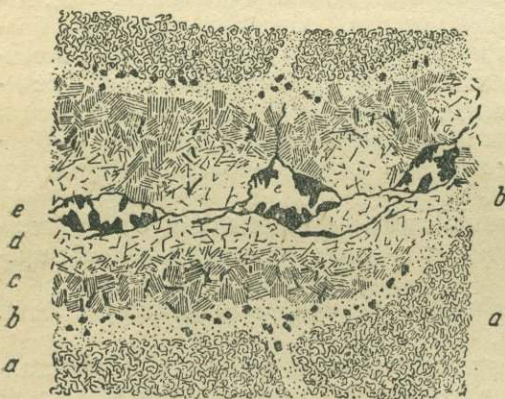


Рис. 11. Схема строения пегматитовых жил Мурзинского района (Мокруша).

а — гранит, б — аплитовая зона, с — припас, д — тощак, е — занорыши.

обогащается магнитным железняком и выделениями биотита, приобретая при этом мелкозернистую, аплитовидную структуру (фаза В). При залегании пегматитовых жил в гнейсах эта зона отсутствует. За аплитовой зоной следует мелкий письменный гранит, так называемый «припас» (фаза В и начало фазы С). Далее к центру жилы «припас» сменяется крупнозернистой пегматоидной породой (фаза D), сложенной из агрегата крупных кристаллов полевого шпата и кварца — «тощак». В некоторых случаях в этой зоне встречаются отдельные кристаллы топаза или берилла, служащие обычно хорошим признаком для

нахождения жил, богатых этими драгоценными камнями. Центральная часть пегматита представляет пустоту — «занорыш», на стенках которой обычно располагаются свободно растущие кристаллы полевого шпата, дымчатого кварца, топаза, берилла, лепидолита и альбита. Величина этих «занорышей» колеблется в широких пределах, начиная от узких трещинок до пустот 5 м длиной, 1 м шириной и 2 м вышиной (Старцева Яма).

Для некоторых пегматитовых жил, например копь Мокруша, характерно развитие тонких ответвлений, представленных в виде кварцевых или кварцево-полевошпатовых жилок, пересекающих окружающие пегматитовую жилу гранито-гнейсы во всех направлениях. Эти тонкие жилки являются до некоторой степени поисковым признаком при разведочных работах.

Из минералов спутников топаза можно отметить: ортоклаз, альбит, лепидолит, мусковит, турмалин, кордиерит, берилл, ростерит, дымчатый кварц, пирит, гранат, апатит, дюмортиерит, колумбит, эвксенит, касситерит.

Из других районов Урала, давших в свое время прекрасный ограночный материал, необходимо отметить Ильменские горы и район Кочкарских золотоносных россыпей.

В Ильменских горах бесцветный или светлоголубоватый топаз связан генетически с пегматитами, инъецирующими гранито-гнейсы, и сопровождается бериллом, фенакитом, альбитом, амазонитом, дымчатым кварцем, малаконом, колумбитом и другими минералами, содержащими редкие земли.

В Кочкарском районе розовый, красный и фиолетовый топаз связан генетически с кварцевыми жилами (фаза Н — I), залегающими в известняках и доломитах. Спутниками топаза являются минералы: хром-турмалин и хромовая слюда.

Топазы Мурзинского района обладают обычно голубоватым цветом, изредка с зеленоватым или желтоватым оттенком, встречаются также бесцветные камни или окрашенные в светлый розовато-желтый тон.

Величина кристаллов очень разнообразна. Наиболее крупный кристалл, весом 27,88 кг, зеленовато-серого, мало прозрачного топаза, был найден в 1910—1911 гг. в коях Мокруша.

Наиболее известными конями в окрестностях д. Алабашки являются: Голодный Лог, Тяжеловесница Большая и Малая, Междудорожница и Мокруша. В окрестностях д. Мурзинки — копи по-р. Кривой. В окрестностях д. Южаковой-Корниловой — копи Золотуха, Чернуха, а также аллювиальные россыпи (гальки топаза) в Корниловом логу.

Месторождения топаза в З а б а й к а л ь е чрезвычайно многочисленны. Генетически они делятся А. Е. Ферсманом на 2 группы.

1. Топазо-берилловые гранитные пегматиты 4-го типа и

2. Пневматолитовые месторождения — грейзены, переходящие в пневматолиты рудных жил тяжелых металлов.

К первой группе относятся месторождения топазов Борщовочного кряжа и Куку-Серкена и ко второй — Шерлова гора.

В районе Борщовочного кряжа расположены наиболее крупные месторождения топазов, характеризующиеся высоким качеством и гигантскими размерами.

Разработки топаза расположены на горах Боец, Семеновской, Кибиревской, Борковской, Вороней, около д. Бянкиной, ниже Нерчинска и в других пунктах.

Окрашены топазы в желто-бурый или винно-желтый цвет. Величина кристаллов разнообразна. Крупнейший кристалл из Кибиревских копей весил 12 кг. Минералы-спутники: полевой шпат, дымчатый кварц, черный шерл, слюда, гранат, аквамарин, берилл и изредка полихромный турмалин.

В районе Куку-Серкена наиболее значительной копью является Частохинская, из которой много было добыто бесцветных кристаллов топаза. Спутниками являются: микроклин, кварц, черная слюда, амазонит, альбит, турмалин, десмин и флюорит.

На Шерловой горе топаз представлен в виде жильного минерала, тесно связанного с аквамарином или кварцем, образуя аквамарино-топазовую и кварце-топазовую породы (см. описание Шерловой горы в главе об аквамарине).

Благодаря тесному прорастанию с вышеуказанными минералами, небольшой величине (длина кристаллов в среднем 3 см), трещиноватости и наличию включений топаз Шерловой горы не имеет промышленного значения.

На У к р а и н е коренные месторождения топаза и их россыпи находятся на Воляни в окрестностях с. Писаревки Володарск-Волинского района и с. Краевщины Коростеньского района.

По данным В. Амбургера, геологически район месторождений сложен докембрийскими кристаллическими горными породами, из которых наибольшим развитием пользуется серый мелкий и среднезернистый, иногда крупнозернистый, порфировидный с микропегматитовой структурой гранит, коростеньского типа. Кроме того, развиты габбро, лабрадориты, розовые и серые граниты и пеликанитовые породы.

Из осадочных пород встречаются небольшие останцы мелового окварцованного известняка и плиты немого песчаника, условно относимого к третичному возрасту.

Кристаллические породы вместе с их продуктами разрушения покрыты серыми валунными супесками, подстилающимися иногда среднезернистыми желтоватыми песками мощностью до 1,8 м.

Месторождение представляет собою преимущественно россыпи пегматитовых жил, крупный коренной выход одной из которых был обнаружен в колонии Викторинке. Пегматит с хорошо выраженной симметричной зонарностью залегает в виде штока среди порфириовидного гранита коростеньского типа.

Внешняя зона пегматита сложена из мелкозернистого письменного гранита мощностью 0,30 м, включающего мелкие жеоды с небольшими кристаллами мориона. Далее к центру зона мелкозернистого письменного гранита сменяется зоной, мощностью до 0,6 м, с индивидуумами кварца, величиной, значительно превышающей величину их в предыдущей зоне. Центральная часть пегматита ближе к поверхности заполнена серым кварцем и полевым шпатом, глубже представлена в виде неправильной пустоты — «занорыша», размерами около 7 м³. Длинная ось «занорыша», длиной 6,2 м, падает на NO 4° под углом 13°; максимальная ширина «занорыша» 2,1 м, высота от 0,4 до 1,3 м.

По В. Амбургеру, «с внутренней стороны стенки «занорыша» покрыты были кристаллами мориона, топаза, ортоклаза, литиевой слюды, альбита в виде ребчатых розеток, которые совместно с серым кварцем заполняли пустоту. Промежуточные пространства выполнены коричневой плотной глиной.

Топаз представлен в виде кристаллов квадратного типа с преобладанием призмы (120). Окраска преимущественно винно-желтого цвета, переходящего в розовый, частично участками — в голубой».

Россыпи топазов приурочены преимущественно к супескам и частично к суглинкам; глубина залегания россыпей незначительна и колеблется в пределах от 0,08 до 1,5 м. Средний вес кристаллов топаза из россыпей равен около 50 г, наибольший — 1 060 г. Окраска бесцветная, голубая, зеленоватая, розовая и светло-виново-желтая. Прозрачность у большей части кристаллов очень высокая, лишь иногда нарушаемая обильными включениями или затеками лимонита по трещинкам.

Петрографический и минералогический состав валунных супесков очень разнообразный и представлен обломками гранитов, амфиболитов, диабазов, пегматитов, гнейсов, кварцитов, песчаников, кварца, окрашенного в серый, молочный, желтоватый, розовый и дымчатый цвет, мориона, горного хрусталя, волосатика, халцедона, топаза, берилла и кремня и др.

Наибольшим развитием пользуются кварцы и морионы, причем вес последних достигает 5,7 кг.

Месторождения за границей. Очень давно (с 1760 г.) известны крупные месторождения топазов в Бразилии в области Оуро-Прето; они приурочены к 20-км горной цепи, расположенной к юго-западу от Оуро-Прето.

Топаз встречается в кварцевых друзах, которые в свою очередь залегают в мягкой, глинистой, темно окрашенной массе, являющейся продуктом выветривания глинистых сланцев. Глинистые сланцы тесно связаны с итаколумитом. Происхождение кварцевых друз связывают с пегматитами или кварцевыми жилами, разрушенными впоследствии в зоне выветривания. Величина кристаллов топаза незначительная, достигает максимум 25 см длины. Обычно кристаллы вытянуты вдоль вертикальной оси.

Окраска кристаллов: желтая, различных оттенков, розовая, рубино-красная, фиолетовая, встречаются бесцветные разновидности.

Спутниками топаза являются: горный хрусталь, дымчатый кварц, черный турмалин, рутил, титанистый железняк, циркон, гематит, флоренсит и эвклаз.

В области Марамбайя в северной части Минас-Гераэ топаз добывается вместе с аквамаринном из россыпей и юных диалетических отложений. Оба эти минерала встречаются в «занорышах» пегматитовых жил с мусковитом и лепидолитом, залегающих на контакте гранита с слюдяными сланцами.

Топазы или бесцветны («капли воды») или окрашены в светлосиние тона («сапфиры»); значительно реже наблюдаются зеленоватые или желтоватые разновидности.

Спутниками являются: аквамарин, берилл, хризоберилл, красный и зеленый турмалин, кварц, касситерит и колумбит.

Многочисленные месторождения находятся еще в районе верхнего течения р. Мукури на северном склоне Серра-дос-Аиморес, где топаз вместе с аквамаринном добывается из вторичных месторождений — кварцевых галечников, мощность которых достигает 0,9 м.

Известны и другие месторождения.

В Европе топазы известны в Саксонии около Ауэрбаха. Геологически месторождение представляет собою брекчию, состоящую из обломков турмалинизированного и окварцованного глинистого сланца, сцементированную топазом и кварцем.

Эта брекчия располагается в зоне сильно дислоцированных и метаморфизованных сланцев, являющихся результатом воздействия гранитной магмы на окружающие кембрийские осадочные породы.

Топаз встречается в топазо-кварцевой породе в виде друз мелких кристаллов; величина кристаллов обычно меньше 1 см и редко достигает 10 см; окраска топаза желтая, от светлой до темной; изредка встречается желто-красная или зеленовато-желтая; преимущественно встречаются бесцветные кристаллы.

Минералами-спутниками являются: кварц, касситерит, вольфрамит и турмалин.

Кроме описанных выше стран, непромышленные месторождения топаза известны в Южной Африке, Родезии, Египте, Австралии, Индии и США.

В США (штат Юта) обращают на себя внимание оригинальные месторождения топаза, представляющие собою заполнения газовых пустот в кислых эффузивных породах — риолитах.

ТУРМАЛИН

Турмалин представляет собою сложный алюмосиликат бора, отвечающий формуле $H_3Al_3(BOH)_2Si_4O_{19}$, причем H_3 может быть частично или целиком замещено Na, Li, K или Mg, Ca, F или, наконец, Al, Fe, Cr, Ti. В зависимости от преобладания того или иного элемента турмалины делятся на следующие группы: щелочные, литиевые, магнизиальные, кальциево-магнизиальные, железистые, магнизиально-железистые и литиево-железистые турмалины.

Турмалин кристаллизуется в гексагональной системе; обычно представлен в виде хорошо образованных призматических кристаллов, то удлиненных, то укороченных. Удельный вес колеблется от 2,94 до 3,24, твердость равна 7,25; оптически одноосен и отрицателен, обладает резким плеохроизмом, показатель преломления N_g — 1,6350—1,6980; N_p — 1,6202—1,6580; окраска самая разнообразная — от бесцветной до черной.

Бесцветная разновидность носит название ахроита, коричневая — дравита, розовая — апирита, красная — рубеллита, синяя — индиголита, фиолетово-синяя и черная — шерла. Встречаются также желтые, зеленые, зеленовато-синие турмалины.

Характерной является часто встречающаяся неодинаковая зонарная или параллельная окраска для одного и того же кристалла; в таких кри-

сталлах нижняя часть может быть окрашена в светлые тона, а верхняя в черный цвет. Окраска турмалинов тесно связана с их химическим составом и объясняется примесью Fe, Mn, Cr и Ti. Прозрачные красные турмалины являются наиболее ценными камнями, как поделочные.

Месторождения турмалина связаны исключительно с дериватами кислой гранитной магмы. Температурные условия образования чрезвычайно многообразны: он встречается в гранитах в последних стадиях его кристаллизации, в пегматитах, пневмолитах и высокотемпературных гидротермальных жилах.

Последовательность выделения турмалина акад. А. Е. Ферсманом намечается в следующем виде.

Фаза А и начало **В** — лучистые скопления шерла в гранитах.

Фаза D и конец **С** — главное время образования шерла в виде крупных черных кристаллов; в пневмолитах эта фаза характеризуется замещением биотита и полевого шпата.

Фаза E и начало **F** — после перерыва или непосредственно нарастая на шерл фазы D, происходит образование синего турмалина.

Фаза F—G — образование полихромного и розового турмалина в последовательности: бурый, зеленый, бурый, розовый, вишневый.

Фаза G (конец) — образование розового турмалина, замещающего лепидолитом.

Фаза H — образование игольчатого шерла, иногда в сопровождении флюорита и цеолитов.

Наиболее интересными с промышленной точки зрения являются те месторождения, которые связаны с натро-литиевыми пегматитами (5 тип, по А. Е. Ферсману), кристаллизующимися при температурах, отвечающих фазе F—G. Минералами-спутниками турмалина в этих месторождениях являются: альбит, лепидолит, топаз, воробьевит (розовый берилл), апатит, касситерит, колумбит, сподумен, пирит, зеленый мусковит.

Месторождения СССР. Месторождения турмалина известны в Забайкалье в районе Борщовочного кряжа. Наиболее интересным является район д. Савватеевой, в окрестностях которой расположены крупнейшие месторождения цветных и полихромных турмалинов. Главное из них находится на г. Ургучан, в 3 км к юго-западу от д. Савватеевой.

По данным акад. А. Е. Ферсмана, ургучанская жила залегает в гнейсогранитной толще, занимающей центральную часть хребта. Она окаймляется полосой слюдяного гранулита с подчиненной залежью малаколитовой породы. Выработка драгоценных камней, около 30 м в поперечнике, заложена в пегматите, сложенном из полевого шпата, бесцветного кварца и черной слюды с богатым содержанием черного турмалина. Скопления цветных и полихромных турмалинов приурочены к «гнездам» в пегматитовой жиле, где их сопровождает горный хрусталь, дымчатый кварц, щетки альбита, фиолетовый лепидолит. Спутниками турмалина, кроме того, являются еще бледнорозовый прозрачный воробьевит, желтовато-красный гранат, а также голубоватый и бесцветный апатит.

В этой копи, разрабатываемой еще с сороковых годов прошлого столетия, встречаются кристаллы малинового, зеленого, соломенного и желтого цветов и попадает также бесцветный турмалин.

По генезису Ургучанское месторождение турмалинов относится к натро-литиевым пегматитовым жилам.

Из других месторождений цветных и полихромных турмалинов можно отметить Лесковскую группу их, расположенную в окрестностях д. Лесковой, куда входят Барковская гора, Вороняя гора, Стрелка и с. Лукинское, и Кибиревскую группу, расположенную на водоразделе р. Кибиревой.

Месторождения за границей. Юго-западная Африка. Наиболее крупное месторождение турмалина расположено в 2,5 км к востоку от Узакос и представляет собою турмалинсодержащую, сильно окварцованную полевошпатовую пегматитовую жилу, инъецирующую вместе с гранитом кристалли-

ческие биотитовые сланцы. Наиболее крупные скопления турмалина, мощностью от 40 см до 2 м, встречаются главным образом около скоплений кварца. Основным спутником турмалина является касситерит; окраска турмалина преимущественно зеленая и зелено-синяя, а также светлозеленая и светло-синяя. Турмалин с желтыми, коричневыми и красными тонами редок.

Другие месторождения турмалина известны еще в следующих пунктах: Пауваб, Сандамаб, Амеиб, Шатпютц и др.

Валовая добыча в Юго-западной Африке в 1929 г. равна 32,3 кг, в 1930 г. — 11,6 кг.

Мадагаскар. Мадагаскарские месторождения турмалина, согласно исследованиям Лякруа, связаны с пегматитовыми жилами, причем черно окрашенные турмалины известны почти во всех жилах, камни же другой окраски встречаются только в натрово-литиевых пегматитах. В пегматитовых жилах турмалин встречается, с одной стороны, как породообразующий минерал, с другой стороны, заполняет в друзах пустоты. В последнем случае его кристаллы особенно чисты и представляют большой промышленный интерес.

Окраска турмалина разноцветная. Встречаются разновидности и с зонарной окраской.

Месторождения турмалина на Мадагаскаре весьма многочисленны. Одни из них выработаны совершенно, другие представляют еще и до настоящего времени большой промышленный интерес.

Впервые добыча турмалина производилась из месторождения Антсонгомбато в области Бетафо. С генетической точки зрения интересно отметить еще месторождения Антандрокомба к югу от горы Бити, где красный турмалин встречается в натро-литиевом пегматите, инъецирующем известняки; спутниками турмалина являются розовый берилл, зеленоватый берилл, гиденнит, кунцит. К числу крупных промышленных месторождений можно отнести месторождения Анжанабоноина в области Бетафо.

В этих месторождениях турмалин вместе с розовым бериллом добывается из латерита.

Коренные залежи турмалина связаны с кварцево-берилловыми пегматитами, инъецирующими свиту из гнейсов, глинистых сланцев и кварцитов с подчиненными им пропластками известняка.

Выделение турмалина происходило, очевидно, в пустотах, «занорышах». Величина кристаллов колеблется в широких пределах, достигая иногда очень крупных размеров (до 15 кг). Здесь спутниками турмалина являются: розовый берилл, сподумен (кунцит), данбурит, спессартин, магнетит, кварц (горный хрусталь, дымчатый кварц, аметист), амазонит.

К югу от Анжанабоноина известны месторождения Вохитраканга и расположенные к югу и северу от него золотые прииски на р. Анконахона и Андраномена, где кристаллы розового, зеленого, желтого и коричневого турмалина добываются из аллювиальных отложений.

Кроме описанных месторождений, турмалин встречается еще возле Лаондарни, к югу от Фефена.

США. Крупнейшие месторождения турмалина США находятся в Южной Калифорнии в районах Сан-Диего и Риверсайд. Турмалин генетически связан с литиевыми пегматитами, инъецирующими габбро, гнейсы и граниты.

Мощность пегматитов колеблется в пределах от 0,3 до 15 м. Пегматиты сложены большей частью письменным гранитом или другими минералообразованиями, отличными по составу в верхней, средней и нижней частях их.

В большинстве случаев верхняя часть пегматитовых жил сложена из грубозернистой породы, состоящей из мусковита, кварца и альбита, которая следует за тонкозернистой зоной письменного гранита.

Центральная часть пегматитов сложена также из грубозернистого агрегата, обогащенного драгоценными камнями: полихромным турмалином, бериллом, кунцитом, спессартином и топазом; в качестве спутников являются:

лепидолит, амблигонит, пластинчатый альбит, ортоклаз, мусковит, черный турмалин, горный хрусталь, дымчатый кварц, розовый кварц и гиалит.

Нижняя часть пегматитов сложена из тонкозернистого аплита. Кристаллы турмалина встречаются в виде удлиненных призм. Преобладающая окраска их красная. Встречаются частично кристаллы, окрашенные в желтый, зеленый и голубой цвета. Бесцветный турмалин редок.

В районе Сан-Диего можно отметить целую группу турмалиновых месторождений — Меза-Грандэ, Пала, Ринкон и Рамона; однако, основную массу турмалина дают Меза и Пала.

Месторождения Меза-Грандэ, расположенные в 162 км к юго-востоку от Пала, были открыты в 1898 г. В этих месторождениях турмалин окрашен преимущественно в красные тона. Здесь были добыты два огромных кристалла: один длиной 60 мм при поперечном сечении в 50 мм, а другой длиной 175 мм, сечением в 24 мм.

Среди месторождений Пала выделяется рудник Стьюарт Литиа Майн, расположенный в 2,25 км к северо-востоку от Пала. Здесь пегматитовая жила, длиной около 1,5 км, протягивается в северном направлении, имея слабое падение (10—15°) к западу. Тело пегматита сложено из крупных кристаллов полевого шпата (до 2,5 м длиной) и кварца, прорастающих в виде письменного гранита. Лепидолит распределен в пегматите в виде неправильно ограниченных масс. Из минералов-спутников встречаются турмалин и лиловый сподумен (кунцит), которые образуют в пегматите или массе лепидолита друзовые пустоты или карманы. Вместе с этими друзами в пустотах встречается каолиноподобная масса, которая определена Варингом как галлоизит. Турмалин представлен в виде крупных кристаллов розового цвета. В лежачем боку пегматит становится более тонкозернистым и содержит редкие кристаллы турмалина.

Кроме описанных выше месторождений Калифорнии, крупными районами по добыче турмалинов являются штаты Мэн, Колорадо, Коннектикут, Нью-Йорк и Массачусетс.

Месторождения турмалинов в Мэн связаны с пегматитами, несущими в себе, кроме турмалина, топаз, кварц и берилл. Они распространены на обширной площади, шириной в 22 км, с протяжением на расстояние около 100 км от Аубурна до Ньюри.

Пегматитовые жилы, сложенные из грубозернистого агрегата полевого шпата, кварца и слюды, инъецируют в виде интрузивных масс сильно смятые и метаморфизированные сланцы с подчиненными им гнейсами, диоритами и диабазами. Окраска кристаллов голубая, зеленая, красная, а также часто зонарная.

Спутниками турмалина являются обычно: берилл, топаз, горный хрусталь, розовый кварц и аметист.

Крупнейшими месторождениями района Мэн являются Маунт-Майк и Маунт-Апатит.

Месторождение М а у н т - М а й к представляет собою пегматитовую жилу, мощностью около 6 м, залегающую в виде пластовой залежи среди кристаллических сланцев. Простирается сланцев северо-восточное, падение 20—30° на юго-восток.

Главными породообразующими минералами пегматита являются: кварц, ортоклаз, микроклин, мусковит, биотит и черный турмалин, а минералами-спутниками драгоценного турмалина — лепидолит, берилл и сподумен.

Драгоценный турмалин располагается обычно в пустотах «занорышах», стенки которых выстланы лепидолитом, клевеландитом, амблигонитом и кварцевыми кристаллами; нижняя часть пустот заполнена глинистой массой, образовавшейся за счет разрушения вышеуказанных минералов.

М а у н т - А п а т и т представляет собою мощную раздваивающуюся жилу, инъецирующую слюдястые сланцы; жила протягивается в северо-западном направлении с небольшим падением на северо-восток. Характер

структуры пегматитовой жилы от всячего бока к лежащему представлен в следующем виде: верхний письменный гранит — 1,2—1,8 м; пегматит, содержащий драгоценные камни, — 0,6—1,5 м; полевошпатовая зона — 0,6 м; гранатовая зона — тонкая, нижний письменный гранит, — 2,4 м.

Промышленный турмалин встречается в пегматитовом теле в виде друз, заполняющих пустоты; возле этих друз встречается кlevelandит, сростки турмалина и кварца, а также лепидолита и мусковита; во внутренней части пустот турмалин частично превращен в каолинизированную массу. Добываемый турмалин окрашен в зеленый и реже в розовый и голубой цвет.

Валовая добыча турмалина за последние десять лет (1920—1930 гг.) в США выражается в следующих цифрах (долларах):

1920—4 869	1926—4 300
1921—1 450	1927—3 140
1922—1 878	1928—4 350
1925—5 000	1929—4 900
	1930—5 200

Многочисленные месторождения турмалина Бразилии долгое время являлись единственными источниками драгоценного камня. Особенно крупные партии камня из этих месторождений поступали на мировой рынок в начале этого столетия. Сейчас они более или менее выработаны. Генетически турмалин связан с пегматитовыми жилами. Добыча сырья производится из коренных его залежей, элювиальных и аллювиальных россыпей и частично из латеритов. Окраска турмалинов очень разнообразная; встречаются бесцветные, светло- и темнорозовые, желтые, коричневые, зеленые разновидности, а также зонарно окрашенные и изредка синие. Самым крупным месторождением в Бразилии является Барра-де-Салинас в северо-западной части штата Минас-Жераэс. Месторождение представляет собою турмалиновую пегматитовую жилу, расположенную на северо-западной границе огромного гранитного массива. Жила выработана до глубины 20 м; в течение нескольких лет из нее было добыто большое количество турмалина исключительного качества. Месторождения, связанные с разрушенными пегматитами, известны в обширной области, простирающейся от Итамарандиба к северо-востоку до р. Пиаху и далее к западу и северо-востоку до Боквейрао и Сан-Антонио-дас-Салинас.

ГРАНАТЫ

Гранаты представляют собою изоморфный ряд минералов, которому отвечает общая химическая формула: $3R^{II}O \cdot R_2^{III}O_3 \cdot 3SiO_2$, где $R^{II} = Ca, Mg, Fe, Mn$ и $R^{III} = Al, Fe, Cr, Fe$.

Среди основных разновидностей граната можно отметить следующие: гроссуляр (гессонит) $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$ — желтый, бурый, серый, зеленоватый, белый и красный; пироп $3MgO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$ — красный, различных оттенков; альмандин $3FeO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$ — красный, бурый, фиолетовый; спессартин $3MnO \cdot Al_2O_3 \cdot 3SiO_2$ — красный, различных оттенков, желтовато-бурый; андрадит (демантоид, меланит) — $3CaO \cdot Fe_2O_3 \cdot 3SiO_2$ — бурый, зеленовато-желтый, черный; уваровит — $3CaO \cdot Cr_2O_3 \cdot 3SiO_2$ изумрудно-зеленый.

Все гранаты кристаллизуются в правильной системе и оптически изотропны. Наиболее распространенной формой гранатов является ромбический додекаэдр и икозитетраэдр. Кристаллы обладают несовершенной спайностью по (110); излом раковистый. Удельный вес 3,5—4,3; показатель преломления: гессонит — 1,7626; пироп — 1,7463; капский гранат — 1,7529; фашода-гранат — 1,7900—1,8100; альмандин — 1,7790—1,7815.

Окраска гранатов тесно связана с наличием в них примесей железа, хрома и титана; так, окраска пирропа связана с Сг и Fe, альмандина с Сг и Fe, демантоида с Сг и Fe и меланита с Ti.

В качестве драгоценных камней наибольшее применение нашли прозрачные чистые кристаллы кроваво-красного пирропа, темнофиолетового альмандина, зеленого демантоида и желтого гессонита.

Пироп нередко называют карбункулом, а также капским рубином, демантоид — хризолитом и «уральским оливином», «уральским изумрудом». На рынке драгоценного камня наименование «гессонит» мало употребительно и его чаще называют «гиацинт», несмотря на то, что гиацинтом собственно называется прозрачная разновидность коричневого циркона. Гессонит, имея с гиацинтом сходство по окраске, резко отличается от него удельным весом и изотропностью. Гранат когда-то на рынке драгоценного камня пользовался большим спросом. За последнее время спрос на него сильно снизился. Непрозрачный альмандин и пироп в довольно значительном количестве используются, как абразивный материал.

Месторождения СССР. В Советском Союзе имеется очень много месторождений пирропа, альмандина и других разновидностей граната на Урале, в УССР, в Карелии и др. районах. Однако, крупное промышленное значение имеют только месторождения «хризолита» (демантоида) в Сысертском и Нижнетагильском округах. В Сысертском округе коренное месторождение и россыпи его находятся в Хризолитном логу, по р. Бобровке (притоку Чусовой) в 126 квартале Лесной дачи, в 10 км к ЮЗ от станции Полдневой.

Коренное месторождение представляет собою трещины в серпентинитах серовато-зеленого цвета, заполненные демантоидом и метакситом; демантоид представлен в виде крупных желваков, достигающих 6 см в поперечнике, окутанных пленками хризотилового асбеста и прорезанных неправильными трещинами, заполненными тем же веществом; кроме того, демантоид встречается в виде корочек на крупнозернистой диаллаговой породе. Демантоид в последнем случае представлен в виде хорошо ограненных кристаллов и сопровождается магнетитом и хромитом.

В Нижнетагильском округе вторичные месторождения демантоида — россыпи — известны в верховьях р. Бобровки, на восток от Черноисточинского пруда по линии железной дороги в Висимо-Шайтанский завод. Для этого района А. Е. Ферсман отмечает интересное явление: демантоид здесь не встречается в логах, пересекающих дунитовые массивы, а только в тех из них, которые пересекают серпентиниты. Величина отдельных галек в россыпях незначительна и достигает в среднем величины зерна горошины; цвет их различный — от желтого и бурого до изумрудно-зеленого и синеваато-зеленого.

На Урале меланит встречается в Шишимских горах Златоустовского округа.

Месторождения гессонита известны на Урале: 1) в Верх-Исетской даче около д. Палкиной, в 2,5—3 км к СЗ от последней, и в Иваново-Редикорцевской копи. Здесь гессонит встречается в доломитах, образующих гнезда в гранитах и гранито-гнейсах; 2) в Ахматовских копиях Назямских гор, где гессонит встречается вместе с диопсидом, везувианом, клинохлором и другими минералами. Генезис этих месторождений связан с несомненным контактным воздействием на окружающие породы (?) остаточных расплавов основной магмы, насыщенных минерализаторами. Кроме того, гессониты под названием гиацинта известны в россыпях Санарки на Южном Урале и по р. Положихе и Корнилову логу на Среднем Урале.

Месторождения за границей. В южной части о-ва Цейлона в россыпях Велигама и Матара встречаются прекрасные кристаллы гессонита, достигающие очень больших размеров. Коренные залежи его тесно связаны с гранулитами. На Цейлоне известен также целый ряд месторождений альмандина, добываемого из россыпей попутно с сапфиром.

В США месторождения гессонита, частично уже выработанные, известны в Калифорнии в 9—10 английских милях от Жакомба (Jacomba, Hot Springs) графства Сан-Диего. Район сложен кристаллическими известняками и гранитами.

Особенно хороший гессонит желтого и оранжево-красного цвета добывается там же в районе Рамона. Он связан генетически с пегматитами и сопровождается турмалином, топазом и бериллом (см. описание в главе о турмалине).

Месторождения пироба известны в США в южной части штата Юта и в штате Аризона. Генетически пироб связан здесь с обломками гнейсов, диорито-гнейсов и кристаллических сланцев, сцементированных диабазом вместе с кварцитом, известняком и др. породами в виде вулканической брекчии. В Северной Каролине месторождения пироба известны в графитовых сланцах; пироб встречается также в Кентукки.

В Бразилии альмандин добывается в россыпях Минас-Новос.

В Индии известно очень много месторождений высокосортового альмандина, представляющих собой продукты выветривания гнейсов и слюдистых сланцев. Самые крупные залежи находятся в провинции Раджустана, в районах Сервар и Раджмахал и в Джайпуре.

На Мадагаскаре известно несколько месторождений альмандина и пироба в районе Бетафо и Антзирабе.

В Южной Африке пиробы добываются как побочный продукт при разработке алмазов из кимберлитовых трубок. Чистые разновидности его встречаются в аллювиальных отложениях р. Вааль. Коренные месторождения пироба тесно связаны с так называемыми «оливиновыми желваками» (olivinknollen), сложенными из грубозернистого агрегата оливина с ромбическим и моноклинным пироксеном, пиропом, слюдой, пикотитом и рудными минералами.

Гранаты из кимберлитовых трубок характеризуются чрезвычайно разнообразной окраской; так, известны фиолетово-красные, кроваво-красные, винно-красные, синевато-красные, коричневатокрасные и другие оттенки.

Наибольшую ценность представляют разновидности его, окрашенные в рубиново-красный цвет, — так называемый «капский рубин».

В Восточной Африке (Танганайка) известны прекрасные пиробы густого красного и коричневатокрасного цвета, называемые «фашода-гранаты». Материнскими породами служат роговообманковые гнейсы, с выветриванием которых и образуются его залежи в виде вторичных месторождений — россыпей; величина кристаллов довольно большая, позволяющая получать после огранки драгоценные камни весом до 15 карат.

В Европе большой славой пользуются крупнейшие месторождения пироба, находящиеся в Богемии (Чехо-Словакия) на южном склоне Миттельгебирге. До второй половины прошлого столетия эти месторождения играли исключительную роль. Лишь с появлением на мировом рынке южноафриканских пиробов, легко добываемых как побочный продукт при извлечении алмазов, значение богемского пироба несколько снизилось. Коренные месторождения пироба в Богемии связаны с базальтовой эруптивной брекчией, сложенной из обломков пиробо-оливино-пироксеновых пород, граната, гнейса, слюдистых сланцев и пироба. Пиробо-оливино-пироксеновые породы подверглись сильной серпентинизации и часто превращены в зеленватые и желтоватые массы, в которых включены зерна неизмененного пироба. Такая базальтическая брекчия туфоподобного характера с включенными в ней обломками гранатосодержащего серпентина находится на холме Лингорка.

Геологический разрез месторождения Лингорка от Триблитца к северу изображен на рис. 12. В основании профиля залегают древние, сильно дислоцированные кристаллические сланцы: гнейсы, гранулиты, слюдистые сланцы с подчиненными им залежами гранитов, пегматитов и основных пород типа

оливино-диопсидо-пиропо-бронзитовых и диопсидо-гранато-гиперстено-роговообманковых. Выше их залегает толща осадочных меловых пород — песчаников, известковых и глинистых мергелей, суммарной мощностью в 160 м. Выше меловых пород находятся олигоценовые пески и глины, мощностью в 190 м. Все эти отложения покрыты базальтовым покровом мощностью в 80 м.

Разработка пироподержащих брекчий производилась помощью шахт глубиной до 50 м. Аналогичные месторождения пироба известны к юго-западу от Меровитца, затем в районе д. Трземшитц и Храстиан. Несмотря на значительное количество коренных месторождений пироба основная добыча его происходит из вторичных аллювиальных месторождений — россыпей. Россыпи известны в районе Куттенберга, Коллин и др. Мощность россыпей изменчива и увеличивается по направлению к северу.

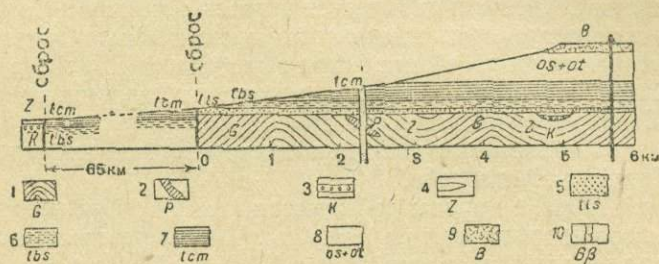


Рис. 12. Схематический геологический разрез месторождения пироба в окрестностях Лингорка, Богемия (Чехо-Словакия).

1 — древние породы, 2 — пироп-оливин-пироксеновая порода, 3 — карбон-пермь, 4 — сеноман, 5 — нижний турон, 6 — броньярты и нижний снафитовый этаж, 7 — верхний снафитовый и ювьеры этаж с эмшором, 8 — олигоценовый песок и глины, 9 — базальт, 10 — базальтовая брекчия.

Профиль одной из россыпей в окрестностях Храстиана показывает следующее строение (сверху вниз):

- | | |
|---|-------|
| 1. Почва со щебнем | 0,6 м |
| 2. Пироповый щебень с глинистым цементом белого цвета | 2 " |
| 3. Пироповый щебень с цементом белого и желтого цвета | 4 " |
| 4. Жирная глина | 4 " |

Спутниками пироба в россыпях являются, с одной стороны, минералы, тесно связанные с ним генетически, и минералы, входящие в состав древних кристаллических сланцев и подчиненных им пород: шпинель, серпентин, кианит, корунд, гессонит, циркон, топаз, турмалин, берилл, кварц, роговая обманка, авгит, оливин, халцедон, гематит и др. Добытые из россыпей пиробы обладают небольшой величиной, и камни в 8 мм в диаметре являются большой редкостью. Около 60% от суммарной добычи составляют так называемые «пятисотенные», количество которых на 1 лот (17,5 г) равно 500 штук.

Небольшая добыча альмандина производится в Тироле, в Венгрии в районе Рогоупалах и в Испании.

Меланит в вулканических породах известен в Кайзерштуле около Фрейбурга, около Ридена, Лаахерского озера и особенно около Фраскати в Альбанских горах под Римом.

ОПАЛ БЛАГОРОДНЫЙ

По химическому составу опал представляет собою коллоидальный кремнезем с содержанием воды от 3 до 13%. В качестве примесей присутствуют окись алюминия, магния, кальция и железа. Показатель преломления 1,440—1,446; твердость 5—6; удельный вес 2,1—2,2. В зависимости от степени просвечиваемости и от характера окраски различают следующие

разновидности: благородный опал, огненный опал, белый, черный, розовый, зеленый, стекловидный, молочный опал и полуопал. Наиболее ценным является благородный или огненный опал.

Месторождения опала представляют обычно серию мелких трещинок или пустот, заполненных опалом. Большинство исследователей генезис опала связывает с термальными растворами, проникавшими по тонким капиллярным трещинам в пустоты; однако, некоторые ученые считают образование опала связанным с процессами поверхностного выветривания.

Месторождения СССР. В Советском Союзе месторождений драгоценного опала не известно; зато во многих пунктах встречаются так называемые полуопалы молочнобелого и желтого цвета.

Эта разновидность полуопала известна на Украине, где она связана генетически с сильно измененными пеликанитовыми или опаловыми гранитами. В литературе имеются указания на месторождения в пределах Вольны, Киевщины, Херсонщины и отчасти Харьковщины и Днепропетровщины.

Из других районов плотные полуопалы известны на Алтае, гиалиты в Забайкалье и молочный опал или кахолонг в Якутской области, связанный генетически с миндалекаменными породами.

Месторождения за границей. Наиболее известные месторождения высококачественного опала находятся в *Австралии*.

Они тесно генетически связаны с осадочными отложениями верхнемелового возраста «пустынный песчаник» (Desert Sandstone), представленными песчаниками и глинами. Залегая горизонтально, эта глинисто-песчаниковая формация широко распространена по Австралийскому континенту. Она известна в Новом Южном Уэльсе, в Квинсленде и Южной Австралии.

Денудационные процессы создали в районах развития этих отложений рельеф «столовых гор», вершины которых сложены указанными песчаниками. У поверхности песчаники покрыты продуктами выветривания в виде так называемых «вторичных конгломератов», сложенных из обломков кварца и других пород мелового возраста, сцементированных вторичным кварцем. Коренные месторождения благородного опала залегают в песчаниках на глубине около 5—6 м. Встречаются и вторичные месторождения на поверхности.

В зависимости от условий залегания австралийский благородный опал может быть разделен на 4 основных типа:

- Boulder opal — желваковый опал;
- Sandstone opal — песчаниковый опал;
- Seam opal — прослойковый опал;
- Black opal — черный опал.

«Желваковый опал» дают месторождения, где опал представлен в виде тонких разветвляющихся жилок в серых яшмовидных, железистых желваках коричневого цвета, варьирующих по величине от кулака до кусков в рост человека. Эти желваки не приурочены строго к определенному уровню и известны на разных глубинах от земной поверхности. К этой же разновидности желваковых опалов принадлежат еще два подтипа, обладающие конкреционной формой и носящие название «Sandstone Boulder», «песчаниковый желвак» и «Иовайский орех» — (Jawah Nut). «Песчаниковый желвак» сложен из более рыхлого материала и представляет собою либо просто отдельные раковины с опалом или серии их, или, наконец, конкреции из перемежающихся прослоев песчаника и твердой окремненной глины, между которыми находятся выделения опала. Качество опала обычно низкое. «Иовайские орехи» по размерам не больше грецкого ореха или миндаля. Содержание в них благородного опала достигает 10%, причем он занимает или центральную часть (рис. 13) в виде ядра, или образует тонкий пропласток, располагающийся между внешней корочкой и центральным ядром, сложенным из бурого железняка. Иногда центральная часть «ореха» пересекается тонкими прожилками благородного опала, никогда, однако, не выходящими за

его пределы. Довольно часто центральная часть остается пустой, иногда она заполнена порошкообразным кремнем белого цвета.

«Песчаниковый опал» имеет форму иглообразных палочек или «трубок», диаметром 25 мм и более, протыкающих песчаники. Опал этой разновидности настолько ломок и толщина его так незначительна, что изделия из него обычно изготавливаются вместе с включающей его породой.

«Прослойковый опал» представляет собою разновидность настоящего опала из Н. Ю. Уэльса Уайт Клиффс (White Cliffs). Он встречается в виде плоских лепешек, совершенно свободно отделяющихся

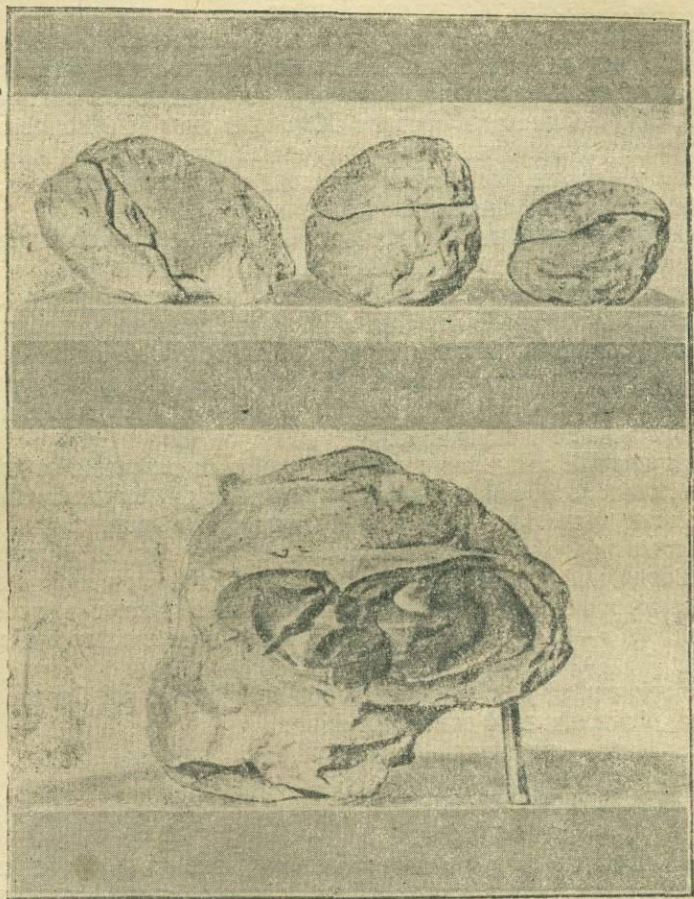


Рис. 13. Форма опаловых желваков.

от основной массы породы. Вес их колеблется в пределах от 20 до 1 350 г каждая и, как исключение, достигает 2,5—3,0 кг; попадаются и более мощные пропластки и даже слои опала весом до 22,5 кг, в которых собственно благородный опал включен в виде тонких жилок.

«Черный опал». Этот знаменитый опал черного цвета с живой и красивой игрой был открыт в 1903 г. в Лайтнинг Ридж (Lightning Ridge), Новый Южный Уэльс. Генетически эта разновидность представляет собою псевдоморфозы по губкам и кораллам.

Генезис опаловых месторождений Австралии еще недостаточно ясен. Условия их залегания указывают на связь опаловых месторождений с процессами поверхностного выветривания, в результате которого во вмещающих породах произошло частичное перераспределение кремнекислоты.

Кэйт Уорд (L. Keith Ward) считает, что образование опалов связано с особой фазой силификации песчаниковой толщи верхнего мела при условиях пустынного сухого климата. Интересно отметить, что и в настоящее время можно еще наблюдать новообразования опаловой субстанции.

Наиболее ценные месторождения австралийского опала находятся в Новом Южном Уэльсе. Главные из них — Лайтнинг Ридж, Воллангулла — расположены в 760 км к северо-западу от Сиднея, в районе Финчи Каунти (Finchi County). Месторождения были открыты еще в 1870 г., однако, разработка их началась лишь с 1905 г.

Согласно Андриюсу и Эшлеру район месторождений охватывает огромную равнину, занимающую сотни квадратных километров, среди которой выступают невысокие холмы (22—30 м) со склонами, покрытыми обломками вторичных «конгломератов» и гальками из кварца и бурого железняка. Геологический разрез месторождения (сверху вниз) представляется в следующем виде (рис. 14).

представляется в следующем виде (рис. 14).

1. Верхним горизонтом являются пласты так называемых вторичных конгломератов (В, С), сложенные из обломков кварца, а также пород меловых отложений, сцементированных кремнем; мощность их колеблется от нескольких сантиметров до 7,5 м.

Нижняя выветрелая часть этих конгломератов носит название „Shin-cracker“.

2. Ниже вторичных „конгломератов“ и их продуктов выветривания залегают сравнительно мягкие и пористые песчаники мелового возраста (Д); эти песчаники содержат в себе включения (прослои) различного состава: в верхней части горизонта встречаются прослои сильно окремненных песчаников „Steelbands“ и прослои рыхлых, глинистых или песчаных пород „Opal dirt“, залегающих на глубине 12—30 м от земной поверхности; максимальная мощность каждого из последних прослоев равна около 1 м.

Промышленные залежи опала в виде мелких прожилков и гнездообразных выделений встречаются главным образом в горизонтах „Steelbands“ и „Opal dirt“; опал обладает черной и серо-черной окраской с живой игрой красного, желтого и зеленого цветов. Выход его невелик.

Месторождение Уайт Клиффс находится в Юнгнугра Каунти (Jung nulgra County) в 96,5 км к северо-западу от Уилькамна (Wilcamna), на южной части огромного мелового бассейна, центральная часть которого охватывает Новый Южный Уэльс, Квинсленд и Южную Австралию.

Месторождения протягиваются в виде полосы, шириной 0,8—3,2 км, на протяжении 24 км. Геологическое строение их аналогично вышеописанному. Опал здесь также связан с меловыми песчаниками и залегает в виде почек или прослоев неправильной формы. Часто он образует псевдоморфозы по дереву и по ископаемым организмам: брахиоподам, улиткам, белемнитам (трубчатый опал) и др. Для обработки в качестве драгоценного камня из этих месторождений поступает не более 5% от всей добычи. Окраска опала светложелтая или голубая с изумительной игрой всех цветов спектра.

Суммарная добыча опала по Австралии (М. Бауэр) выражается в следующих цифрах (золотые марки):

1920	962 000	1924	210 000	1928	23 140
1921	284 000	1925	300 000	1929	17 727
1922	329 000	1926	457 000	1930	7 442
1923	60 000	1927	467 000	1931	5 905
				1932	4 793

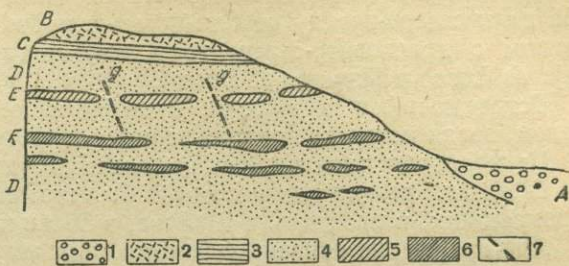


Рис. 14. Геологический разрез месторождения опала Лайтнинг-Ридж, Новый Южный Уэльс, Австралия (по Андриюсу).

А — наносы, В — разрушенный вторичный конгломерат, С — нижняя часть разрушенного вторичного конгломерата «Shin-cracker», Д — песчаники мелового возраста, Е — твердые, тонкие залежи сильно окремненных песчаников — Steelband, F — пласты рыхлых песчаных пород «Opal dirt», G — трещины.

Хороший опал дают некоторые месторождения в Мексике. По Эшлеру, мексиканские опалы делятся на два основных типа:

1. Благородный опал мутный, молочного цвета. Хорошо просвечивающий опал обладает различной игрой цветов.

2. Желто-красный прозрачный или чисто красный, огненный, без игры цветов. Известны также бесцветные прозрачные опалы.

Крупнейшие мексиканские месторождения находятся около Эсперанца в 55 км к северо-западу от Сан-Жуан-дель-Рио, Кверетаро. Залежи опала связаны с красновато-серым трахитом, слагающим холмы Сэха-де-Леон (Seja de Leon) и Пэинета (Peineta).

Встречающиеся в трахите пустоты заполнены часто обыкновенным опалом, среди которого проходят тонкие пропласточки драгоценного камня.

Центральным пунктом добычи является рудник Юрадо (Jurado).

В 1910 г. месторождения опала были открыты в Малой Азии вблизи д. Караманджик, в предгорьях Шафана, в 80 км к WSW от Кутайя.

Месторождение связано с белыми, сильно разрушенными и кремненными трахитами, в которых опал заполняет пустоты и трещины; окраска опала желтоватая, красноватая до огненно-коричнево-красной.

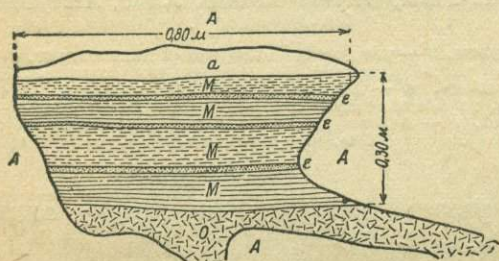


Рис. 15. Характер заполнения опалом пустоты в андезите. Месторождение Либанка, Чехо-Словакия.

A — андезит, a — незаполненная пустота, M — молочный опал, E — драгоценный опал, мощностью до 1 см, O — обыкновенный опал (без игры цветов).

На Европейском континенте крупнейшие месторождения опала находятся в Чехо-Словакии на г. Либанка, расположенной на расстоянии 1 км к западу от Опалбаниа (Дубник) и на горе Симонка, расположенной в 7 км к северу от Червеница. Оба месторождения генетически тесно связаны с третичными андезитовыми лавами и туфами, в которых опал заполняет различные пустоты, трещины и поры.

Образование опала обязано циркуляции термальных растворов и газов, как поствулканических агентов, связанных с

извержением риолитовой (липаритовой) лавы, последовавшем после извержения древних андезитов. Особенную роль здесь сыграли гейзероподобные фумароллы с горячими кремнекислыми термами.

Геологически месторождение опалов Либанка сложено из мощных покровов пироксенового андезита темносерой окраски, перемежающегося с красноватыми или серыми туфами (пироксенового андезита). Туфы состоят из светлоокрашенных ляпиллиевых пластов пористой структуры с крупными пустотами и грубозернистыми, величиной с голову, бомбами гиперстенового андезита. На руднике Либанка различают по крайней мере три андезитовых потока, мощностью около 25—30 м, перемежающихся с туфами. Угол падения их колеблется в пределах 14—20°.

Опал чаще встречается среди туфогенной толщи, заполняя собою пустоты и трещины. В плотных андезитах он встречается реже и образуется лишь при наличии подходящих пустот. Размеры отдельных выходов его чрезвычайно разнообразны; он встречается то в виде корнеобразного опала с тонкими разветвляющимися трещинками, то в виде жил, мощностью до 20 см и больше, то, наконец, заполняет пустоты величиной с голову.

Большая часть добытого камня относится к разновидности мутного, белого и непрозрачного молочного опала, в котором благородный опал образует тонкие, горизонтально расположенные пропластки (рис. 15).

Спутниками благородного опала являются полуопалы, гидрофан, мутный почкообразный гиалит, опалин, пирит, марказит, антимонит, мелантерит и гипс.

Разработка месторождения происходит в туфах и аггломератовых пластах. Величина камней очень незначительна и в большинстве случаев меньше 1 карата. Встречаются изредка, однако, и большие камни.

Месторождение Симонка по своему геологическому строению является аналогичным вышеописанному, но здесь материнской породой опалов служит биотито-амфиболовый андезит. Из сопутствующих минералов встречается еще киноварь. Добыча опала из чехословацких месторождений производилась еще в древнее время и камень расходился широко как в пределах Европы, так и в восточных странах.

В последние годы в связи с открытием австралийских месторождений добыча значительно снизилась.

БИРЮЗА

Бирюза относится к группе фосфатов; теоретический состав ее: $\text{CuO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, которому отвечает в весовом отношении 46,83 Al_2O_3 , 33,55 P_2O_5 и 20,62 H_2O .

В качестве примеси в бирюзе присутствуют окись кальция, окись железа и кремнекислота. По внешнему виду бирюза обладает аморфной скрытокристаллической структурой, однако, под микроскопом обнаруживаются агрегаты мелких двупреломляющих кристаллов триклинной системы: $N_g = 1,65$; $N_m = 1,62$; $N_p = 1,61$; $N_g - N_p = 0,04$; $2V = +40^\circ$, $p < V$. Цвет небесно-синий, зеленый и сине-зеленый. Твердость 5—6; удельный вес 2,60—2,83.

Согласно Погю (Pogge), месторождения бирюзы по их генетическому признаку делятся на три основных типа.

I тип. Месторождения бирюзы связаны с кислыми изверженными породами, богатыми щелочными полевыми шпатами и содержащими в себе апатит и медные минералы.

Эти породы обычно сильно каолинизированы и серицитизированы. Образование бирюзы связано с циркуляцией метеорных вод, которые просачиваются вниз по определенным зонам, сильно нарушенным тектонически и измененным гидротермальными процессами (каолин, серицит). Необходимая для образования бирюзы фосфорная кислота берется за счет разрушения апатита в окружающих породах, а глинозем — за счет разрушения полевых шпатов при их серицитизации и каолинизации. Медные соединения обязаны разложению медных руд, всегда почти сопровождающих месторождения бирюзы.

Метеорные воды окисляют медные сульфиды в сульфаты, из которых в дальнейшем каолины и глины абсорбируют окись меди, свободная же серная кислота идет на разрушение апатита.

Таким образом, бирюза является новообразованием, генезис которого связан с явлениями поверхностного выветривания. В связи с этим она редко встречается на глубине более 30 м.

II тип. Месторождения бирюзы связаны с осадочными или метаморфическими породами, вблизи их контакта с изверженными массивами. Образование бирюзы также обусловлено разрушением изверженных пород и выносом необходимых для ее состава элементов в нарушенную зону контакта.

III тип. Месторождения бирюзы связаны исключительно с осадочными породами (чаще всего с песчаниками) без какого-либо участия изверженных пород. Образование бирюзы связано с циркуляцией по трещинам метеорных вод, несущих с собою необходимые для состава бирюзы элементы: Al, Cu, P. Источником алюминия могут служить полевые шпаты и глины. Соединения меди обязаны наличию в осадочных породах медных колчеданов, и, наконец, фосфор выщелачивается, очевидно, из остатков организмов, которыми так богаты иногда бывают осадочные породы.

Форма всех трех типов месторождений представлена обычно в виде серии тонких трещин и пустот в породе, заполненных бирюзой; часто бирюза образует тонкие гроздевидные корочки.

В СССР месторождений бирюзы промышленного характера неизвестно. Мелкие скопления ее, по трещинкам среди кремнистых и углистых сланцев палеозоя в измененном кварцевом порфире и кварцевой породе, известны во многих пунктах Средней Азии (Кураминские горы, хребет Кара-Тюбе и др.).

Месторождения за границей. Крупнейшие месторождения бирюзы известны в США, в штате Нью-Мексико, в округе Цериллос (Cerrillos); они приурочены к горному поясу, сложенному из монзонит-порфиров и туфов, в которых встречаются непромышленные залежи свинцовых, медных, серебрянных и золотых руд.

Вмещающие горные породы действием поствулканических эманаций сильно разрушены и обелены.

Благодаря процессам выветривания в зоне окисления произошло образование большого числа новых минералов, среди которых встречается и бирюза в сильно разрушенных, глиноподобных породах, окрашенных в желтый и белый цвета. Бирюза заполняет обычно мелкие трещины и пустотки.

Месторождение настолько богато, что повсюду на стенках горных выработок видны голубые и зеленые пятна бирюзы. Бирюза добывается также в Аризоне, Калифорнии, Колорадо и Виргинии.

Суммарная ежегодная добыча бирюзы в США по всем штатам и месторождениям оценивается следующими цифрами (в долларах): 1919—22 750; 1920—16 865; 1921—6 272; 1922—6 928.

Более поздних данных получить не удалось.

На западном берегу Синайского полуострова, в 6 днях пути от Суэца, находятся известные еще с древнейших времен (за 4 000 лет до начала нашей эры) месторождения бирюзы, не потерявшие своего значения и до настоящего времени. Из многочисленных месторождений этого района крупнейшим является месторождение Вади-Магхаре (Wady Maghareh). Геологическое строение этого месторождения несложно. Оно приурочено к свите светлых розовых нубийских песчаников карбона, мощностью 130 м.

Бирюзоносный пласт залегает в верхних горизонтах этих песчаников под ожелезненным пластом, разделяющим нижние песчаники от верхней свиты. Лучшие сорта бирюзы встречаются в виде тонких жилок и гнезд, залегающих в сильно разрушенных, охристых песчаниках. Максимальная мощность жилок равна 13 мм. Цвет бирюзы чаще светлоголубой. Лучшие сорта не уступают по качеству персидской.

Знаменитые месторождения бирюзы, давшие на мировой рынок лучшие сорта ее, находятся в Персии в провинции Хороссан, в 50 км на северо-запад от г. Нишапура, и носят название Мааден.

Разработки расположены на южном склоне горы Али-Мирза. Геологически район месторождения слагается свитой пластов нуммулитового известняка и третичных песчаников, подстилаемых глинистыми сланцами. Все эти осадочные породы инъецированы третичными интрузиями трахитов и диабазов. Возле контакта известняка и трахиты пропитаны обильными включениями пирита. Трахит содержит хорошо макроскопически отличимые иглы апатита; он сильно раздроблен и превращен в мощную брекчиевидную зону, слагающую южный склон Али-Мирза. Бирюза приурочена к этой брекчии и встречается здесь или в виде серии мелких жилок, мощностью 2—6 мм, или в виде примазок между кусками брекчии, сопровождаемых выделениями лимонита. Окраска бирюзы яркоголубая и зеленовато-голубая. В настоящее время добыча бирюзы производится главным образом путем подземных работ, глубина которых достигает 100 м.

Кроме коренных месторождений разрабатываются также аллювиальные и элювиальные россыпи. Помимо месторождений около Маадена, добыча бирюзы производится также и в других районах: Таббас, Туршиц, Калэ, Цари, Тафт и Керман.

Довоенная ежегодная добыча (1912 г.) оценивалась суммой в 25 000 золотых рублей.

Группа I Кварц в виде отдельных кристаллов		Группа II Грубокристаллический кварц (зернистый)		Группа III Скрытокристаллический кварц (плотный)	
Наименование камня	Характеристика	Наименование камня	Характеристика	Наименование камня	Характеристика
Горный хрусталь	Бесцветный, чистый и прозрачный кварц	Розовый кварц	Зернистый кварц, окрашенный в розовый цвет	Агат	Разновидность халцедона с цветной полосатой структурой
Дымчатый кварц	Кварц, окрашенный в темнубурый цвет	Авантюрина	Плотный кварцит желтого, красного и коричневого цвета, светящийся золотыми и красными искорками благодаря включенным мелким листочкам слюды	Халцедон	Скрытокристаллический кварц синевато-серых тонов окраски
Цитрин	Чистый прозрачный кварц, окрашенный в желтый цвет	Молочный кварц	Зернистый кварц, окрашенный в молочный цвет	Карнеол	Разновидность халцедона красного цвета
Аметист	Кварц, окрашенный в фиолетовый цвет различной густоты	Золотистый кварц	Кварц с включениями самородного золота	Хризопраз	Разновидность халцедона яблочно-зеленого цвета, окрашенная соединениями никеля
Волосатик	Кристаллы горного хрустала или амётиса с включениями игл актинолита, рутила и других минералов	Сапфировый глаз	Псевдоморфоза по крокидолиту с сохранением первоначальной структуры породы; окраска желто-коричневая, синяя или красная	Плазма	Зеленый халцедон, окрашен селадонитом
		Кошачий глаз	Псевдоморфоза по асбесту, окраска — серая, зеленая, коричневая	Гелиотроп	Темнозеленый халцедон с кровавыми крапинками
		Празем	Плотный кварц с включениями тонких игл актинолита	Сардер	Бурый халцедон
				Окаменелое дерево	Псевдоморфоза по дереву
				Яшма	Кремнистая порода скрытокристаллической структуры, окраска самая разнообразная

ГРУППА КВАРЦА (КРЕМНЕЗЕМА)

Кварцевая группа объединяет в себе большое число разновидностей кремнекислоты, обладающих одним и тем же химическим составом SiO_2 и близкими физическими свойствами (твердость, лучепреломление и др.).

Все эти разновидности на основании структурных признаков, характера включений, химических примесей и некоторых физических свойств (цвет, ирризация и др.) могут быть разбиты на следующие группы, указанные в табл. 1 (стр. 49).

ГОРНЫЙ ХРУСТАЛЬ

Горный хрусталь представляет собою разновидность бесцветного, чистого, прозрачного кварца. Желтые кристаллы горного хрусталя называются цитрином; бурая прозрачная разновидность носит название дымчатого кварца, разновидность черного цвета зовется морионом.

Химический состав горного хрусталя отвечает теоретически чистой кремнекислоте, свободной от всяких примесей SiO_2 (46,67% Si; 53,33% O). Однако, в природе горный хрусталь нередко содержит примеси окислов железа, глинозема, кальция и других элементов. Эти примеси обусловлены наличием в горном хрустале мельчайших включений различных минералов: листочков хлорита, зеленых иголок актинолита, рутила («волосатик»), турмалина, роговой обманки, гетита, золота и др. Кроме этих минералов, горный хрусталь содержит иногда органические примеси, а также жидкие и газообразные включения.

Форма кристаллов кварца весьма разнообразна. Самой обычной является комбинация гексагональной призмы m $\{10\bar{1}0\}$ и двух ромбоэдров r $\{10\bar{1}1\}$ и z $\{01\bar{1}1\}$. Твердость по шкале Мооса равна 7. Прозрачен, блеск стеклянный, удельный вес 2,65—2,66. Оптически одноосный, показатели преломления $N_g = 1,544$; $N_p = 1,553$. Оптический знак положительный.

Вопрос о причине окраски разновидностей дымчатого горного хрусталя еще недостаточно изучен. Раньше считали, что окраска связана с красящими пигментами органического или неорганического происхождения (углеводороды, титанистые соединения).

Дельтер (Doelter) связывает окраску с наличием Na_2SiO_3 .

Холден (Holden), А. Е. Ферман и другие большое значение придают влиянию на окраску радиоактивных веществ и особенно там, где дымчатые кварцы связаны с зонами и фазами накопления и миграции урановых и ториевых соединений.

В природе существуют две естественные модификации кремнекислоты кристаллического строения: одна из них называется α -кварц, кристаллизующийся при температуре выше 575°C , с гексагонально-трапецоэдрической симметрией, и β -кварц, кристаллизующийся ниже 575°C с тригонально-трапецоэдрической симметрией. α -кварц выделяется при кристаллизации богатых кремнекислотой изверженных горных пород и пегматитов, в то время как β -кварц типичен для горячих и холодных растворов.

Горный хрусталь, обладая особенной чистотой и прозрачностью кристаллов, в генетическом смысле занимает особое место среди различных разновидностей кварца и связан с щелочными растворами фаз F и G, из которых он выкристаллизовывается преимущественно в фазы H—I.

Этот тип горного хрусталя дает наиболее крупные кристаллы, интересные с промышленной точки зрения; более мелкие кристаллы выделяются в низкотемпературных гидротермальных жилах фазы I—K и даже L.

Дымчатый кварц встречается генетически в пегматитах фазы D—E и среди пневматолитов, кристаллизуясь из высокотемпературных растворов фазы H—I.

Месторождения горного хрусталя в СССР. Несмотря на большое число известных по всему Союзу месторождений горного хрусталя, большая часть их остается еще слабо изученной.

На Урале месторождения горного хрусталя известны, начиная от Полярного Урала до пределов Башкирии, однако, крупных промышленных залежей еще не обнаружено.

Коренные месторождения горного хрусталя типа альпийских жил намечаются на Среднем Урале в Верхневинской, Верхисетской и Шайтанской дачах в виде кварцевых жил, рассекающих зеленокаменные сланцы, порфириды и туфы. Эти месторождения, очевидно, и дали известные в этом районе окатанные гальки.

По А. Е. Ферсману, особенно много материала давали россыпи в районе Невьянска, где гальки горного хрусталя добывались попутно с золотом. К югу от Невьянска известны россыпи Верхисетской дачи и особенно Березовские, где прозрачный горный хрусталь встречается вместе с дымчатым хрусталем, генетически связанным с золотоносными кварцевыми жилами. Особо заслуживает внимания Мурзинский район, где встречается как дымчатый горный хрусталь, так и чистый горный хрусталь. Дымчатый горный хрусталь генетически тесно связан с нормальными пегматитовыми жилами, в пустотах которых он часто вместе с полевым шпатом выкристаллизовывается в виде крупных кристаллов.

Кроме того, горный хрусталь здесь связан также с контактными и пневматолитическими пегматитовыми жилами (в серпентинитах) или с гранитными кварцево-аметистовыми жилами. Многочисленные копи расположены в районе Алабашки, Мурзинки, д. Сизиковой, Южаковой, Корниловой, Сарапулки и сс. Липовского и Шайтанского. Южным продолжением этой полосы пегматитовых жил являются пегматиты Адуя с дымчатым горным хрусталем.

На Полярном Урале известны месторождения горного хрусталя, связанного с кварцевыми жилами среди гнейсов и гранитов Народо-Итгинского и Исследовательского кряжей.

Месторождения горного хрусталя в Грузии в Казбекском районе генетически связаны с кварцевыми жилами, приуроченными к так называемым основным сланцам Кавказского хребта, приближаясь к типу альпийских жил. Из 20 месторождений горного хрусталя около 15 располагаются в пределах диабазовой формации по западному склону горы Куро и верховьев р. Кистинки.

В районах Верхней Сванетии и Рачи месторождения горного хрусталя генетически связаны с тем же комплексом горных пород. Наиболее важные месторождения Верхней Сванетии следующие: гора Карет, гора Цера, гора Хаскяр (вблизи Местии) и др. В Верхней Раче известны месторождения горного хрусталя на горе Шода и Бролис-Мта.

В Забайкалье месторождения горного хрусталя известны на р. Ургучан в 6 км от ее устья; в 3 км к ЮЗ от д. Савватеевой известны пегматиты с богатым содержанием турмалина, а также горного хрусталя и дымчатого кварца. Прозрачный дымчатый горный хрусталь в виде крупных кристаллов до 1 м весом известен в пегматитовых жилах Адун-Чолонга и Кукусеркена.

Месторождения горного хрусталя за границей. Главной страной по добыче горного хрусталя является Бразилия, на долю которой приходится свыше 90% всей мировой добычи. Наиболее крупные месторождения находятся в штате Гойяц около Кристаллина между рр. Сао-Маркос (São Marcos) и Сао-Бартоломео (São Bartholomeo).

Горный хрусталь встречается здесь наряду с серым, желтым и зеленым кварцем в жилах, залегающих в очень плотном песчанике. Местами эти жилы содержат в себе друзы кристаллов обыкновенного мутного кварца, из которых лишь незначительная часть (около 0,1) приходится на чистый горный хрусталь. Жилы отличаются одна от другой величиной и формой содержащихся в них кристаллов. Величина кристаллов в диаметре колеблется от 10 до 50 см. Бесцветный горный хрусталь встречается сравнительно редко; чаще он окрашен в различные дымчатые тона.

Сначала добыча горного хрусталя в Бразилии производилась на поверхности из разрушенных кварцевых жил, а также по руслам рек в виде окатанных галек. Попадались гальки весом до 29 кг.

В настоящее время около половины всего количества добывается из коренных жил.

Кроме штата Гойяц, в Бразилии ведется также добыча в штатах Минас-Гераз и Бахиа. Здесь горный хрусталь добывается попутно с платиной, золотом и алмазом в россыпях.

Нижеследующие данные характеризуют масштаб добычи горного хрусталя в Бразилии: 1913 — 43 т, 1920 — 40 т, 1921 — 41 т, 1922 — 93 т, 1923 — 152 т, 1924 — 203 т, 1925 — 150 т, 1926 — 161 т.

Крупные месторождения горного хрусталя известны также на о. Мадагаскаре вдоль побережья и внутри страны. Генетически горный хрусталь и дымчатый кварц здесь связаны с пегматитовыми жилами, являющимися основными источниками драгоценных и поделочных камней; кроме того, добыча производится также и из россыпей. Экспорт сырья из Мадагаскара следующий: 1913—3,1 т, 1923 — 5,4 т, 1924 — 16,84 т, 1925 — 5,3 т, 1926 — 2,6 т, 1927 — 1,4 т, 1928 — 4,62 т.

Второстепенные месторождения горного хрусталя и дымчатого кварца известны в Индии, США и Азии.

Европа. В прошлом столетии, до появления на мировом рынке горного хрусталя из Мадагаскара и Бразилии, он поступал главным образом из Альп (Швейцария, Тироль,

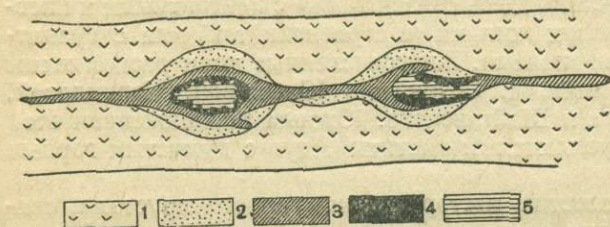


Рис. 16. Разрез альпийской жилы.

1 — биотитовый гранито-гнейс, неизменный, 2 — биотитовый гранито-гнейс выщелоченный, 3 — «кварцевый пласт», 4 — друзы горного хрусталя и других минералов в пустоте, 5 — хлорит и вода.

Франция). Здесь горный хрусталь генетически связан с типичными гидротермальными жилами, так называемыми «альпийскими жилами», заполняющими трещины среди гранитов, гнейсов и кристаллических сланцев.

По своему генезису альпийские жилы представляют собой особый тип гидротермальных жил, характерной особенностью которых является тесная связь парагенезиса минералов с типом вмещающей породы, выщелачивание (обесцвечивание) боковых пород, постепенное понижение температуры и последовательность кристаллизации.

По своей форме эти жилы чаще представлены в виде линзообразных тел, расположенных своей длинной осью вдоль трещины и соединенных между собою проводничками кварца. Длина этих жил колеблется в пределах от 15 до 30 м; мощность их 1,8—2,5 м.

Многочисленные месторождения альпийских жил по своему минералогическому составу и структуре очень похожи одно на другое.

В жилах различают три зоны (рис. 16). Внешняя зона (2), состоящая из сильно измененной (выщелоченной) боковой породы, которая постепенно переходит в нормальный гнейс или сланец. Ширина измененной зоны пропорциональна величине трещины и величине кристаллов внутри трещины. Следующая зона, непосредственно примыкающая к измененной породе, носит название кварцевой зоны или «кварцевого пласта» (3). Эта зона является преобладающей частью заполнения трещины. Она сложена из массы идиоморфных кристаллов кварца. Наконец, третья зона (4) заполняет внутреннюю часть трещины и непосредственно примыкает к зоне «кварцевого пласта». Эта зона характеризуется прекрасной кристаллизацией минералов, и широко известные науке кристаллы альпийских жил происходят именно из этой зоны.

Главными минералами-спутниками горного хрусталя в этих жилах являются: адуляр, эпидот, альбит, рутил и турмалин.

Для Альпийских жил характерно развитие больших пустот, полостей «хрустальных погребов», которые являлись главным объектом эксплуатации. Хрустальные погреба заключают в себе наиболее крупные и чистые кристаллы, дающие сотни килограмм промышленного хрусталя; такой хрустальный погреб вблизи Гримзель — (Grimsel) в Бернер Оберланд (Berner Oberland) дал около 1 000 центнеров чистого горного хрусталя.

В настоящее время эти месторождения почти совершенно потеряли промышленный интерес.

АМЕТИСТ

Аметист представляет собой разновидность кварца, окрашенную в фиолетовый цвет различной густоты: от светлофиолетовых до темнофиолетовых тонов.

При искусственном освещении аметист приобретает кроваво-красный отлив. Фиолетовая окраска аметистов объясняется Холденом (Holden) наличием в нем коллоидальных железистых соединений; по Ватсону (Watson) и Бирду (Beard), окраска связана с окисями марганца и титана.

Аметист относится к группе гидротермальных минералов, кристаллизуется согласно данным акад. А. Е. Ферсмана в фазе I—K при температурах от 100 до 250°.

Генетически аметистовые месторождения делятся на две основных группы:

1) месторождения, представляющие собою кислые дериваты гранитных пегматитов и пневматолитов (кварцево-аметистовые жилы);

2) месторождения, представляющие собою выполнения пустот и миндалин диабазо-базальтовых пород при температуре, близкой к критической температуре.

Первый тип месторождений по своему генезису и местоположению тесно связан с пегматитами, причем нередко кварцево-аметистовые жилы залегают непосредственно в пегматитовом теле, являясь, таким образом, крайним членом в общем процессе минералообразования гранитной магмы. На контакте с окружающими породами (пегматиты, граниты) сравнительно тонкие (обычно около 10 см) кварцево-аметистовые жилки вызывают сильное их изменение, выражающееся в серицитизации, пиритизации и каолинизации. Мощность измененной зоны в обе стороны от жилок колеблется от 10 до 100 см. Такое изменение указывает на развитие пневматолитических процессов, происходящих во время формирования кварцево-аметистовых жил. Аметист встречается в виде друз и щеток, заполняющих пустоты — «занорыши» в кварцевых жилах. Форма занорышей обычно носит характер узкой щели, мощностью 2—5 см; в некоторых случаях мощность достигает 5—10 см. Длина занорышей достигает 2 м и более.

Как исключительный случай в копи Каменный Ров (Урал) известен занорыш мощностью 0,5 м. Аметист обычно залегает в красной глине, заполняющей занорыш целиком. Однако, иногда кристаллы его прикреплены к стенкам. По наблюдениям акад. А. Е. Ферсмана установлено также, что аметисты сидят на кристаллах кварца типа Дофине фазы H, а сами же по парагенезису относятся к фазе K.

Окраска аметистов неравномерная и сгущается обычно к вершине головки.

Второй тип месторождений генетически тесно связан с агатом и халцедоном, которые, также как и аметист, преимущественно выделяются в пустотах эффузивных основных пород. В этих пустотах нередко плотные щетки — прослой аметиста чередуются с прослоями агата.

Особым типом месторождений являются месторождения Бразилии, связанные с заполнением пустот аметистом в песчаниках.

Крупнейшие месторождения аметистов находятся в Бразилии, Уругвае, Мадагаскаре и СССР; второстепенные месторождения известны в США, Франции, Испании и других странах.

Месторождения аметистов в СССР. Основным районом по добыче аметистов в СССР является Урал. Широко известны как в пределах СССР, так и за границей знаменитые уральские аметисты с густой фиолетовой окраской и кроваво-красным отливом встречаются на Среднем Урале, в Мурзинском районе, в окрестностях дд. Верхней и Нижней Алабашки, Мурзинки и Сизиковой.

Месторождения их представлены в виде многочисленных кварцево-аметистовых жил, концентрирующихся группами. В Мурзинском районе наибольшее значение имеет группа жил (количеством 82) в окрестностях д. Сизиковой. Здесь особо выделяется участок Ватихи площадью в 1,6 км², на котором сосредоточено 48 жил и 22 копи.

Проводивший в 1932 г. исследования геолог В. К. Зайцев делит все известные здесь копи по степени их минерализации и промышленной ценности на следующие группы.

Копи I разряда — высокоминерализованные, имеющие крупное промышленное значение: Каменный Ров, Тихониха, Раздери́ха, Ватиха, Косая и Логоуха. Из них Каменный Ров и Логоуха занимают обособленное положение, а остальные переплетаются между собою.

Копи II разряда также высокоминерализованные, меньшей ценности: Мокруха, Семидесятница, Стулья, Голованова и Никитин Ров.

Копи III разряда сравнительно слабо минерализованные, не имеющие промышленного значения.

В геологическом отношении почти все кварцево-аметистовые жилы на участке Ватиха носят однообразный характер. Общее простирание жил колеблется в пределах от 25 до 75° на северо-восток, в среднем 50°. Большая часть жил залегает среди гранитов за исключением копи Спирина, приуроченной к биотитовым гнейсам.

Вмещающей породой для кварцево-аметистовых жил являются пегматиты.

Ниже дается краткое описание (по В. К. Зайцеву) некоторых копей, отнесенных к I разряду.

Копь Логоуха. Длина копи 100 м, простирание 50°. Месторождение представлено двумя параллельными кварцево-аметистовыми жилами: восточной длиной 180 м и западной — 40 м. Простирание СВ—55°; падение на ЮВ — 75°. Вмещающей породой является пегматит, в котором жилы занимают центральную часть. Пегматит в свою очередь залегает в средне- и крупнозернистых гранитах.

Кварцевая жила, мощностью 1—3 см, протягивается вдоль выработки. Местами она разбивается на ряд прожилков (до 5), которые по простиранию вновь сливаются в единую мощную жилу.

Характер залегания кварцевой жилы как по падению, так и по простиранию является достаточно постоянным.

Аметистовые «занорыши» представлены в виде узких щелей, шириной 2—5 см и длиной в 1 м, вытянутых по простиранию жилы. Величина кристаллов аметиста невелика, колеблясь в пределах 5—10 мм высотой и 2—4 мм в диаметре. Окраска густая и равномерная.

В зависимости от минералогического состава и структуры, вмещающей кварцево-аметистовую жилу, пегматит характеризуется тремя типичными зонами:

1. Зона С или центральная представлена грубозернистым пегматитом; мощность 20—30 см; присутствует не всегда.

2. Зона В, мощностью 0,5—1 м, к которой приурочена кварцево-аметистовая жила, представлена светлым крупнозернистым пегматитом, состоящим из полевых шпатов, кварца, мелких включений пирита и массы вторич-

ных слюдок: серицита и зеленых гидрослюдок типа онкозина. Характеризуется отсутствием темноцветных компонентов и сильным «обелением», обусловленным действием на пегматит пневматогидаогенных агентов. Полевые шпаты замещены вторичными продуктами, серицитом, каолином, биотит превращен в мусковит и т. д. Будучи сильно пропитана вторичными зелеными слюдками, эта зона носит местное название «зеленчук», и является хорошим признаком близости кварцево-аметистовых жил.

3. Зона А периферическая, представлена крупнозернистым пегматитом серого цвета, с постепенным переходом в боковую породу; мощность ее 30—50 см.

Описанная копь Логоуха является одной из высоко минерализованных копей. Разработка ее началась еще в середине XIX в. Около 1880 г. из этой копи за два зимних сезона было добыто аметистов на сумму свыше 20 тыс. рублей. Затем работы производились в 1907—1908 гг., после чего последовал перерыв до 1929 г. С 1929 г. эту копь начала эксплуатировать промартель «Самоцвет».

Копь Тихониха находится тут же возле Логоуховой и по своему геологическому строению аналогична последней. Кварцевоаметистовая жила, мощностью 2 см, залегает в светлом крупнозернистом пегматите, среди среднезернистых биотитовых гранитов. Простирается СВ—60°, падение на ЮВ — 85°. Ширина занорышей 5—10 см, длина до 1,5 м. Аметисты свободно лежат в глине красного цвета, заполняющей занорыши. Нередко они раздроблены на мелкие кусочки. В последнем случае для их извлечения прибегают к промывке глины водой. Аметисты, прикрепленные к стенкам, встречаются редко. Кристаллы их обладают преимущественно скипетровидной формой. Цвет варьирует от светло- до густофиолетового. Взаимоотношения между кварцево-аметистовой жилой и пегматитом аналогичны таковым в копи Логоуха. Здесь также пегматит обладает зонарным строением: зона С мощностью 0,2—0,5 м; зона В — 30—60 см и зона А — 0,5—1 м.

Добыча аметистов из этой копи производилась одновременно с добычей их из копи Логоуха.

Копь Каменный Ров. В этой копи выступают 3 параллельные жилы с общим простираем СВ — 60° и падением на ЮВ, близким к вертикальному. Длина жил: восточной — 200 м, второй — 160 м и третьей — 80 м.

Главная жила разработана в виде рва, глубина которого достигает 75 м. Мощность кварцево-аметистовой жилы в среднем равна 2—5 см. В этой копи встречались занорыши шириной до 0,5 × 1,0 м, из которых добывалось очень много аметистов, причем величина кристаллов достигала 4—5 см. Геологическое строение в общем аналогично описанным выше двум копиям.

К северо-востоку от д. Мурзинки, на расстоянии 1 км от нее, расположены крупнейшие в районе копи аметистов и горного хрусталя на горе Тальян. Здесь сосредоточено 12 жил, из которых 2 относятся к жилам с молочным кварцем и 10 кварцево-аметистовых. Общее простираем их СВ — 25—75°, в среднем 50°; падение на СЗ — 45—65°. Исключением являются жилы копей Максимова и Герасимова.

Для аметистов горы Тальян характерно отсутствие скипетровидных кристаллов и перемена цвета при вечернем освещении, когда они приобретают кроваво-красную окраску. Наиболее интересной с промышленной точки зрения из всех жил горы Тальян является жила № 1 (рис. 17).

Она вскрыта на протяжении 230 м открытым рвом глубиной 6—10 м. Простираем ее СВ — 30°, падение СЗ — 65°. Мощность чрезвычайно непостоянна, и колеблется в пределах от нескольких сантиметров до 1 м. Жила разветвляется на ряд мелких прожилков, которые вновь сливаются в единую мощную жилу. Согласно В. К. Зайцеву, она залегает в пегматитах, аналогичных тем, которые встречаются на Ватихе. В них также наблю-

дается зонарность С, В и А, а в некоторых случаях и Д, представленная нормальным среднезернистым гранитом.

Зона С или отсутствует или является преобладающей, достигая 6 м мощности.

Зона В — мощностью 20—150 см; в отличие от Ватики включений пирита не содержит.

Зона А — мощностью 1—2 м, представлена серым крупнозернистым пегматитом, иногда постепенно переходящим в серый среднезернистый гранит (зона Д).

Боковыми породами являются среднезернистые гранито-гнейсы.

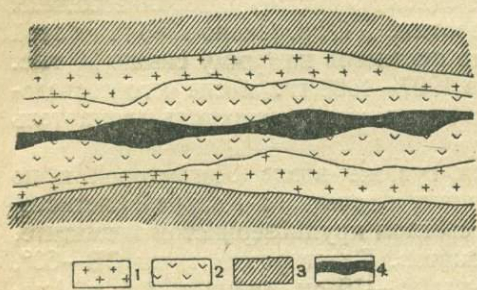


Рис. 17. Строение кварцево-аметистовой жилы горы Тальян на Урале.

1 — гранит, 2 — пегматит, 3 — гранито-гнейс, 4 — кварцево-аметистовая жила. (По Зайцеву В. И.).

В окрестностях д. Алабашки, к СВ и В от нее, расположена большая группа копей: Сидоровская 1-я, 2-я и 3-я, Филипповская, Никониха, Генеральская, Подъельничная, Ортинская и у Крутой реки.

Кварцево-аметистовые жилы залегают здесь среди гранитов и простираются в северо-восточном направлении $\angle 60^\circ$, склоняясь к широтному. Большого промышленного значения эти копи не имеют и сейчас не разрабатываются.

К югу от Мурзинского района расположены Адуйские копи, издавна славившиеся своими аметистовыми щетками, вес которых достигал нескольких десятков килограмм.

Месторождения аметистов за границей. Бразилия. По добыче аметистов Бразилия занимает в последние годы одно из первых мест в мире. Месторождения аметистов как коренные, так и вторичные в россыпях известны во многих пунктах. Центром добычи аметиста в Бахии является Брежинью (Brejinho) в юго-западной части штата, где сначала окатанные гальки аметиста были найдены в речных отложениях.

Геологическое строение коренных месторождений Брежинью, по данным исследований Бауэра, представляется в следующем виде (рис. 18). Из под покрова, состоящего из песка и галек, выступает песчаник мощностью до 30 м, падающий под небольшим углом с востока на запад. Среди всей толщи песчаников можно выделить как крепкие, так и слабые прослои; кроме того, отмечены явления сбросов и сдвигов.

По внешнему виду песчаники чисто белые и очень тонкозернистые. В нижней части имеется пласт мощностью от 3 до 6 м, содержащий большое число пустот, достигающих иногда огромной величины (ширина 4 м и высота 1,2 м).

В этих пустотах на стенках вырастают своеобразные аметистовые иглы без обычных спутников, иногда лишь встречается каолиновая, мылоподобная масса белого или коричневого цвета.

Средняя длина кристаллов аметиста 100—120 мм, толщина 50—60 мм. Окраска от светлой до темнофиолетовой.

Аметистоносный песчаник подстилается так называемым пластом Во-лас, окрашенным в серый цвет, мощностью до 20 см. Этот пласт содержит аметистовые шары, окутанные кварцем. Ниже залегают рыхлый водоносный песчаник. Наконец, в основании всей песчаниковой свиты лежит глинистый сланец, содержащий мелкие кристаллы турмалина.

В штате Минас-Жераэ аметист встречается в россыпях вместе с другими драгоценными камнями. Так, в россыпях Минас-Новас спутниками его являются топаз, турмалин и хризоберилл в виде окатанных галек. Проис-

хождение аметиста в данных месторождениях, очевидно, связано с пегматитами. Аметистовые месторождения Рио-Гранде-до-Сул (Rio Grande do Sul) связаны генетически с мелафирами, в которых миндалеобразные пустоты заполнены агатом или аметистом. Величина кристаллов здесь достигает значительных размеров. Окраска лучших камней густофиолетовая. Миндалеобразные друзы встречаются иногда исключительных размеров. Так, например, одна из них возле Серра-до-Мар имела вес около 700 центнеров и размеры $10 \times 5 \times 3$ м.

Добыча аметистовых друз производится путем взрывных работ или путем выкапывания их из сильно выветрелых и разрушенных мелафиров.

Уругвай, как и Бразилия, славится своими равномерно окрашенными темными аметистами. Генетически месторождения аметистов связаны здесь также с мелафирами.

Месторождения находятся в провинциях Такуарембо, Артигас, Сальто и Пейзанду, а также Матто-Перро.

Месторождения аметистов на Мадагаскаре тесно связаны генетически с пегматитовыми (мусковито-берилловыми) жилами или близко стоящими к ним кварцевыми жилами.

В пегматитовых жилах кристаллизация аметистов относится к более поздней фазе, последующей за кристаллизацией горного хрусталя и дымчатого кварца.

Промышленные месторождения находятся в пегматитовой полосе Тонгафено, Андрановола, возле Амбохимарина, Ампангабе, Амбатолампикели, Сама и Фиаданана, а также в других районах.

РОЗОВЫЙ КВАРЦ

Розовый кварц представляет собою массивно кристаллический кварц, окрашенный окислами марганца в розовый цвет. Несмотря на легкую выцветаемость камня он нашел себе широкое применение в качестве поделочного камня: запонки, ручки для зонтиков и др. изделия.

Согласно данным акад. А. Е. Ферсмана, Лякруа и других ученых, розовый кварц связан генетически главным образом с пегматитами и значительно реже встречается в чисто кварцевых жилах и то только в связи с марганцевыми месторождениями. По своей структуре он относится к β — разновидностям кварца.

Залегает он в центральной части пегматитовых жил.

Температура его кристаллизации лежит в пределах 500° или несколько ниже. Таким образом, по схеме акад. А. Е. Ферсмана его выделение происходит в начальные моменты фазы F.

Месторождения розового кварца в пределах СССР известны во многих пунктах, но детальному изучению они еще не подвергались.

На Среднем Урале можно назвать месторождение розового кварца в районе д. Комаровой (около Мурзинки); в Узбекистане — в верховьях р. Ляйляка; в Забайкалье по р. Аге; около Байкала по р. Слюдянке; в пегматитовых жилах Колымы; на Алтае — в пегматитовых жилах горы Россышной и др.

Месторождения розового кварца за границей. Бразилия. Крупнейшим месторождением в штате Минас-Гераэ является месторождение, расположенное в нескольких километрах к югу от Иоахима-де-Арассуахи представленное пегматитовой жилой, переходящей в почти чистый кварц.

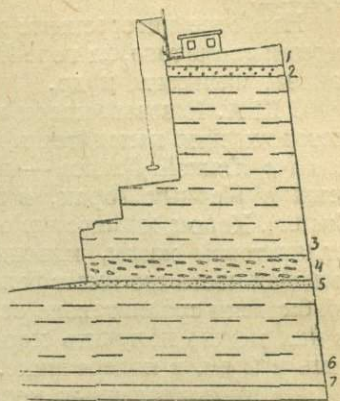


Рис. 18. Геологический разрез аметистового месторождения «Парагвай» возле Брежиньхо, Бахна, Бразилия (из Эпиллера).

1 — песок, 2 — галечник, 3 — белый песчаник, 4 — белый песчаник с пустотами, содержащими аметист, 5 — пласт «Volas», 6 — рыхлый песчаник (водоносный), 7 — слюдястый сланец.

Мадагаскар. Месторождения розового кварца генетически связаны здесь с калиевыми пегматитами, широко распространенными на этом острове.

Розовый кварц извлекается обычно как побочный продукт при добыче берилла.

Наиболее интересными месторождениями являются Саханивотри и Самирези; кроме того, на горе Миаканьовато, Ампангабе, Тзараманга, Амбохи-манана, Фатихита и др.

США. Розовый кварц известен во многих штатах. Наиболее крупные месторождения находятся в штатах Южная Дакота и Колорадо. Месторождения в Южной Дакоте — «Розовый рудник» или рудник Скотта расположены в Черных горах, в 6,5 англ. милях к юго-востоку от Честера (Custer). Кварц, мощностью от 1,8 до 4,5 м, составляет главную часть мощной пегматитовой жилы, инъецирующей каинит-мусковито-биотитовый гнейс. Большая часть его имеет белый цвет до бледнорозового. Участки густорозовой окраски сравнительно редки и невелики (около 10—12 кв. фут), причем из них можно получить хорошо окрашенные куски без изъянов, размером лишь в 2 дм. в поперечнике.

Из многочисленных месторождений розового кварца в Колорадо особенно крупную роль играло месторождение Вильд-Розе-Клайм (Wild-Rose-Claim), находящееся в 6 англ. милях к северу от Техас Крийк, в районе Фремонт (Fremont). Месторождение связано с слюдяной пегматитовой жилой, инъецирующей свиту кристаллических сланцев и гнейсов.

Большая часть кварца, как и в предыдущем месторождении, обладает светлорозовой окраской.

АГАТ

Агат представляет собою одну из разновидностей группы халцедона, с характерной цветной полосчатой структурой. Окраска отдельных слоев агата, благодаря наличию в них различных красящих пигментов, довольно разнообразна. Чаще всего она бывает темносерых оттенков, но встречаются агаты, окрашенные в красный, коричневый и желтые тона и реже — в зеленый, голубой и черный. Нередко непрозрачные агаты окрашены в молочно-белый цвет. Красящими веществами обычно являются окиси железа (красный) или гидроокиси железа (коричневый и желтый); при солнечном свете окраска в некоторых агатах меняется.

В зависимости от характера окраски, ее глубины и структуры отдельных слоев агат известен на рынке под различными названиями:

а) ленточный агат, в котором различно окрашенные тонкие прослойки располагаются параллельно друг другу;

б) оникс — обычный ленточный агат, в котором молочно-белые мутные полосы чередуются с редко отграниченными окрашенными полосами; собственно ониксом называют агат с черными и белыми полосками;

в) халцедоникс — агат с белыми и серыми или синеватыми полосками;

г) сардоникс — агат с белыми и бурными полосками.

Кроме этих, имеется еще много других разновидностей, как-то: агатовый глаз, ландшафтный агат, облачный, брекчиевидный, звездчатый, коралловый и др.

Химический состав агата — SiO_2 с небольшой примесью воды, что обусловлено наличием опала.

Удельный вес 2,59—2,64; твердость 7. Оптические свойства кристаллического (халцедонового) вещества агата следующие: показатели преломления $N_g = 1,540$; $N_p = 1,530$; $N_g - N_p = 0,008 - 0,0011$. Угол между оптическими осями $2V = 40^\circ$ часто гораздо меньше — до 0° . Оптический характер удлинения отрицательный, оптически положительный.

Микроскопическое исследование агатов обнаруживает тонковолокнистую структуру вещества с волокнами, располагающимися перпендикулярно к сферической поверхности минерала.

Макроскопически агат обладает ясным скорлуповатым сложением и состоит из большого числа тонких слоев, различных как по своей окраске, так и физическим свойствам и располагающихся параллельно сферической поверхности. Толщина отдельных слоев бывает настолько незначительна, что в одном слое, в дюйм толщиной, их насчитывают иногда до 17 000. По своим физическим свойствам, прослой бывают плотные и пористые; в последнем случае пористость используют при искусственном окрашивании агатов.

К искусственному окрашиванию агата прибегают в тех случаях, когда хотят получить красивый декоративный или поделочный камень. Так, например, для окраски агата в черный цвет его погружают в раствор сахара или меда и нагревают в течение 2—3 недель, не доводя раствор до кипения.

После того как камни в достаточной мере пропитаются раствором сахара, их погружают в серную кислоту; сахар при этом разлагается и образовавшийся уголь окрашивает агат в черный цвет.

Индиго-синюю и лазоревую окраску агата получают пропитыванием его раствором желтой кровяной соли и дальнейшим кипячением в растворе железного купороса.

Наиболее крупные скопления агата, имеющие исключительный промышленный интерес, встречаются в районах развития миндалекаменных мелафиров, базальтов и диабазов. В этих породах агат обычно выполняет пустоты (миндалины) разнообразной величины и формы. Внешняя форма его в данном случае вполне отвечает форме той пустоты, которую он заполнил.

Размеры отдельных миндалин колеблются в широких пределах; встречаются «караваи» агата длиной до 7 м.

Наиболее ранние гипотезы относят образования миндалин агата к процессам выветривания горных пород. Однако, тесная связь агатовых миндалин с изверженными породами типа мандельштейнов, условия их залегания и парагенезис минералов привели большинство современных исследователей к выводу об их гидротермальной природе.

Р. Накен (R. Nacken) считает, что образование агата связано с поствулканическими гидротермальными процессами, происходившими при температурах, близких к критической температуре воды. Образование коллоидальной кремнекислоты, по Накену, происходит при соприкосновении щелочно-силикатных растворов, выделяющихся в последние стадии кристаллизации с кислотами (например CO_2).

Растворы с температурой выше критической температуры воды (375°) находились во флюидной фазе и обладали, таким образом, отчасти, свойствами газообразного вещества, целиком заполняющего все пустое пространство миндалин. При дальнейшем остывании растворов при температуре ниже 375° могла образоваться жидкая фаза.

Подтверждением флюидной природы первой стадии заполнения миндалин является присутствие кварца и аметиста, при помощи которых устанавливается высший предел температуры. Действительно, поскольку в миндалинах встречается кварц тригонально-триплицевидного класса симметрии, его образование будет происходить при температурах ниже 575° .

Х. Хейнц и Г. Линк (H. Heinz и G. Link) в своей недавней работе возвращаются к старым представлениям о происхождении агата; они считают, что ритмическое отложение агата происходит в условиях теплого и сырого климата; в период засухи образуется золь кремнекислоты, во влажное же время года образуются растворы карбоната и сульфата щелочных и щелочно-земельных металлов.

Таким образом, существуют два различных раствора, которые заполняют пустоты в различное время. Благодаря коагуляции при участии электролитов или воды, содержащей угольную кислоту, образуется гель. Про-

водящими для растворов и золя каналами являются мелкие трещины и рас­селины, но, кроме этого, растворы могут проникать путем диффузии через стенки пустот или даже через образовавшийся уже ранее гель.

Образование агатовых прослоев известный исследователь агатов Ли­зеганг (Liesegang) объясняет следующим образом. В минда­лекаменных поро­дах полости и пустоты заполняются коллоидной кремне­кислотой целиком, исключительно путем диффузии золя через наружные стенки пустот.

Красящий пигмент, равномерно распределенный в коллоидной кремне­кислоте, ритмически выпадает из коллоида по мере поступления новых ве­ществ, вступающих в реакцию с первыми и вызывающих кольцевое рассло­ение коллоидной кремне­кислоты и заключенного в ней пигмента. В даль­нейшем гель кремне­кислоты постепенно перекристаллизовывается в твердое вещество, состоящее из халцедона и кварца.

В противоположность этой теории П. П. Пилипенко предлагает новую гипотезу секреторного отложения агатового вещества. Согласно этой те­ории водно-кремне­кислые растворы проникали в миндалины эффузивных пород через поры, волосные отверстия и проводящие каналы (а не путем диффузии), причем отложение вещества происходило последовательно и ритмически, соответственно колебаниям природных процессов: притоку растворов, их концентрации и температуры. Среда, в которой происходил процесс кристаллизации агатового вещества, могла быть газообразной и жидкой. Роль пигментов при формировании агатов, по Пилипенко, несущ­ественна.

Месторождения агата в СССР. Несмотря на большое число находок агатов во многих пунктах СССР, промышленных месторождений его чрез­вычайно мало.

Из районов, заслуживающих внимания, можно назвать только Закав­казье и Забайкалье.

Наиболее крупные месторождения технического агата и халцедона в За­кавказьи известны в Кировабадском и Чайкендском, Идживанском, Занге­зурском и Ахалцихском районах.

В первых двух районах месторождения агата приурочены к туронской порфирито-туфовой толще; темносерый, иногда коричневый и голубовато-серый агат заполняет миндалины и жилки в авгитовых порфиритах.

Наибольшие скопления агата наблюдаются возле с. Михайловка и с. Тадан.

Средний размер агатовых миндалин (в диаметре) 15—20 см; общая пло­щадь распространения агата у с. Михайловка — 8 км², у с. Тадан — 4 км².

В Идживанском районе месторождения агата расположены в 35 км к югу от ст. Акстафа Закавказской жел. дор. возле д. Сырюх.

Агатовые линзы и жилки фиолетового и черного цвета приурочены к порфиритам туронского возраста; мощность линз достигает 25 см; пло­щадь распространения агата 5 км².

В Зангезурском районе месторождение агата расположено в 15 км к югу от с. Герюсы.

Агат встречается в виде жил и жезд среди порфиритов и в виде линз в туфо-конгломератах юрской порфиритово-туфогенной толщи; диаметр жезд в среднем равен 20—30 см; мощность линз достигает 80 см.

В Ахалцихском районе находятся самые крупные в Закавказьи место­рождения агата, которые расположены в 45 км к западу от Боржома. Ага­товые миндалины приурочены к порфиритам третичного возраста, мощностью от 20 до 60 м, протягивающимся на расстояние около 15 км.

Наиболее богатые агатом участки расположены обычно у контакта с подстилающими порфирит туфо-песчаниками и известны около селений Ацхур, Цриох, Гуркель, Цохтеви, Перса и Шурдо. Содержание агата в 1 м³ породы равно 0,5—1 кг. Средний вес миндалин 1—5 кг; однако, встречаются миндалины весом до 100 кг; агат окрашен в светлосерый до темнодымчатого цвет.

Кроме перечисленных месторождений агата Закавказья, в 7 км к юго-востоку от г. Кутаиса известно промышленное Аджаметское месторождение халцедона, приуроченное к спонгилитовому горизонту нижнеолигоценовой формации.

В Забайкалье агаты связаны генетически с миндалекаменными диабазами и известны в Селенгинской Даурии — Гусиное Озеро, Кяхта; в верховьях Онона и около Акшинской крепости; в области Еравинского озера к СЗ от Читы, по р. Шилке ниже Шилкинского завода и от истоков Аргуни до Керчинского завода.

Месторождения агата за границей известны в Бразилии, Уругвае и Индии.

Наиболее крупные месторождения агата находятся в Уругвае и Бразильской провинции Рио-Гранде-до-Сул (Rio Grande do Sul).

Горные породы, слагающие район месторождений, состоят главным образом из разрушенных мелафиров и мелафировых мандельштейнов, в которых встречаются миндалины, заполненные агатом вместе с амethystом, цитрином, халцедоном и карнеолом. Из района Серра-до-Марр происходят так называемые камни Серра (Serra).

Кроме того, большое количество материала идет из притоков р. Уругвая, пограничной р. Кварейн (Quarein), Большого и Малого Каталана (Catalan), Большого и Малого Кваро (Quaro), округов Трес-Круцес (Tres Cruces) и Мета-Педро (Meta Pedro).

Из Кампо-де-Майя (Campo de Maia), в 50 милях от Рио-Пардо происходят тяжеловесные сардониксы.

Коренные залежи агатов встречаются в продуктах выветривания, сложенных красной и коричневой сильно железистой глиной. По своей форме агатовые миндалины похожи на караваи хлеба; длина их до 7 м. Большинство миндалин слабо окрашено, причем преобладают синевато-серые тона. Черные камни распространены в ограниченном количестве; также редки изумрудно-зеленые прослои. Довольно часто составной частью массы, заполняющей миндалину, является кварц.

Большая часть лучшего материала экспортируется в Оберштейн и Идар в Германию для обработки.

Месторождения агатов в Индии находятся в области развития трапповых мандельштейнов горной страны Декхан, а также в окрестностях Сурат (Surat), на полуострове Качиавар (Kathiawar) в части Раджпутана (Rajshputana), в Бенгалии и в горах Раджмахал (Rajshmahal).

Миндалевидные пустоты и трещины в горных породах заполнены агатом, карнеолом и др.; агатовые миндалины залегают как продукты выветривания в почве или встречаются в виде галек в реках. Во многих местах Индии распространены конгломераты, содержащие угловатые или окатанные куски агатов. Очевидно, они явились одним из источников речных отложений агатовых галек.

Наиболее важными областями по добыче агата являются окрестности Ратнапура и полуостров Качиавар.

Из второстепенных месторождений агата следует отметить: месторождения Германии Идар-Оберштейн на Нае, где красный и коричневый ленточный агат заполняет миндалины мандельштейнов, а также ряд мелких месторождений США.

ХРИЗОПРАЗ

Хризопраз представляет собою просвечивающие разности халцедона и кремня, окрашенные соединениями никеля в зеленый цвет. Образование хризопраза в природе тесно связано с процессами поверхностного выветривания серпентинитовых массивов.

Месторождений хризопраза в СССР пока неизвестно.

Месторождений хризопраза за границей известны в США и в Германии (Силезия).

США. В США месторождения хризопраза известны в штате Калифорния и Аризона.

Добыча хризопраза в Силезии происходит в области Франкенштейн, где он заполняет трещины и пустотки в серпентинитах, слагающих так называемые «Красные Горы». Хризопраз в данном случае является перешедшим в халцедон кремнекислым гелем, пропитанным никелевым силикатом; вероятно, субмикроскопический никелевый силикат образует опалоподобные заполнения между халцедоновыми волоконцами. По Бейшлагу, Крэшу и Фогту хризопраз является минералом-спутником никелевых руд в месторождениях Франкенштейна; хризопраз в свою очередь сопровождается опалом и праземом.

НЕФРИТ И ЖАДЕИТ

По внешнему виду и структуре минералы нефрит и жадеит очень похожи друг на друга, почему раньше их и не различали как самостоятельные минералы. Последующие определения химического состава, удельного веса и других физических свойств показали, однако, что они резко отличаются один от другого.

По химическому составу нефрит относится к группе роговых обманок (актинолиту), в то время как жадеит представляет собой натрово-глиноземистый силикат, близкий к сподумену, содержащему вместо натрия литий. Таким образом, жадеит относится к группе пироксенов. Удельный вес нефрита равен 2,95—3,04, а жадеита 3,26—3,36. Кроме того, эти два минерала легко различаются по плавкости и окрашиванию пламени. Нефрит плавится с трудом, в то время как жадеит легкоплавок и окрашивает пламя горелки в желтый цвет, что обусловлено наличием в нем натрия. Нефрит и жадеит прменяются как поделочные камни.

На европейском и американском рынках довольно распространен торговый термин «жад», под которым понимают не только нефрит и жадеит, но также целый ряд других минералов и пород, которые своими физическими свойствами (твердость, вязкость, текстура, цвет и др.) напоминают указанные два минерала. К числу таких разновидностей «жада» относится трансвааль-жад, представляющий собою плотную, роговиковоподобную гранатовую породу (гроссуляра), окрашенную в зеленый или бледнорозовый цвет. Такого же точно минералогического состава плотная порода белого цвета, а также везувиановая порода слабозеленого цвета известны в Америке под названием: г р а н а т - ж а д , в е з у в и а н - ж а д или к а л и ф о р н и т . К этой же группе жадов относится серпентин-жад, представляющий собою жилковатый пикролит, окрашенный в слабый, зеленовато-желтый цвет; горнбленд-жад или смарагдит, окрашенный в темный цвет с изумрудно-зелеными иглами, пектолит-жад и бовенит (серпентин)-жад и др.

НЕФРИТ

Нефрит по химическому составу отвечает формуле $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{SiO}_3)_4$ и представляет собою плотную породу, сложенную из мелких кристаллов актинолита со спутанно-волоконистой структурой. Благодаря такой структуре нефрит обладает большой прочностью и вязкостью. Цвет его зеленый, зеленовато-желтый, серый и в редких случаях белый. Излом раковистый. Твердость 5,5—6,5; удельный вес 2,95—3,04. Показатель преломления $N_g = 1,606$, $N_p = 1,632$.

Генетически он тесно связан с ультраосновными породами (пироксенитами, габбро, диабазами) и образуется в результате их контакто-метаморфического изменения.

В СССР промышленные месторождения нефрита находятся в Саянских горах, в верховьях бассейнов рр. Белой и Китоя. Основная масса добытого

в этом районе нефрита происходит из вторичных месторождений в виде валунов, встречающихся в долинах по рр. Урику, Хороку, Даялоку, Оноту, Оспе, Сахангеру и Китою.

Из коренных месторождений известно месторождение на р. Харажелге в Восточном Саяне, описанное Б. М. Куплетским. Согласно Б. М. Куплетскому район месторождения сложен тальковыми и хлоритовыми сланцами, прорезанными штоками серпентинита. Сланцы сильно карбонатизированы и тальковые сланцы переходят местами в тальковый камень. Серпентинит пропитан выделениями актинолита. Кроме штоков серпентинита, сланцы инъецированы жилами кварцевых кератофиров, простирающихся в широтном направлении.

Месторождение нефрита связано с серпентинитовым штоком, имеющим падение $NW\ 290^\circ \angle 40^\circ$. В центральной части штока плотной текстуры и темного зеленого цвета залегают связанные с ним постепенными переходами линзообразные и неправильной формы выделения нефрита. С северной стороны шток сменяется актинолитово-цоизитовой породой с прослеженной мощностью в 1,5 м; с южной стороны к штоку примыкают рассланцованные серпентиниты и эпидото-хлоритовые сланцы.

Генезис серпентинита и нефрита Б. М. Куплетский трактует следующим образом: «первичная порода, давшая шток змеевика, до своего изменения представляла значительно дифференцированное тело, где краевые части были сложены из габбро, перешедшего в актинолитово-цоизитовую породу. Более центральная часть дала начало змевику, и за счет пироксенитовых участков, подвергнувшихся процессам амфиболитизации образовался нефрит».

Непромышленные выходы нефрита известны на Урале (в Миасском районе).

Месторождения нефрита за границей известны в Новой Зеландии в южной части острова. Они приурочены к поясу ультраосновных пород, протягивающемуся в северо-восточном направлении вдоль западных склонов Новозеландских Южных Альп от острова Дурвилль (D'urville) до озера Вакапиту (Wakapitu), через провинции Нельсон (Nelson), Вестланд (Westland) и Отаго (Otago).

Габбро-перидотитовый массив интродуцирует осадочные породы мезозойского и палеозойского возраста.

Первичная эксплуатация нефрита происходила преимущественно из вторичных месторождений речных и юрских галечниковых отложений (на западном побережье Новой Зеландии).

Коренные месторождения известны во многих пунктах указанного пояса ультраосновных пород. Бауэр упоминает о месторождениях на р. Арахура (Arahuira), в 15 милях от ее устья; мощностью в несколько футов, залегающих в зеленых сланцах, в местности около Джексонабэй (Jacksonbay) или Мильфордзунд (Milfordsund) к югу от горы Кука, затем на озере Вакапиту в Отаго и, наконец, в серпентинитах острова Дурвилль.

Финлейсон (Finlayson) указывает на месторождения горной цепи Гриффин, где нефрит встречается в массе серпентин-тальк-карбонатных пород в виде желваков и жил мощностью от нескольких до 30 см и более. Характерно, что в нормальных серпентинитах, вне ассоциации с тальком и карбонатом, нефрит не встречается.

По Финлейсону, можно различать 4 типа новозеландского нефрита.

1) Образовавшийся в результате уралитизации пироксенов ультраосновных пород.

2) Как контактовое образование на контакте серпентинита с известняками.

3) Образовавшийся в результате непосредственного превращения оливина в тонковолокнистый актинолитовый агрегат.

4) Как продукт глубинного метаморфизма серпентин-тальк-карбонатных пород.

Разработка нефрита в Новой Зеландии систематически производится с 1890 г., причем отдельные добытые глыбы достигают по весу от нескольких килограмм до 2 т.

Крупнейшие месторождения нефрита находятся в Китае в пределах Китайского Туркестана. Они рассеяны вдоль северных и южных склонов Куень-Луня, начиная от Раскем-дарьи на западе и до разработок в китайской провинции Гань-су на востоке. Главная масса нефрита добывается из вторичных месторождений в виде валунов и галек, встречающихся среди аллювиальных отложений. Крупнейшими районами по добыче нефрита считаются: район Хотана, долина р. Журункаша (валуны и гальки), долина р. Каракаша у Шахидулла-Ходжа (коренные месторождения), бассейн р. Тизнаб, Керья-дарья, Джаркент-дарья.

Все указанные месторождения изучены чрезвычайно слабо и имеются лишь некоторые указания К. Богдановича на геологические условия залегания месторождения нефрита Шанут по рр. Тизнаба и Лющей в бассейне р. Керья-дарьи. В районе Лющей на северном и южном склонах Куень-Луня обнажаются огромные выходы авгитовых сиенитов, подчиненных осадочным породам девонского возраста. Наряду с сиенитами широким распространением пользуются диабазы и габбро. От подножия хребта к гребню кристаллические породы приобретают рассланцованную текстуру и переходят в авгитовые, уралитовые и авгитово-волластонитовые сланцы. Особенно сильная рассланцеванность наблюдается возле нефритовых месторождений.

Месторождения нефрита в виде гнездовых залежей приурочены к контакту сиенитовых и гранитовых пород с диабазовыми и габбровыми. Непосредственным зальбандом нефритовых гнезд является порода, сложенная из серпентина, актинолита, волластонита, кальцита и пирита. Зальбандом этой толщи является порода, состоящая из крупнокристаллического агрегата кальцита с выделениями волластонита. Вся эта серия пород заключена в диабазовой толще. Генезис этих месторождений К. Богдановичем с достаточной полнотой не выяснен.

Жадеит. Теоретический состав жадеита $\text{NaAl}(\text{SiO}_2)_3$, которому отвечает в весовом отношении: SiO_2 — 59,40; Al_2O_3 — 25,25; Na_2O — 15,35. Практически жадеит всегда содержит незначительные примеси Са, Mg, К и Fe. Макроскопически жадеит представляет собою плотную вязкую породу, с занозистым изломом; под микроскопом сложен из агрегата мелких, волокнистых кристаллов моноклинной системы, обладающих свойствами пироксена. Удельный вес 3,264—3,36; твердость 6,5—7; показатель преломления $N_p = 1,66$; $N_g = 1,68$. Окраска разнообразная: белая, беловато-зеленая до изумрудно-зеленой. Изредка встречается светлоголубая, фиолетовая, красная, коричневая и черная.

В СССР месторождений жадеита нет.

Месторождения жадеита за границей. Крупнейшие в мире месторождения жадеита находятся в Северной Бирме и расположены в пределах округа Мииткиина (Myitkyina), в бассейне верхнего течения р. Уру.

Согласно данным Блэка и Чайббер (Chhibber) в геологическом строении района участвуют как изверженные, так и осадочные породы различного возраста. В восточной части района располагается огромный гранитный батолит, сопровождающийся аплитами и пегматитами. В контакте с гранитом развиты здесь каменноугольные известняки превращены в рубиновые мрамора, давшие в дальнейшем при выветривании их известные аллювиальные рубиновые россыпи Нениазейк.

В западной части района выступает массив серпентинизированного перидотита с подчиненными ему выходами пикрит-порфирита, протягивающийся в северо-западном направлении. Этот массив инъецирует кристаллические сланцы, которые, судя по минералогическому составу, образовались, очевидно, и за счет осадочных пород (кианитовые, кварцитовые), и за счет изверженных (хлоритовые, актинолит-цоизитовые). Возраст перидотитовой

интрузии Чайббер определяет как верхний мел — нижний эоцен. В центральной и южной частях района широко развиты мощные третичные отложения, представленные песчаниками, глинами и конгломератами.

Многочисленные коренные месторождения жадеита приурочены к серпентинизированному перидотиту и представлены обычно в виде жилеобразных и штокообразных залежей жадеито-альбитовых пород; мономинеральные жадеитовые породы носят название «жадеитит», при значительной примеси альбита — «альбитовый жадеитит»; последняя порода при увеличивающемся содержании альбита постепенно переходит в альбитит. При инъекции жадеито-альбитовых пород в серпентинит на контакте между ними возникает реакционная оторочка (рис. 19), выраженная в виде рассланцованных прослоев хлоритовых и роговообманковых (актинолитовых) пород.

Кроме коренных залежей, известны и вторичные месторождения жадеита, связанные с третичными конгломератами и современными аллювиальными отложениями.

Из многочисленных коренных месторождений жадеита Бирмы месторождение Таммав является самым крупным. Оно находится в 105 км от железнодорожной станции Могонг (Mogoung), около д. Таммав, и приурочено к серпентинитовому массиву, протягивающемуся в северо-восточном направлении в виде полосы, мощностью около 7—8 км. Жадеито-аплитовая жила залегает в серпентините; простирание меридиональное; падение 60° к востоку; мощность чистого жадеита 1,5—2 м. Жила выработана на протяжении 600 м открытыми работами до глубины в 50 м.

Сводный геологический разрез жадеито-альбитовой интрузии Таммав, по Чайбберу, следующий (сверху вниз): серпентинизированный перидотит, хлоритовый сланец светлозеленого цвета, кремнистая порода, напоминающая по внешнему виду рассланцованный серпентинит, амфиболит, амфиболо-альбитовая порода, альбитит, жадеит; ниже жадеита взаимоотношения пород не всегда видны и та же последовательность пород выдерживается в редких случаях; жадеит, например, не всегда подстилается альбититом и может залегать непосредственно на амфиболите; местами альбитит совсем отсутствует.

Вопрос о генезисе жадеитовых месторождений трактуется по-разному. Грубенманн рассматривает жадеититы как конечный продукт изменения нефелитовых сиенитов через нефелиновые гнейсы в кристаллические (жадеитовые) сланцы.

Блек жадеито-альбитовые породы Бирмы рассматривает как дайки эруптивного характера, интродуцировавшие в амфиболит. Амфиболиты же, развитые по контакту этих жил с перидотитами, он относит к рассланцованным габбро, тесно связанным, таким образом, с перидотитами.

Благодаря содержанию в жадеито-альбитовых породах хрома он также связывает их генезис с ультраосновной магмой, причем считает, что они

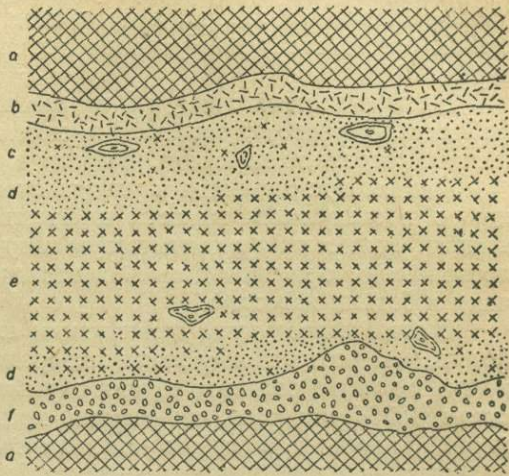


Рис. 19. Геологический разрез жадеито-альбитовой жилы месторождения Таммав в Верхней Бирме.

a — серпентин, *b* — тонко рассланцованная хлоритовая порода зеленого цвета, *c* — альбитовая порода со сланцеватыми включениями из актинолита с хлоритом, *d* — смешанная зона, сложенная из альбита и жадеита с включениями актинолита-хлоритовой породы, *e* — белый жадеит, *f* — актинолитовый сланец.

первоначально носили характер нефелино-аплитовых жил, как крайних членов дифференциации ультраосновной магмы. В дальнейшем, под влиянием интрузии гранитной магмы, сопровождающейся высоким давлением, нефелино-аплитовые породы были превращены в жадеито-альбитовые породы.

Лякруа, возражая Блеку, указывает, что амфиболиты являются не рассланцованными габбро, а продуктом эндоморфного изменения боковых стенок (перидотита) при условии десиликации инъецировавших жильных пород.

Доказательством этому по его мнению служит химический состав амфиболита, характеризующегося высоким содержанием щелочи и магния и низким содержанием калия, извести и алюминия.

Аплиты при инъекции в ультраосновные породы претерпели десиликацию с последующим выносом кремнекислоты и превращением альбита в жадеит. Вынесенная в контактовую зону кремнекислота пошла на реакцию превращения ортосиликатов в метасиликаты — амфиболы, богатые щелочами и бедные известью.

Обычным продуктом десиликации альбитовой молекулы считается нефелин, жадеит же между этими минералами занимает промежуточное положение и вообще является редким образованием. В связи с этим обстоятельством Чайббер считает, что реакция превращения альбита в жадеит происходила, очевидно, в особых условиях при наличии высокого давления, при которых нефелин становился неустойчивым.

Распределение жадеита и альбита в жадеито-альбитовых породах неравномерное; в одних жилах жадеит тесно переплетается с альбитом, в других в виде линзообразных выделений залегает в чистой альбитовой массе. Такое распределение объясняется, очевидно, гравитационной дифференциацией, которая, однако, в некоторых случаях была сильно стеснена, благодаря большой вязкости десилицированной магмы.

Россыпи жадеита Мэмон (Mamon) находятся в 15 км к югу от Таммав в долине р. Уру. Речной аллювий, сложенный из хорошо окатанных галек серпентинита, кварца, сосюрита и жадеита, достигает местами мощности свыше 30 м. По внешнему виду жадеитовые гальки идентичны с жадеитом из коренных месторождений Таммав.

Месторождение Хвека (Hweka) представляет собою жадеитоносный конгломерат, мощностью до 15 м, покрытый песчаниками и конгломератами третичного (миоцен) возраста. Конгломерат сложен из галек и обломков пород различного состава: кварца, роговообманкового габбро, пироксенита, серпентинита и жадеита; величина отдельных глыб достигает 1 м³.

Последние годы (1929—1932) добыча жадеита в Верхней Бирме оценивалась суммой около 170 000 золотых рублей. Наиболее крупная добыча падает на 1922 г. — 390 000 кг. Нефрит и жадеит в одинаковой мере применяются как поделочный камень с доисторических времен.

ЛАЗУРИТ

Лазурит (ляпис-лазурь, лазуревый камень) представляет собой алюмосиликат сложного состава, отвечающего, по Краусу и Холдену, формуле: $(\text{Na}_2, \text{Ca})_2 \text{Al}_2[\text{Al}(\text{NaSO}_4, \text{NaS}_3, \text{Cl})] (\text{SiO}_4)_3$.

Он кристаллизуется в кубической системе и изредка представлен в виде ромбо-додокаэдрических кристаллов. Твердость 5,5—6; удельный вес 2,4. Оптически изотропный, с показателями преломления 1,5. Типичная окраска лазурита темносиний, встречаются, однако, экземпляры, окрашенные в светлосиний цвет, а также красновато-фиолетовый и зеленый.

Под термином лазуревый камень понимают смесь темносинего лазурита с кальцитом, окрашенным в белые и бурые тона. Из других примесей часто

встречаются золотистые кристаллы пирита. Лазуревый камень используется главным образом в качестве поделочного материала для мелких изделий. В тонко измельченном виде он применяется также в качестве темносиней краски — ультрамарина. На рынке поделочного камня иногда фигурируют подделки его в виде агатов, окрашенных берлинской лазурью.

На Востоке различают три разновидности лазуревых камней: нили — цвета индиго, асмани — небесно-синего и сабци — зеленовато-синего. Наиболее ценным камнем являются разновидности его, окрашенные в темносиний цвет с золотистыми крапинками пирита.

Месторождения лазуревых камней встречаются исключительно в сильно метаморфизованных известняках в виде прожилков, линз и залежей неправильной формы. Генезис его еще недостаточно изучен. Судя по геологическому строению Малобыстринского месторождения (см. ниже), где широко развиты процессы десиликации гранитных пегматитов, образование его, по видимому, связано с контактным воздействием на известняки остаточных расплавов кислой гранитной магмы, сильно насыщенных летучими. Крупнейшие месторождения лазуревых камней находятся в Афганистане, в Чили и в СССР.

Месторождения лазуревых камней в СССР расположены в юго-западном углу Байкала, в обширной области, сложенной из сильно дислоцированных гнейсовых пород докембрийского возраста с подчиненными им пропластками и линзами кристаллических известняков, прорезанных жильными гранитными породами. Местами вся эта серия кристаллических пород перекрыта базальтовыми покровами.

Залежи лазуревых камней приурочены исключительно к полосам известняка и имеют вид неправильных линз, желваков, а также прожилков. Из наиболее известных месторождений, по А. Е. Ферсману, можно отметить следующие.

1. В наносах и в 5 коренных месторождениях в долине р. Слюдянки.
2. По р. Талой вместе с крупным месторождением главколита.
3. В наносах и в коренном месторождении по р. М. Быстрой.
4. В наносах р. Тулунгуй, впадающей в р. М. Быструю.
5. По ключу Чернушке, впадающему справа в р. Средняя Тибельти.

В последнее время (1930 г.) из этих месторождений подверглось детальному изучению и разведке — Малобыстринское. Оно расположено к юго-западу от озера Байкал, на западном склоне хребта — отрога Хамар-Дабана, являющегося водоразделом между рр. Малой Быстрой и ее левым притоком р. Лазурной. По данным Е. Д. Поляковой, район месторождения сложен мраморами и гнейсами докембрийского возраста. Залежи лазурита приурочены к полосе мраморов, мощностью от 400 до 800 м, простирающихся в северо-западном направлении 320° с крутым, почти вертикальным падением. В северной части к полосе мрамора примыкают диопсидовые гнейсы с подчиненными им гранатовыми, амфиболо-пироксеновыми и амфиболовыми гнейсами. В южной части мрамор граничит с биотитовыми гнейсами. Полоса мраморов сильно метаморфизована и пронизана многочисленными жилами пегматитов и реже пегматит-аплитов линзообразной формы. Кроме того, в полосе мрамора широко развиты циполины неправильной формы, а также диопсидовые породы. Простирание пегматитовых жил совпадает с общим простиранием слагающих район горных пород. Мощность их не превышает 75 см.

По минералогическому составу и структуре различают шесть типов пегматитов: гранит-пегматиты, сиенит-пегматиты, пироксено-амфиболовый пегматит, лейкократовый пироксеновый пегматит, гранит-пегматит, переходящий в пироксено-амфиболовый, и микропегматит.

Контакт пегматитов с мраморами недостаточно отчетливый; для некоторых из них, однако, наблюдаются контактовые образования в виде значительного обогащения белого мрамора светложелтой и зеленоватой слюдой. Среди мраморов, играющих существенную роль в геологическом строении

месторождения, наблюдается много разновидностей, отличающихся между собою по цвету, структуре и по характеру входящих в них аксессуарных минералов. Последними являются: графит, диопсид, форстерит, замещенный серпентином, флогопит, кварц, апатит, скаполит, шпинель и изредка эпидот с цоизитом.

Непосредственно приуроченными к лазуритовым залежам в мраморах являются минералы: голубой апатит, светлая слюда, стекловатый полевой шпат и пирит. Циполины характеризуются в отличие от мраморов рез-

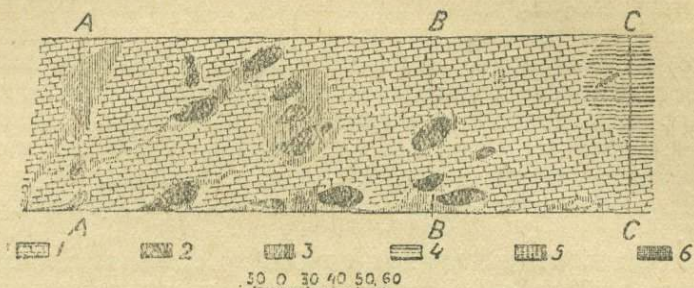


Рис. 20. Схема распределения гнезд лазурита в мраморах Мало-Быстринского месторождения.

1 — мрамор, 2 — лазурит, 3 — мякоть, 4 — циполино, 5 — диопсидовая порода, 6 — пегматит.

ким преобладанием форстерита, превышающего иногда содержание кальцита. Диопсидовые породы относятся к переходным породам между циполино- и диопсидовыми гнейсами.

Лазуритовые залежи приурочены к зоне белых и серых мраморов, общая площадь которых определяется в 2000 м².

Лазурит в виде гнезд и желваков неправильной формы залегает в белой или зеленоватой рыхлой, мучнистой массе с большим количеством слюды (рис. 20).

Мучнистая масса «мякоть», сложенная из слюды, кальцита и полевых шпатов, заполняет трещины или пустоты в мраморах и является до некоторой степени поисковым признаком на лазурит. Гнезда, желваки и прожилки лазурита чрезвычайно разнообразны. Встречаются отдельные глыбы его, достигающие 1 м в поперечнике. Все они вытянуты по линии, имеющей общее с вмещающими их мраморами простирание — 320°.

Малобыстринский лазуревый камень характеризуется красивым густосиним цветом; он нередко содержит включения, что придает камню пятнистый или полосчатый характер.

Месторождение требует детальной разведки.

Месторождения лазурита за границей. В Афганистане месторождения лазуревый камень расположены в верхнем течении р. Кокчи, притока Амударьи (Оксус), в провинции Бадахшана. Лазуревый камень залегает в форме неправильных жил и линз в кристаллическом известняковом сланце, представляя собою продукт контактово-метаморфических процессов. Из минералов-спутников характерны пирит и слюда. Добыча камня производится открытыми работами, а также при помощи штолен и наклонных шахт.

Чили. Месторождение известной «чилийской ляпис-лазури» находится в провинции Коквимбо (Coquimbo).

Залежи лазуревый камень приурочены к кристаллическим известнякам белого и серого цвета; лежащим боком известняков являются глинистые сланцы, висячий бок сложен контактовой гранатовой породой, содержащей железную руду.

Постоянным спутником лазурита является здесь также пирит. Кроме коренных залежей, известны также россыпи.

В 1924 г. здесь было добыто около 2000 кг лазурита.

РОДОНИТ (ОРЛЕЦ)

По химическому составу родонит представляет собою марганцевый силикат, отвечающий химическому составу $MnSiO_3$. Некоторое переменное количество Mn замещается Ca, Fe и Zn.

Кристаллизуется родонит в триклинной системе. Твердость 5,5—6,5, показатели преломления $N_p = 1,71—1,73$; $N_g = 1,73—1,74$. Удельный вес 3,4—3,7. Окраска розово-красная до мясо-красной и голубовато-розовая, объясняется присутствием марганца. Нередко по мясо-красному полю проходят тонкие жилочки и дендритообразные выделения окислов марганца. К родониту примешиваются иногда включения граната, кальцита и жилки кварца.

Применяется родонит в качестве поделочного камня для мелких изделий: чернильниц, пресс-папье, вазочек и т. п.

В СССР единственное промышленное месторождение родонита находится на Урале у д. Малое Седельниково (Шабры) в 24 км на юго-восток от Свердловска по почтовому тракту, по правую сторону р. Арамилки (0,5 км от деревни к югу).

Родонит залегает здесь в виде жилы (линзы?), мощностью 2,7 м, среди глинистых сланцев и кварцитов, простирающихся в северо-восточном направлении. В висячем боку на контакте между белым кварцитом и залежью родонита проходит зона, сильно насыщенная выделениями марганцевых руд черного цвета.

Месторождение родонита за границей известно только в США, в 13,5 км от Хаппи Кемп (Happy Camp), в графстве Сискиу в Калифорнии. Оно расположено на крутом восточном склоне горы Томпсон, между рр. Индиан и Томпсон, на высоте около 1200 м. Родонит, обнажающийся на поверхности, представлен в виде пласта, мощностью 1,8 м, простирающегося в северо-западном направлении с падением на северо-восток 20° . Иногда залежь родонита имеет линзообразную или жилообразную форму. Подстилающие породы сложены тонкозернистым кварцитом, переслаивающимся с черным шифером. Вершина горы Томпсон сложена тонкозернистым гранодиоритом.

Залежь родонита пронизана тонкими жилами и прожилками окиси марганца; тонкие прожилки марганца встречаются также и в подстилающем залежь кварците, который по своей текстуре напоминает родонит и местами окрашен в светлорозовые тона.

По микроскопическому исследованию родонитовая порода состоит из зерен кварца и родонита мозаичной структуры. Это указывает на ее образование за счет полного или частичного замещения подстилающего кварцита.

В Калифорнии, кроме описанного месторождения, известны еще залежи родонита в графствах Плюмас и Туларе.

Родонит встречен также в Нью-Джерси, Монтана и Массачузетс. В 1910 г. в США было добыто 3 200 фунтов родонита на сумму в 200 долларов.

МАЛАХИТ

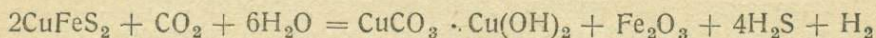
Химический состав малахита $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$. Кристаллизуется в моноклинной системе, причем кристаллы его обычно мелки, плохо образованы и характеризуются игольчатым строением. Собираясь пучками, малахитовые кристаллы образуют плотные массы с радиально-лучистым строением, обладающие шаровидной, почковидной или гроздевидной внешней формой. Для внутреннего строения малахита характерно еще развитие концентрически-скорлуповатой текстуры аналогично той, которая типична для агата, заключающейся в чередовании отдельных прослоев между собою. Разница только в том, что наращивание отдельных слоев в агате идет в направлении от периферии к центру, а в малахите — наоборот. Твердость 3,5—3,75.

Излом мелкокораквистый. Показатель преломления 1,70—1,90. Удельный вес 3,5—4,1, большей частью — 3,75. Зеленая окраска непрозрачного малахита объясняется высоким содержанием в нем меди.

Малахит широко известен как первоклассный поделочный камень; из него изготовляют мелкие изделия, а также крупные вазы, крышки, шкапулки и столы; в последнем случае, собственно, изделия изготовляются из другого материала, а малахит в виде тонких отшлифованных пластинок служит в качестве обкладочного камня.

Малахит является типичным минералом зоны окисления меднорудных месторождений, где он встречается в виде тонких налетов и пленок или в виде мощных неправильной формы залежей, образующихся в результате выветривания медных минералов и руд. Агентами выветривания в данном случае являются воды, насыщенные углекислотой. Характер самих вод еще недостаточно ясен. Одни исследователи связывают образование малахита с циркуляцией холодных метеорных вод, другие указывают на их гидротермальную природу. Так акад. А. Е. Ферсман полагает, что крупные залежи малахита образуются лишь путем контактно-метасоматических (?) процессов, возникающих на больших глубинах в известняках при взаимодействии их с содержащими медь термальными растворами. В прочих случаях образуются обычно не имеющие промышленного значения мелкие залежи.

Общая схема образования малахита для обоих случаев может быть выражена следующей формулой:



Месторождения малахита в СССР. Крупнейшие в мире месторождения малахита, обладающие исключительно высоким качеством сырья, находятся на Урале. Часть из них — Гумешевские медные рудники — расположена на западном склоне Урала, в 56 км к юго-западу от Свердловска. Здесь малахит вместе с красной медной рудой и самородной медью встречается в виде почковидных, сталактитообразных и трубчатых масс, залегающих в красной глине. Средняя величина малахитовых камней достигала 150 кг. Наиболее крупный кусок малахита весил 1 500 кг.

Другим районом месторождений малахита является Нижнетагильский округ, где малахит встречается в виде гнездообразных выделений вдоль трещин в известняках. Крупнейшая глыба малахита, найденная в 1855 г., весила 25 000 кг.

Из остальных месторождений малахита можно назвать Меднорудянский рудник в окрестностях Нижнего Тагила и Турьинские рудники в окрестностях бывш. Богословска.

Месторождения малахита за границей известны в Африке: медные рудники Катанги в Бельгийском Конго; в Тзумеб — области Отави, и в Родезии. Генетически они аналогичны уральским.

ЯШМА

Под общим собирательным термином «яшма» понимается большое число микрокристаллических кремнистых горных пород, отличающихся одна от другой минералогическим составом, структурой и текстурой и особенно большим разнообразием их окраски.

Общим признаком яшм является высокое содержание в них кремнекислоты.

По минералогическому составу яшмы в основном сложены из мелких зерен кварца и отчасти халцедона, к которым примешиваются в различных количествах мелкие кристаллики гематита, красновато-бурая коллоидальная гематитовая масса, а также иголки пиролюзита, актинолита, листочки серицита, биотита, хлорита и зернышки эпидота и кальцита. Изредка

встречаются включения пирита и арсено-пирита. Среди разнообразных яшм мировых месторождений Урала и Алтая акад. А. Е. Ферсман по текстуре и окраске различает следующие их основные разновидности.

Сплошные яшмы (Калканское месторождение) со скрытокристаллической структурой, окрашенные в различные оттенки красного, розового, фиолетового, зеленого, серого и других цветов.

Сплошные яшмы с пятнами и включениями: палевого цвета, с черными дендритами (Аушкульское месторождение), с пятнами, струями и облачным рисунком (Ново-Николаевское) и с белыми и черными точками порфировой структуры (Коргон-Алтай).

Полосатые ленточные яшмы: с чередующимися красными, зелеными, серо-желтыми и другими полосами или с деформированными полосами — волнистые яшмы (Ревневская, Алтай) и сплошные с порфировыми струйчатыми выделениями — струйчатые яшмы.

Порфировые яшмы, представляющие собою силифицированные излившиеся породы с красивым рисунком, обусловленным порфировидными выделениями полевых шпатов, кварца, пироксенов и амфиболов.

Пестроцветные яшмы (Орские месторождения), характеризующиеся большим разнообразием окраски и неоднородностью ее для каждого образца в отдельности.

Брекчиевидные и конгломератовидные яшмы (Алтай) характеризуются соответствующей структурой. Сфероидальные (копейчатые) и натечные (агатовые) яшмы.

Копейчатые яшмы относятся к типу излившихся пород с сфероидальными выделениями кварца (Коргон—Алтай); агатовые яшмы обладают полосатой, слоистой структурой натечного характера.

Для яшм характерны — раковистый излом, скрытокристаллическая структура, высокая твердость и прекрасная способность воспринимать полировку. Таким образом, термин «яшма» является скорее термином техническим, чем научным. В общем смысле яшмы должны быть отнесены к кремнистым роговикового типа породам различного генезиса.

Химический состав яшм очень непостоянен.

По данным О. Нестояновой, содержание кремнекислоты в яшмах Башкирии следующее (в %):

Месторождения

Шеренбейское	95,48
Шариповское	81,88
Мулдакаевское	85,40
Тунгатаровское	86,48
Ямское	80,64
Калканское	81,64

Валовой химический анализ знаменитых яшм — Ямской (1) и Калканской (2) — характеризуется следующим составом:

	SiO ₂	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	FeO	Потери при прокаливании	Сумма
1	80,64	11,24	6,40	0,63	0,15	1,30	1,09	100,15
2	81,64	13,12	2,80	1,30	0,13	1,30	1,23	100,82

Типы месторождений. Ввиду чрезвычайно многообразных и сложных геологических условий образования яшм и слабой их изученности дать единую генетическую классификацию месторождений яшм в настоящее время не представляется возможным. Образование сильно окремнелых пород в верх-

них частях земной коры явление весьма распространенное и процессы окремнения в одинаковой мере развиты в осадочных, метаморфических и изверженных породах. Среди осадочных пород образование яшм может происходить за счет собственно кремнистых отложений (радиоляриевых илов), которые при динамическом метаморфизме превращены в яшмы. Процесс окремнения осадочных пород может быть также связан и с контактовым метаморфизмом при известном привносе кремнекислоты термальными растворами. Наконец, яшмоподобные кремнистые выделения различных оттенков могут быть выделены в осадочных породах в виде конкреционных образований (например, самарские «агаты» в пермских известняках, окрашенные кремни в каменноугольных известняках Моск. области и др.). К этой группе яшмоподобных пород могут быть отнесены также роговиковые сланцы и сливные кварциты из зоны метаморфических сланцев.

Среди изверженных пород особенный интерес в качестве яшмы приобретают фельзитовые порфиры и силифицированные породы порфирированного типа, высоко ценимые благодаря красивой расцветке их основной массы и особенно по наличию в них белых, серых, розовых, темнозеленых и черных вкрапленников (полевой шпат, кварц, пироксены и амфиболы).

Месторождения яшм в СССР. Крупнейшие месторождения яшм высокого качества находятся на Урале и Алтае; все другие районы — Крым, Казахстан, Забайкалье, Закавказье — имеют второстепенное значение.

Наиболее богатым яшмами является собственно Южный Урал, где месторождения их протягиваются в виде прерывистой полосы, начиная от Миасса и до Орска. Месторождения яшм этого района генетически тесно связаны с туфогенными породами, среди которых яшмы залегают в виде отдельных пропластков или свит различной мощности.

Часть месторождений яшм безусловно связана с сильно метаморфизованными радиоляриевыми илами девонского возраста.

Пользуясь работами акад. А. Е. Ферсмана, а также геолога О. Нестяновой, приводим описание самых крупных и наиболее изученных месторождений яшм.

Шеренбейское месторождение находится в 30 км южнее ст. Миасс на правом берегу р. Шеренбей, в 1,5 км выше ее впадения в р. Иремель. Залегая среди кремнистых темных или красноватых, сильно рассланцованных туффитов, яшмы слагают небольшой гребень, протягивающийся на юг от поселка «Возрождение». Мощность яшм 10—15 м. Яшма окрашена в темнокрасный цвет, на фоне которого развиты светлые прожилки. Под микроскопом яшма сложена в основном из мелких кварцевых зерен, среди которых выделяются округлые образования из более крупнозернистого агрегата кварца. Прожилки, прорезающие породу, заполнены фистацитом, серицитом и кварцем. В основной массе изредка встречаются хлорит и актинолит. Темнокрасная окраска яшмы связана, очевидно, с наличием тонко-распыленных включений гематита.

Авязовское и Шариповское месторождения находятся в 45 км к югу от ст. Миасс в верховьях р. Уя, на правом берегу его у д. Шариповой. Яшмы залегают среди кремнистых туффитов и плотных туфов в виде линз и гнезд, мощностью в 10—20 м, протягивающихся на расстоянии 150—200 м. Окраска яшм красная, сургучная, вишневая или полосчатая (из красных и розовых полосок). Обнажающиеся монолиты достигают размеров $1,5 \times 1 \times 1,2$ м.

Мулдакаевское месторождение находится в 45 км на юг от ст. Миасс и в 1,5 км к западу от д. Мулдакай вблизи дороги в Мулдашево.

У южного подножья гребня Герды-Таш отдельные выхода яшм на поверхности земли представлены в виде большого числа крупных монолитов, достигающих размером $2 \times 2,5 \times 5,5$ м.

Яшмы залегают среди серпентинитов в виде линз различного размера. Одна из таких линз разрабатывалась в 1929 г. открытым карьером; мощность

ее 13 м, длина 70 м. Яшма окрашена в сине-серые, темно- и светлоголубые тона, а также серо-зеленовато-синие с ветвистыми волнами синевато-серого или пепельного цвета. Под микроскопом яшма сложена преимущественно из мелких игл актинолита и кварца. На контакте с серпентинитами она приобретает рассланцованный характер и сложена из мелкокристаллической кремнистой массы, игл актинолита и биотита, а также зерен кварца. В некоторых случаях отмечаются переходы яшмы в светлобуроватую с зеленоватым оттенком эпидото-хлоритовую породу. Мулдакаевская яшма пре-красно полируется и приобретает густой черно-зеленый цвет.

Аушкульское месторождение расположено на горе Аушкуль к югу от ст. Миасс. Аушкульская яшма окрашена в красивый палевый цвет с черными и бурными веточками марганцовистых и железистых дендритов. Яшмы непосредственно выходят на дневную поверхность на вершине горы Аушкуль и по ее склонам.

По минералогическому составу и структуре аушкульская яшма представляет собою гранит-порфир, сложенный из основной массы микрогранитовой структуры, в которую погружены вкрапленники плагиоклаза, калиевых полевых шпатов и кварца.

Тунгатаровское и Старое Муйнакское месторождения яшм расположены в 55—60 км к югу от ст. Миасс, возле дд. Тунгатаровой и Старая Муйнак. Они представлены в виде прерывистой полосы яшмовых пород вдоль восточного склона хребта Ирендык. Крупные выходы яшм слагают вершины гор Ташказган, Кызыл-таш и Сарбай. Яшмовые тела в виде огромных линз залегают среди кислых эффузивных пород плагиоклазовых порфиритов, кварцевых альбитофинов и кремнистых туфов.

На горе Ташказган яшма окрашена в ярко- и темнокрасный цвет и характеризуется высоким содержанием гематита. На южном склоне горы она сильно оруденела и содержит пирролизит, манганат и родонит. Основная масса яшмы рассечена кварцевыми жилами.

Аналогичные же яшмы встречаются и на горе Кызыл-таш и Сарбай и на склоне горы Кувандык.

Тунгатарово-Муйнакские месторождения яшмы по своим запасам, а также качеству сырья являются самыми крупными месторождениями сургучных яшм в Северной Башкирии.

Ямское месторождение по имени рч. Ям-Елга расположено в 1,5 км к западу от д. М. Муйнаково. Яшма в виде линзы залегает среди пироксеновых порфиритов и туфов. Кроме того, в некоторых пунктах тонкие пропластки яшмы чередуются с пропластками тонкозернистых туфов. Окраска яшмы светлозеленая, переходящая кверху в красную и вишневою. Микроскопически яшма сложена из мелких зернышек кварца, эпидота, иголочек актинолита и плагиоклаза.

Калканское месторождение расположено в 90 км к югу от д. Рысаевой. Оно находится в пределах полосы серпентинитовых пород, протягивающейся в северо-северо-восточном направлении.

Яшма в виде линзообразных и штокообразных залежей, расчлененных на отдельные крупные монолиты, залегает на контакте серпентинитов с кремнистыми туффитами или туфами.

Яшма характеризуется плотной текстурой и раковистым изломом и об-ладает зеленовато-серой окраской, часто с полосатым рисунком, появление которого обусловлено перемежаемостью оттенков серого и серо-зеленого цвета. Под микроскопом яшма сложена из мелких обломков пироксена, альбита, кварца и хлорита. Пироксен уралитизирован. Из аксессуарных рудных минералов развит халькопирит. Брекчиевидные участки сложены из крупных угловатых обломков тех же самых пород. По минералогическому составу и структуре калканская яшма представляет собою окремненный туф пироксено-плагиоклазового порфирита. По простиранию и падению структура яшмовой породы постепенно меняется и из тонкозернистой переходит в грубозернистую и брекчиевидную.

Месторождение разрабатывалось двумя карьерами. Северный карьер, глубиной 18 м и длиной 20 м, целиком выработан. Южный, расположенный в 150 м от первого, разрабатывает яшмовую залежь мощностью 1,5—2 м.

В пределах серпентинитовой полосы, кроме указанных двух залежей яшмы, известно еще много отдельных выходов яшм на контакте серпентинитов с туффитами.

Наурузовское месторождение расположено в 25 км к северу от Верхнеуральска. Яшма этого месторождения, характеризующаяся ленточным строением, известна в литературе под названием Кошкульдинской, по старому названию д. Наурузова.

Залежи яшм приурочены к полосе кварцевых альбитофиринов и подчиненных им туфов, протягивающейся в северо-восточном направлении на юго-западном склоне хребта Бугасты. Яшмы представлены в виде небольших прослоев, мощностью от 2 до 10 м.

Это месторождение начало разрабатываться еще в сороковых годах прошлого столетия, причем в 1853 г. производилась специальная добыча ее для колонн Эрмитажа.

По внешнему виду Кошкульдинская яшма характеризуется своей ленточной или полосчатой текстурой, благодаря наличию чередующихся узких полосок, окрашенных в красный и зеленый цвет. Встречаются яшмы, сложенные широкими полосами, окрашенными в вишневый и голубовато-зеленый цвет.

Кроме описанных месторождений яшм, в пределах Башкирии многочисленны залежи их известны в окрестностях Магнитогорска и Орска.

Особенно красивые пестроцветные яшмы распространены в последнем районе, в котором выходы их известны по р. Кураганке, около самого Орска, в отрогах гор, и по р. Елшанке; около пос. Хабарного, в верховьях Базаулыка, у д. Мамбетова и в других пунктах.

К сожалению, все эти месторождения яшм, известные еще с середины восемнадцатого столетия, до сих пор не исследованы.

Алтай, также как и Урал, чрезвычайно богат яшмами, которые поражают своим большим разнообразием окрасок и оттенков. Первая добыча яшм и исследование яшмовых залежей Алтая относится еще к концу восемнадцатого столетия. Первоклассный шлифовальный материал тут же обрабатывался на старой Кольванской шлифовальной фабрике и в виде изящных, художественных изделий (колонны, вазы, мелкие поделки) отправлялся в центр для украшения дворцов, церквей и музеев.

С петрографической точки зрения в качестве яшм на Алтае использовались весьма разнообразные породы; наиболее существенную роль в данном случае играют сильно силифицированные фельзитовые и кварцевые порфиры, метаморфические сланцы, кварциты, роговики и другие перекристаллизованные и силифицированные осадочные породы.

По данным акад. А. Е. Ферсмана, крупнейшие залежи яшм высокого качества известны в следующих районах:

1. Район Чарыша и его притоков: Сентелека, Коргона, Большого и Малого Котла, Хаир-Кумина и др.

2. Район Змеевска (Змеиногорска) с прилегающими к нему областями метаморфических сланцев Гольцевской и Ревневской каменоломен.

3. Большой район течения р. Уды и ее притоков: р. Большой, Таловки, главным образом в области селений Большая Речка, Выдриха, Лосиха, Верхнеубинское и др.

4. Район верховьев р. Убы (Черной и Белой) и Риддерского рудника.

5. Район р. Бухгармы.

Наиболее интересными районами являются первый, второй и отчасти четвертый.

По р. Коргону примерно в 170 км к востоку от Кольванской фабрики известно месторождение знаменитой Коргонской яшмы, представляющей собой фельзитовый порфир, окрашенный в серовато-фиолетовый, краснотурецкий и фиолетовый цвета; здесь известны копеечная (вариолитовая), куличковская (красная) и сургучная яшмы. По р. Хаир-Кумина, левому притоку Чарыша, немного выше Коргона, находятся месторождения также очень известной белой яшмы Хаир-Кумина, обладающей цветом слоновой кости. В тонких пластинках она просвечивает розовато-желтым цветом. Эта яшма проникнута черными пятнышками, ржавыми полосками и дендритами бурого и черного цвета.

В Змеиногорском районе наибольшей известностью пользуются ревневская и гольцовская яшмы. Месторождение ревневской яшмы находится по р. Логовушка, впадающей в р. Белую, в 2 км от ее верховья, на склоне горы Ревневой, сложенной в основном из гранита, к которому с восточной стороны примыкают серовато-зеленые роговиковые сланцы — яшмы. Яшма здесь характеризуется полосатой волнистой структурой, обуславливающейся чередованием полос зеленовато-черного, зеленовато-серого и зеленовато-белого цветов. Лишенные полосчатости ревневские яшмы обладают желтоватым оттенком.

Особенно красивые разновидности дают микросбросы и сдвиги, создающие очень сложный рисунок.

Месторождение гольцевской яшмы находится около одноименного рудника, расположенного в 45 км к юго-западу от Кольвани. Генетически гольцевская яшма представляет собою роговиковый сланец (Петц) или полевошпатовый метаморфический сланец (П. П. Пилипенко).

Окраска яшмы темноголубая, светлосерая и зеленоватая; местами она обладает струйчатым строением с чередованием зеленовато-буроватых струй.

В этом же районе известна около Локтевского рудника на р. Алее, к западу от Змеиногорска, знаменитая локтевская яшма — «черная яшма», представляющая собой порфир зеленоватого оттенка с кристаллами полевого шпата и роговой обманки.

В районе по р. Палей, левому притоку Белой Убы, на правом склоне долины находится месторождение знаменитой палевой яшмы с розовыми пятнами, известной под названием «риддерской». С генетической точки зрения эта яшма представляет собой «струистый, частично брекчиевидный кварц, окрашенный эпидотом в сине-зеленый цвет и проникнутый красными окислами железа, придающими ему пятнистое строение».

Месторождения яшм известны за границей: в Сицилии, Германии, Африке, США и др.; по красоте и разнообразию расцветки они далеко уступают яшмам СССР.

ЯНТАРЬ

Янтарь или сукцинит представляет собою ископаемую смолу, встречающуюся в форме крупных капель угловатых и округлых кусков, сталактитоподобных образований и других форм. Вес отдельных кусков колеблется в пределах от нескольких грамм до 8 кг и больше.

Янтарь встречается как прозрачный, так и мутный. Прозрачные разновидности нередко содержат в себе насекомых, а также углистые остатки растений.

По химическому составу янтарь представляет собою смесь нескольких веществ. Анализ чистого янтаря без золы показывает содержание С — 79%, Н — 10,5; О — 10,5, что соответствует формуле $C_{10}H_{16}O$. Температура плавления, по Эплеру (Erpler), равна около 375° С. Продуктами дистилляции являются янтарная кислота, масло с сильным запахом, углекислота, вода и водород, в остатке — янтарная канифоль.

В зависимости от содержания янтарной кислоты различают следующие разновидности:

Название янтара	Янтарная кислота, %
Сукцинит (остзейский янтарь)	7,1
Цедарит	0,0155
Геданит	0,0015
Румэнит	0,0001
Беккерит	0,0005
Стантиенит	0,0003

Обычный цвет янтара желтый; однако, встречаются все оттенки, начиная от бесцветного, через желтый до темнубурого. Оптически янтарь изотропен; твердость 2,5; показатель преломления n — 1,5388—1,5451. Удельный вес 1,05—1,096.

Наиболее прозрачные разновидности янтара без посторонних включений используются в качестве поделочного материала для различных изделий: бус, мундштуков, пластин для обкладки мебели или ценных предметов.

Мутные разновидности его используются для производства лаков, янтарной кислоты, медицинских препаратов и др.

Янтарь представляет собою ископаемую смолу первобытных деревьев, родственных современным соснам.

Обильное выделение смолы в первобытных лесах со средней годовой температурой в 20° С объясняется отчасти влиянием температуры, а главным образом разрушающим действием на древесную кору различных насекомых, грибов и других паразитов. Смола, выделившаяся внутри клетчатки, образует крупные плитчатые куски. Из года в год, в течение тысячелетий происходило выделение смолы из деревьев и накопление ее в лесной почве. Таким путем образовывались первичные месторождения, которые, однако, до настоящего времени не сохранились. Первичные месторождения янтара вместе с другими более древними отложениями были смыты морем и перетолжены в виде вторичных залежей. Последние приурочены преимущественно к песчано-глинистым отложениям третичного возраста (Германия, СССР, Бирма и др.).

Во время ледникового периода выходящие на поверхность янтароносные третичные отложения были вспаханы и захвачены ледниками, а затем после растаяния последних отложились в третий раз.

Ледниковые отложения в свою очередь вновь были смыты реками, в результате чего янтарь был перетолжен в четвертый раз в виде аллювиальных россыпей.

Месторождения янтара в СССР. В СССР коренные месторождения янтара третичного возраста известны преимущественно в пределах Украины: в Киевщине, Харьковщине, Днепропетровщине, Полтавщине, а также в Херсонщине. Янтароносные отложения протягиваются широкой полосой из пределов Восточной Пруссии через Польшу, Белоруссию, Украину до Черного моря. Эти янтароносные отложения относятся по возрасту к харьковскому полтавскому ярусам нижнетретичных отложений. Харьковский ярус сложен тонкозернистыми серыми или зеленовато-серыми песками, обогащенными слюдой и глауконитом. Мощность их в среднем равна 10—12 м. Пески одержат в себе растительные остатки и янтарь.

В окрестностях Киева под харьковским ярусом залегает янтароносная спондиловая глина. Выше харьковского яруса залегает также янтароносный горизонт — полтавский ярус, сложенный из мелкозернистых белых и серовато-белых кварцевых песков, часто содержащих примесь каолина и переходящих в верхней части в каолиновый песчаник. Общая мощность полтавского яруса достигает 25 м. Пески содержат растительные остатки, прослойки бурого угля и в лежачем боку — янтарь.

Песчаные отложения харьковского и полтавского ярусов аналогичны отложениям «голубой земли» и «буроугольной формации» Замланда.

Янтарь в СССР специально не разрабатывается.

Вторичные месторождения типа дилuviальных или аллювиальных россыпей известны в СССР во многих пунктах, например: на побережье Белого моря, в устье рр. Мезени и Печоры, в районе Нижнего Енисея, на Новосибирских островах, в ледниковых отложениях Московской области и др. Все они, однако, промышленного значения не имеют.

Месторождения янтаря за границей. Самые крупные месторождения янтаря находятся на побережье Балтийского моря между Мемелем и Данцигом.

Наибольшей известностью пользуются месторождения Замланда, расположенные у Крахтенпеллена, Пальмикена, Варникена, Нускерна, Ньюхаузена и других пунктах.

Янтарные залежи Замланда приурочены к так называемой «голубой земле», состоящей из глинистого слюдосодержащего песка, переходящего в песчаную глину; свое название она получила благодаря присутствию глауконита, окрашенного в различные оттенки сине-зеленого цвета; возраст верхних горизонтов «голубой земли» относится к нижнему олигоцену.

Мощность ее колеблется в пределах 1—3 м. Содержание янтаря в янтароносном пласте, относящемся главным образом к средней части «голубой земли», высокое. Схематически геологическое строение района представляется в следующем виде: под четвертичным (большой частью дилувиальным) покровом залегают третичные отложения, относящиеся к бурогольной формации и нижнему олигоцену. Подстилающими третичные отложения породами являются верхненеогенские мергеля с *Belemnitella mucronata*.

Общая площадь распространения янтароносной свиты осадочных пород равна около 300 км²; минералогический состав отдельных пластов свиты чрезвычайно непостоянен и для разных пунктов колеблется в широких пределах.

Для всего района в целом Бауэр дает следующий идеальный разрез (см. табл. на стр. 78).

Янтароносная формация в третичный период имела более широкое распространение, чем в настоящее время и особенно по направлению к северу от современных месторождений. Во время ледникового периода значительная часть «голубой земли» была захвачена ледниками и янтарь в виде отдельных гнезд и зерен был рассеян на огромной площади, границы которой являются в то же время границами наибольшего оледенения. В дальнейшем ледниковые отложения подвергались размыву текучими поверхностными водами, образуя вновь аллювиальные месторождения янтаря.

Кроме широко распространенных в Замланде залежей янтаря нижнеолигоценного возраста, известны в Гроз-Губникене, Крахтенпеллене и более юные залежи его, относящиеся к бурогольной формации («полосатые пески»).

Дилувиальные месторождения широко известны в целом ряде пунктов в северной части Европы, а именно: Восточной Пруссии, Мекленбурге, Бранденбурге, Саксонии, Вестфалии, в окрестностях Ганновера, Ольденбурга, Гамбурга, Бремена и других районах. Кроме того, аналогичные месторождения известны в Дании, Голландии, Швеции и Англии.

По всему побережью Северного моря, а также на ряде островов, как, например, Сильт, Амрум, Фор и других, встречаются аллювиальные месторождения янтаря в виде выбросов со дна моря. Образование этих залежей обусловлено разрушением в прибрежной зоне пластов янтароносных горизонтов «голубой земли», залегающих на дне моря. Кроме того, нередко янтарь встречается вдоль побережья еще в песчаных дюнах.

Крупнейшим аллювиальным месторождением янтаря являются залежи его в Куриш-гафе, возле Прокуле, к югу от Мемеля и особенно возле Шварцорт; залегающая под водой, она покрыта слоем песка, мощностью 6—10 м. Клебс считает, что отложение этих залежей янтаря связано с привносом его со дна моря в гаф во время сильного шторма.

Дилувий	Наносный мергель ледникового периода	Мощность, м
Миоцен, бурогольная формация	1. Полосатые пески—изменчивая свита песков и суглинков с пропластками угля и глин. Встречаются гнездообразные выделения янтара	18—25
	2. Темнокоричневые, слабопесчанистые, плотные суглинки	0,7—2
	3. Песок бурогольных отложений	0,5
Нижний олигоцен, янтарная формация	1. Глинистый глауконитовый песок	0,5—0,8
	2. Тонкозернистый глауконитовый и слюдосодержащий песок	3,8—5
	3. Серый песок, насыщенный водой	1,7—3,5
	4. Голубая земля—серо-зеленые, глинистые глауконитовые пески	4—6
	А. Верхний горизонт—с выходами воды, с бедным содержанием янтара	2,3
	Б. Нижний горизонт: а) среднее содержание янтара	1—2
б) богатое содержание янтара	0,6—1	
в) среднее содержание янтара	0,3	
5. Песчаные глауконитовые желваки фосфоритов	2,4	
6. Грубо- и тонкозернистые глауконитовые пески, насыщенные водой	10 и более	
Эоцен (?)	Пески и суглинки с пропластком голубой земли, содержащей янтарь	20
Мел (сенон)		

В Индии, в Верхней Бирме, янтарь встречается в нижнетретичных отложениях (эоцен), состоящих из очень тонкослоистых темносиних сланцеватых глин и песчаников, которые всегда почти содержат тонкие пропластки угля. В этих пропластках янтарь залегают в виде отдельных конкреций.

ГАГАТ

Гагат (Gagat, Iais, Iet) представляет собою блестящий плотный уголь с раковистым изломом, обладающий в противоположность обычным хрупким гумусовым углям высокой вязкостью. Происхождение его связано со своеобразной битуминизацией древесины, более или менее сохранившей свою первоначальную структуру.

Химический состав гагатов изучен еще недостаточно. Характерным для гагатов является высокое содержание в них летучих веществ и повышенное содержание водорода. По данным Шпете, в 100 г гагата содержится 7,29—8,84 г водорода, а количество летучих превышает 50%.

Для характеристики приведем анализы некоторых типичных гагатов (в процентах):

Гагат из Вюртемберга	Крымский гагат	Кавказский гагат
С 71	С 81,02	С 74,74
Н 7,7	Н 5,62	Н 5,79
О 23,3	О + Н 13,36	О 18,67
Н Следы	Зола 0,57	Н 0,80
Зола 0,9—2,9	Кокс 41,1	Кокс 44,7
	Летучие 58,9	Летучие 55,3

Твердость гагата 3—4; удельный вес 1,30—1,35, реже 1,40; окраска густочерная, блеск матовый.

При температуре 100—200° гагат размягчается и приобретает способность гнуться, при 250—275° начинает выделять газы и при 400° — дым. При дальнейшем повышении температуры гагат загорается.

Гагат обладает хорошей вязкостью и гибкостью, прекрасно режется, пилится, строгаются, шлифуется и полируется. Особенно хорошо гагат обрабатывается при температуре кипящей воды и несколько большей (до 200°).

Благодаря указанным свойствам гагат нашел себе сравнительно широкое применение в качестве поделочного камня. Из него изготовляют: мундштуки, трубки, письменные приборы, расчески, радиоаппаратуру, некоторые детали в электротехническом оборудовании и др. В последнее время на его основе вырабатываются изделия из пластмасс.

Гагат как поделочный камень должен обладать однородной плотной текстурой и не иметь включений в виде пирита, марказита, песка, охры или глины.

Гагат залегает преимущественно в виде отдельных кусков или гнездообразных скоплений в глинистых породах вблизи угольных пластов, реже непосредственно в самих угольных пластах.

По данным Ю. А. Жемчужникова, накопление материнского вещества гагата несомненно носило аллохтонный характер. Изучение макро- и микроструктуры гагата показало, что он представляет собой древесину хвойных деревьев, преимущественно из семейства араукарий.

Самый процесс гагатизации отдельных обломков деревьев еще недостаточно изучен, но относится, очевидно, к особым превращениям древесины, сходным с битуминизацией.

Месторождения гагата в СССР. Крым. В Бешуйском месторождении угля, относимого по возрасту к юре, гагат встречается в виде отдельных гнезд или кусков исключительно в кровле и почве пласта, но не в самом пласте; величина отдельных гнезд гагата достигает 70 см в диаметре.

К а в к а з. Месторождения гагата известны в Закавказьи, в окрестностях Кутаиса, Тифлиса, а также по Черноморскому побережью и на Кубани. Они представлены гнездообразными залежами среди песчаников, глинистых известняков и других прибрежных отложений.

Кроме перечисленных месторождений, имеются на Сахалине некоторые сорта бурого угля, похожего на гагат (по данным А. Е. Ферсмана).

Следует еще упомянуть о так называемом «сибирском гагате», представляющем собой в действительности не гагат, а плотную разновидность сапропелитовых углей.

В Приангарском районе известен целый ряд таких месторождений «сибирского гагата» в частности — Матаганское, Зоринское, Буртинское, Хохарейское.

Матаганское месторождение расположено в 3 км от заимки «Русский Матаган» Бурято-Монгольской АССР, в 56 км от железнодорожной станции Черемхово и в 160 км от г. Иркутска. Сплошной пласт сапропелитового угля — «гагата», толщиной от 200 мм до 0,5 м, залегает на глубине 1—3,5 м от поверхности.

Буртинское месторождение расположено в вершине пади Буреть, впадающей в р. Балей справа у с. Горохово, в 100 км от г. Иркутска. Ориентировочные запасы сапропелитовых углей исчислены в количестве 1,5 млн. т.

Месторождение эксплуатируется Союзграфиткорундом.

Зоринское месторождение расположено в 8 км от ст. Тулуни, в 70 км от г. Иркутска. Ориентировочно запасы сапропелитовых углей достигают 7 млн. т. Запасы гагата не установлены.

Хохарейское месторождение Тулунского района находится в 100 км к северу от ст. Тулунь.

Месторождения гагата за границей. Англия. Многочисленные месторождения гагата расположены возле Витби, у залива Робин-Гуд, в Эс-кдэли и Доби Дэли.

Гагат залегает в виде неправильных гнездообразных масс среди верхнеюрских посидониевых сланцев. Образование гагата связано по Сьюорду с битуминизацией хвойных деревьев типа араукарий.

Вюртемберг. Месторождение гагата Хальцмадена приурочено к посидониевым сланцам лейаса, среди которых выделяется особый, богатый известью гагатоносный горизонт небольшой мощности. В этом горизонте гагаты встречаются в виде отдельных желваков или плиток, окруженных или покрывающихся битуминозным известняком. Интересно отметить, что по мере движения от гагатového желвака в окружающие породы степень битуминизации уменьшается и гагат является, таким образом, центром стяжения битуминозного вещества. Непосредственно возле гагата содержание битума в известняках — 46%; в следующей зоне — 26% и, наконец, во вмещающей породе — 6%. Небольшие тектонические трещины, а также пустоты, встречающиеся в гагате, заполнены обычно вторичным кальцитом.

Кроме указанных месторождений, за границей гагат встречается также во Франции, Испании, Германии, Польше и США.

ОБРАБОТКА ДРАГОЦЕННОГО, ТЕХНИЧЕСКОГО И ПОДЕЛОЧНОГО КАМНЯ.

Драгоценный камень в своей природной форме мало пригоден для применения в качестве предмета роскоши. Поверхность его бывает сплошь и рядом покрыта тонкими пленками других минералов или приобретает матовый оттенок, благодаря процессам разъедания, а также благодаря механическим воздействиям при переносе их водными потоками и пр.

Для устранения этих недостатков и придания камням качества — «драгоценного» — они подвергаются соответствующей обработке, заключающейся в конечном итоге в огранке и шлифовке.

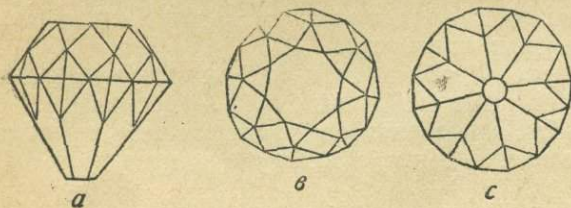


Рис. 21. Бриллиантовая форма огранки.

а — сбоку, б — сверху, с — снизу.

Форма, которая придается камню, в значительной мере зависит от его оптических свойств, окраски и природной формы. Для бесцветных камней наиболее распространенной формой шлифовки является так называемая бриллиантовая форма (рис. 21).

Широким и плоским кристаллам в целях наименьшей потери вещества придается другая форма шлифовки — розетка или роза (рис. 22).

Окрашенным камням для выявления красоты их природного цвета придают иногда лестничную шлифовку (рис. 23). Непрозрачные, мало пропускающие свет камни шлифуются в виде выпукло-шарообразных камней «en cabochon» (без граней).

Целый ряд драгоценных и полудрагоценных камней используется для изготовления так называемых гемм — камней с художественной резьбой. Среди гемм различают две разновидности: камея — камень с выпуклым изображением, интальо — камень с углубленным изображением.

Методы обработки камней в зависимости от целей использования их физических свойств и ценности чрезвычайно разнообразны.

Так, например, вся обработка технических алмазов сводится главным образом к раскалыванию или распиливанию их с той целью, чтобы придать

камням наиболее приемлемую величину и форму. Обработка ювелирных алмазов — бриллиантов — гораздо сложнее. Здесь большую роль играют чутье, навыки и вкус гранильщика.

Для огранки алмазов существуют крупные фабрики, оборудованные современными машинами. Главными центрами обработки алмазов являются: Антверпен и провинция Флэмиш, Амстердам, Париж, Ганау (Германия), Идар, Эрбах, Палатинат (Германия), Женева, Биэни (Швейцария), Лондон. Кроме того, имеются еще ограночные фабрики в городах Иоганнесбург, Кимберлей, Кап-Таун и Претория.

Процесс огранки алмазов делится на следующие пять стадий: 1) предварительный осмотр камней, 2) раскалывание, 3) распиливание, 4) граниение, 5) полировка.

Процесс предварительного осмотра камней имеет своей целью тщательное исследование внешних очертаний камня, неровностей, искривлений, характера двойников и т. д., а также изучение включений, трещин и всяких других изъянов. При этом осмотре выбирается стиль огранки для получения

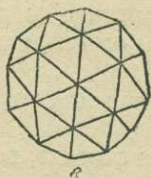
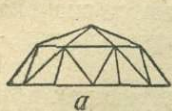


Рис. 22. «Роза».

a — сбоку, *b* — сверху.

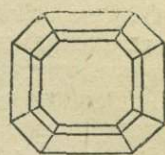
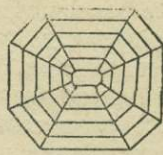


Рис. 23. «Лестничный шлиф».

a — снизу, *b* — сверху.

камня наибольшей ценности. Раскалывание происходит сравнительно легко благодаря наличию в алмазе совершенной спайности по октаэдру. Раскалывание применяется главным образом для удаления частей алмаза с включениями, трещинами и другими изъянами. Перед раскалыванием алмаз сначала прикрепляется к концу специальной палочки при помощи особого твердого цемента; затем по направлению спайности делается желобок посредством острого конца небольшого обломка алмаза, расколотого по спайности и также вставленного в палочку, которая держится в руке как карандаш. Раскалываемый алмаз поддерживается одной рукой на подставке из стальной пластинки в виде лезвия ножа. В желобок вставляется колющая железная пластинка, по которой маленьким молоточком делается резкий удар, в результате чего камень раскалывается параллельно плоскости спайности октаэдра. Дальнейшее уменьшение неровного камня, с целью использования максимального полезного объема драгоценного камня, достигается распиливанием.

Распиливание производится при помощи тонкого диска, диаметром 5—6 см, сделанного из фосфористой бронзы, вращающегося со скоростью 2 500—3 000 об/мин. На диск подается алмазная пыль, смешанная с маслом. Для распиловки 1 карата требуется около 8 час. Большие камни распиливают в течение нескольких дней. На фабриках один рабочий может наблюдать за работой 20 распиловочных машин.

Огранка алмазов в настоящее время производится исключительно механическим путем. Подлежащий огранке камень вставляется вместе с твердым цементом в латунный держатель, называемый «dop», который ввинчивается в подвижную стойку станка, напоминающего токарный. Второй камень, зацементированный в другом держателе, закреплен на конце специальной палочки. Этот камень действует как гранильный инструмент. Получающаяся при огранке мелкая пыль и обломки тщательно собираются, так как представляют собою ценный абразивный материал. Процесс огранки алмазов делится на две стадии. Вначале производится огранка основных восемнадцати фасеток, причем для точности углов наклона между фасетками

применяются специальные измерительные приборы. Вторая стадия огранки состоит в добавлении новых сорока фасеток, но при этом точными измерительными приборами уже не пользуются, а рабочий-гранильщик всецело полагается только на свой опыт. Полировка производится на станке с вращающимся диском. Полирующим материалом служит алмазная пыль, смешанная с маслом. На одном диске одновременно могут полироваться четыре камня. Для полировки недавно были изобретены полуавтоматические машины с механическими приспособлениями, сводящими участие человека в работе к минимуму. При обработке алмазов с целью получения из них драгоценных камней-бриллиантов теряется примерно от 45 до 48% их первоначального веса.

Для характеристики обработки технических поделочных камней кратко остановимся на обработке довольно типичного технического камня — агата.

Как известно агат используется для приготовления целого ряда изделий, разнообразное назначение и форма которых обуславливают детали его обработки. Не считая возможных останавливаться на всех этих деталях, укажем лишь главные операции.

Обычно небольшие по размерам миндалины агата подвергаются сначала распиловке на дисковых пилах до размеров, определяемых приблизительными размерами будущего изделия.

Различают дисковые пилы с предварительной заправкой абразивом или с подачей его в процессе распиловки.

В первом случае употребляется чаще всего алмаз, во втором — наждак или карборунд.

Углубления в агатовых изделиях, например в ступках, производятся таким образом: при помощи маленькой дисковой пилы пропиливается ряд параллельных надрезов заданной глубины; надрезанные пластинки скалываются зубилом, после чего выемка выравнивается ребром карборундового круга небольшого диаметра.

Производство углублений конической формы достигается обработкой камня вращающимся алмазом пирамидальной формы.

Цилиндрические углубления производятся при помощи железной трубки с подачей алмазного или карборундового и наждачного порошка.

Остающаяся при этом сердцевина сбивается зубилом. Просверливание отверстий производится при помощи специальных сверловочных машин, оборудованных трубками различных диаметров.

Обточка производится при помощи алмазных резцов.

После придания изделию требуемой формы оно подвергается шлифовке и полировке.

Шлифовка производится либо на песчаниковых, карборундовых или наждачных кругах, либо на специальных машинах. Тонкая шлифовка ведется минутниками на свинцовых дисках. Наконец, последняя стадия — полировка — достигается обработкой изделий итальянским порошком, окисью хрома или другим полировальным материалом на свинцово-оловянных или суконных полировальниках.

МИРОВАЯ ДОБЫЧА И РЫНОК

Статистические данные о мировой добыче драгоценных и технических камней не полны и носят случайный характер.

Объясняется это двумя основными причинами: с одной стороны, распыленностью добычи большинства драгоценных камней среди многочисленных мелких кустарей, не ведущих статистического учета, с другой — «коммерческой тайной» тех немногих крупных фирм, которые разрабатывают наиболее ценные месторождения.

При чрезвычайной неустойчивости мирового рынка драгоценных камней и особо жесткой конкуренции между отдельными производителями последние предпочитают держать сведения о работе своих предприятий в секрете.

В литературе можно найти только отрывочные статистические данные по отдельным видам камней, главным образом самоцветов. Однако, и к этим данным приходится относиться с достаточной осторожностью, так как они не всегда исчерпывающе отражают действительное положение вещей.

До мировой войны ежегодная добыча драгоценных камней суммарно оценивалась в 80—85 млн. долларов, уступая по ценности только добыче железных и медных руд.

Кризис чрезвычайно сильно отразился на этой отрасли промышленности, значительно снизив довоенные масштабы.

Ниже даются краткие сведения о добыче главнейших видов самоцветов и технических камней.

А л м а з ы. За последнее двадцатилетие (1914—1934 гг.) добыча алмазов производилась во всех частях мира, за исключением Европы, причем основную массу алмазного сырья на мировой рынок давала Африка. Главными районами по добыче алмазов в Африке являются: Южноафриканский Союз, Юго-западная Африка, Конго-Ангола и Золотой Берег. Все другие районы как в Африке, так и в других частях мира, за исключением Британской Гвианы и отчасти Бразилии, не имеют большого значения. Добыча алмазов производится как из коренных месторождений, так и из россыпей. В 1914 г. из общей мировой добычи в 2 916 000 карат на долю коренных месторождений приходилось около 93%. В 1925 г. добыча из коренных месторождений и россыпей почти сравнялась. В последние годы в связи с открытием богатейших россыпей возле Лихтенбурга в Южноафриканском Союзе, развитием добычи в Конго и вовлечением в эксплуатацию новых районов Золотого Берега и Анголы, добыча алмазов из россыпей быстро начала перегонять добычу коренных месторождений и в 1932 г. достигла 95%. Южноафриканский Союз до самого последнего времени занимал первое место, однако, в связи со значительным уменьшением здесь добычи, начиная с 1931 г., Бельгийское Конго опередило этот район и в 1932 г. вышло на первое место, дав около $\frac{2}{3}$ мировой добычи.

В 1934 г. первое место занял Золотой Берег, добыча алмазов в котором достигла 2 400 000 карат, значительно перегнав, таким образом, Южноафриканский Союз, Анголу и Конго.

Как видно из табл. 2, кризис сильно отразился на добыче алмаза. Влияние его заметно еще в 1933 г. (табл. 2, стр. 84).

В 1934 г. заметно небольшое повышение добычи алмазов. Следует отметить, что за последние 4—5 лет благодаря консервации рудников, разрабатывающих «голубую землю», добыча алмазов из коренных месторождений практически свелась к нулю.

Крупнейшие рудники Де-Бирс, Премьер-Майн были закрыты в марте 1932 г. Обогажительные фабрики рудника Нью-Егерсфонтейн были закрыты еще в середине 1932 г. В течение 1932—34 гг. ни один из рудников, даже мелких, не вел добычи алмазной породы.

И з у м р у д ы. Добыча государственных изумрудных рудников в Музо-Колумбия в 1934 г. оценивается суммой в 238 000 долларов. Импорт в США необработанных изумрудов в 1934 г. достигал 20 903 карат, оцениваемых суммой в 75 833 долларов. Из этого количества 20 608 карат импортировано из Колумбии и 295 карат из Мексики.

В Южной Африке в 1934 г. функционировали две компании, которые в общем добыли изумрудов на сумму в 10 608 фунтов стерлингов.

Ж а д е и т. Добыча жадеита в Бирме оценивается следующими цифрами:

1932 г.	3 206 центнер	24 539 фунт. стерл.
1933 „	1 171 „	9 733 „ „

Р у б и н ы. С тех пор, как в 1931 г. ликвидировалась Компания Бирманских рубиновых рудников, добыча рубинов перешла в руки местных жителей — старателей. Сведения о добыче носят поэтому отрывочный и, очевидно, неполный характер.

Мировая добыча алмазов
(в каратах)

Годы	Южноафриканский Союз			Африка						Другие страны					
	рудники	россыпи	всего	Юго-западная Африка	Конго	Ангола	Золотой Берег	Южная Родезия	Танганайка	Бразилия	Британская Гвиана	Борнео	Индия	Новый Южный Уэльс	всего
1914	2 727 558	147 742	2 875 300	(n)	23 877	—	—	1 005	—	—	(a) 13 716	(n)	55	1 580	2 916 000
1915	5 859	100 269	106 128	(e) 250 000	48 935	—	—	—	—	11 803	(b) 3 678	(n)	36	839	422 000
1916	2 236 490	172 065	2 408 555	144 920	53 940	1 300	—	1 021	—	84 004	16 409	(n)	20	1 901	2 712 000
1917	2 791 544	187 845	2 979 389	364 961	99 907	4 130	—	619	—	(n)	17 908	(n)	29	2 991	3 500 000
1918	2 457 409	147 242	2 604 651	372 139	164 188	14 070	—	450	—	(n)	14 196	(n)	73	1 784	3 300 000
1919	2 441 503	215 148	2 656 651	462 180	215 489	48 504	—	386	—	(n)	16 706	966	312	1 774	3 403 000
1920	2 385 178	227 333	2 612 511	606 424	225 450	93 529	215	243	—	(n)	39 362	410	85	1 706	3 580 000
1921	676 482	151 553	828 035	171 321	172 936	106 719	1 789	177	—	(n)	102 603	1 770	126	1 563	1 388 000
1922	465 634	203 925	669 559	144 156	250 292	98 683	6 535	256	—	(n)	163 640	1 948	171	1 000	1 337 000
1923	1 808 689	244 406	2 053 095	433 229	414 954	94 478	—	23 342	—	(n)	214 474	1 139	115	175	3 236 000
1924	2 152 843	287 555	2 440 398	492 696	548 274	118 016	53 035	595	—	14 612	185 585	(n)	67	284	3 854 000
1925	2 190 871	239 257	2 430 128	515 860	883 903	123 282	84 935	189	411	21 008	182 895	(n)	48	210	4 245 000
1926	2 409 367	808 329	3 217 967	683 801	1 114 384	154 370	(x) 299 835	105	6 695	43 198	164 156	277	69	64	5 685 000
1927	2 389 631	2 318 407	4 708 038	723 877	1 041 544	200 809	(x) 460 959	126	18 766	34 018	173 797	250	113	199	7 363 000
1928	2 234 649	2 114 675	4 372 856	503 142	1 647 700	237 511	(x) 698 823	54	24 681	41 865	214 474	242	824	28	7 742 000
1929	2 291 142	1 367 691	3 661 212	597 189	1 907 765	311 903	(x) 660 536	232	24 432	(e) 50 000	125 799	585	1 628	119	7 421 000
1930	2 242 460	918 706	3 163 591	415 047	2 518 100	329 824	(x) 861 119	19	12 295	—	110 042	459	1 321	667	7 457 000
1931	1 470 376	647 045	2 119 156	71 532	3 528 379	351 495	(x) 880 479	9	7 791	—	63 479	—	639	725	7 036 000
1932	310 286	488 097	798 382	(x) 17 946	(x) 3 751 500	367 334	(x) 842 297	—	—	—	—	—	—	251	(e) 5 900 000
1933	14 149	491 046	506 553	2 374	2 256 771	373 624	(a) 1 142 268	—	1 373	—	48 569	445	2 342	123	4 538 000
1934	6 819	y) 1 357 y) 2 595	440 313	—	(x) 2 007 730	452 963	(e) 2 400 000	—	(e) 1 650	—	—	—	—	—	(e) 4 900 000

а — финансовый год с апреля по март следующего года; б — с апреля по декабрь; е — исчислено; n — сведений не имеется; x — вывоз; у — алмаз, извлеченный из хвостов.

В 1933 г. было добыто 1 103 карата, оцениваемых, однако, суммой только в 44 фунта стерлингов.

Сапфиры. В 1933 г. в Кашмире было добыто 1 434 285 карат сапфира и корунда, большая часть которых представляла интерес лишь как технические камни.

В Австралии в районе Анаки (Anakie) Квинсленда добыча драгоценного сапфира в денежном выражении составляла 1933 г. — 2 826 фунтов стерлингов, 1934 г. — 3 055 фунтов стерлингов.

Опала. Главными базами по добыче опала являются Новый Южный Уэльс и Южная Австралия.

За 1930—1934 гг. в Австралии было добыто опала на сумму (в фунтах стерлингов):

Годы	Новый Южный Уэльс	Квинсленд	Южная Австралия	Всего
1930	5 500	800	1 142	7 442
1931	2 178	600	3 127	5 905
1932	1 233	500	3 060	4 693
1933	4 231	400	—	—
1934	—	40	—	—

Янтарь. В 1934 г. в главном центре янтарной промышленности Пруссии — Пальмникене — было добыто около 2 000 000 м³ «голубой земли», давшей около 500 т янтаря, из которых около 20% составляли декоративный янтарь, а остальное — сырье для лака.

В последние годы с развитием промышленности искусственного, плавленого янтаря добыча природного янтаря сильно снизилась. Новый поощрительный закон от 3/V 1934 г., устанавливающий определенную номенклатуру для природного и искусственного янтаря, несколько приостановил это снижение.

Добыча янтаря в округе Мииткина (Muitkuina) Бирмы выражается следующими цифрами:

1928	29,5 центнер
1930	2,1 „
1931	0 „
1932	11,5 „
1933	76 „

Таблица 3

Импорт алмазов и других драгоценных камней в США
(в долларах)

	1930	1931	1932	1933	1934
Алмазы необработанные	5 640 789	3 851 698	1 512 959	1 662 224	2 687 210
Алмазы граненые	23 267 696	11 964 820	7 826 242	8 360 283	9 898 106
Алмазы технические	2 756 630	2 400 879	1 061 823	1 249 200	2 862 349
Жемчуг	2 782 155	1 283 961	621 994	776 141	477 018
Другие драгоценные камни необработанные	181 613	369 246	53 705	76 038	115 333
Другие драгоценные камни обработанные	4 067 913	1 447 111	730 272	644 475	774 238
Имитации драгоценных камней	1 787 700	1 569 998	953 590	932 189	1 076 600
Итого	40 592 108	22 991 571	12 760 585	13 751 921	17 908 604

Импорт алмазов в США по странам

	1931		1932		1933		1934	
	Караты	Стоимость в доллар.	Караты	Стоимость в доллар.	Караты	Стоимость в доллар.	Караты	Стоимость в доллар.
Необработанные алмазы								
Бельгия	43 162	2 457 219	24 644	730 830	9 813	585 925	23 397	1 649 493
Голландия	3 989	168 283	2 493	137 843	4 403	273 128	3 862	257 757
Англия	23 119	381 574	468	31 330	568	59 827	3 635	226 185
Бразилия	359	7 346	121	4 074	—	—	—	—
Британская Гвиана	682	5 995	231	2 222	709	6 052	259	8 600
Южная Африка	11 006	737 840	12 080	606 186	13 667	721 194	6 903	407 557
Другие страны	2 932	93 441	116	474	105	2 124	580	142 618
Итого	85 249	3 851 698	40 153	1 512 959	29 265	1 648 248	38 636	2 687 210
Граненные алмазы								
Бельгия	146 412	7 981 246	142 827	5 802 538	131 942	5 887 244	144 544	6 775 063
Франция	3 094	329 671	1 704	175 433	478	39 954	301	22 854
Голландия	48 608	3 168 263	37 688	1 758 421	45 609	2 314 588	62 734	3 039 623
Англия	1 526	139 722	138	9 739	647	99 420	194	12 507
Южная Африка	2 062	250 073	642	73 520	177	14 968	66	6 796
Другие страны	296	95 845	124	6 591	84	4 109	457	18 263
Итого	201 998	11 964 820	183 123	7 826 242	178 937	8 360 283	208 296	9 875 106
Технические алмазы								
Бельгия	28 431	223 325	39 078	257 558	46 329	233 398	134 138	813 326
Германия	4 325	106 712	1 704	8 231	964	28 538	440	19 904
Голландия	98 948	616 706	50 690	238 834	100 275	341 671	130 134	664 541
Англия	57 341	435 718	62 977	372 023	93 957	375 034	194 090	788 864
Канада	17 448	469 205	4 005	32 282	13 742	119 075	30 204	243 522
Бразилия	13 266	232 288	3 372	53 628	3 081	40 780	18 243	185 998
Другие страны	5 233	316 905	1 878	99 317	5 136	134 660	18 758	146 196
Итого	224 990	2 400 859	163 704	1 061 873	263 484	1 263 156	526 007	2 862 351
Всего	512 237	18 217 377	386 980	10 401 074	471 686	11 271 687	772 939	15 424 667

Торговля драгоценными камнями также отражена в современной статистике весьма слабо.

Организованного рынка драгоценных и технических камней нет; торговля камнем в значительной мере подчинена прихотям моды и вкусам потребителей.

Исключительная портативность драгоценных камней создает совершенно особые условия их транспортировки и обращения, неблагоприятные для учета торговых операций.

Попытка регулировать обращение и добычу драгоценных камней успеха не имела.

Большее количество данных имеется по обороту алмазов, разработка которых находится под контролем крупных финансовых концернов. В Париже в 1927 г. была создана особая биржа «бриллиантов и жемчугов», однако, негласные сделки профессиональных торговцев затмевают сделки этой биржи.

Лишь в самые последние годы намечается сдвиг в сторону изучения конъюнктуры рынка драгоценных камней специальными сбытовыми организациями.

Основным потребителем алмазов и других драгоценных камней является США. До мировой войны США потреблял алмаз в количестве около 75% всей мировой добычи.

США импортирует все виды драгоценного и поделочного сырья: необработанные камни, ювелирные изделия и технические камни.

Табл. 3 (см. стр. 85) дает представление об импорте США драгоценных камней (в долларах) за 1930—1934 гг.

Из табл. 3 видно, что, начиная с 1930 г. импорт алмазного сырья в США, являющегося барометром мировой торговли алмазами, резко сократился и в 1931 г. составил примерно около половины импорта 1930 г.

1932 г. прошел под знаком дальнейшего снижения импорта и лишь в 1933 и 1934 гг. замечается медленное его повышение.

Такое резкое снижение импорта объясняется общей депрессией алмазного рынка за последние 4—5 лет.

Алмазное сырье в необработанном виде экспортируется главным образом Бельгией, Англией и Южноафриканским Союзом.

Бельгия, Голландия и Франция являются главными экспортерами граненого камня. Экспортерами технических алмазов являются не только страны, добывающие камень, но и ведущие их обработку, например, Голландия, Канада, Германия и др. (табл. 4 см. стр. 85).

Желающих более подробно ознакомиться с мировой торговлей драгоценными камнями мы отсылаем к книге Н. А. Дюкалова, специально посвященной этому вопросу.

РУССКАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Амбургер В. Отчет о работе Вольнской геолого-поисковой топазовой партии. 1931. Фонды ИМС.
2. Амбургер В. Отчет о работе Вольнской геолого-поисковой топазовой партии УГРТ за 1932 и 1933 гг. (рукопись).
3. Аргунова А. Л. Цветные и поделочные камни. Полезные ископаемые Зап. Сиб., II, Нерудн. ископ. Новосибир. ОГИЗ, 1934.
4. Базилевич А. С. Синтез шпинели «Минеральное сырье», № 9, стр. 25—30, 1934.
5. Барбот-де-Марни Е. Урал и его богатства 165 стр. (сводка) 1910.
6. Батурин Р. А. Алмазы и суррогаты в буровом деле и практика их чеканки. Гос. научно-техн. горное изд., 1932, М. — Л.
7. Бессонов В. Свойство и область применения гагата. «Новости Техники», № 109—110, стр. 21—22, 1934.
8. Богданович К. И. Месторождения нефрита в Куень-Луэ. Зап. Минер. общ., т. 29, серия 2, 1892.
9. Болдырев А. К. и Луи Я. А. Разведка коренных месторождений руд вольфрама, олова, висмута и бериллия на Шерловой горе (в Забайкалье) и дополнительные данные разведки россыпей там же в 1928 и 1929 гг. Горный журнал, № 8—9, стр. 1338, 1929.
10. Болдырева А. М. Химико-минералогические исследования аквамаринной глины с Шерловой горы (Забайкалье) З. М. О, (2), 1934, 63, в. 2, стр. 484.
11. Болл С. Геологическое и географическое распространение драгоценных камней (перевод). Горный журнал, № 7, стр. 358, и № 8—9, стр. 441, 1923.
12. Былов В. М. Плановое задание на проектирование гагатовой фабрики (рукопись). ИМС, 1934.
13. Васильев И. С. Выбор алмазов для бурения. 1917.
14. Вернадский В. Опыт описательной минералогии, 1914, т. 1, стр. 573 (сводка).
15. Вертушков Г. Н. Полдневские месторождения демантоида. НИС. Уральск. горн. и-та. 1932 (рукопись). Фонды ГГУ.
16. Вертушков. Отчет о геолого-поисковых работах в Шайтанско-Адуйском районе на драгоценные камни в 1932 г. НИС Ур. Горн. ин-та, г. Свердловск, 1933 (рукопись).
17. Вертушков Г. и Рукавишников. Самоцветы и поделочные камни. «Минер. ресурсы Урала», Свердл., Ур. ГИЗ, 1934.
18. Гаврусевич Б. А. К минералогии топазовых пегматитов Украины. Докл. Акад. наук, А, № 7, 1932.
19. Гиммельфарб А. Алмазы и их применение в промышленности СССР. Горн. журн., № 7, стр. 397—403, 1927.
20. Годлевский М. Н. Авантюрин Большого Таганая. Зап. Всер. Мин. О-ва, ч. 63, № 1, стр. 58—66, 1934.
21. Довгаль Н. Д. Тигерцкое месторождение берилла по работам 1933 г. В. З. сиб. Г. Т. 1934, в. 3.
22. Дроверт П. Драгоценные камни Сибири (оттиск).
23. Дюкалов Н. А. Мировая торговля драгоценными и полудрагоценными камнями Г. Н. Т. Горное издательство, 1932.
24. Егоров В. И. Синтетические рубины и сапфиры. Минеральное сырье, № 6, стр. 21, 1935.
25. Ершов С. П. Отчет о геологических исследованиях на северном склоне Боршевочного хребта в Забайкалье в 1934 г. ГГУ НКТП Центр. научно-иссл. геол.-разв. ин-т.
26. Жемчужников Ю. А. Материалы к познанию природы гагата. Химия твердого топлива, т. V, вып. 5, стр. 404, 1934.
27. Залесский М. Д. Микроскопическое исследование сибирского гагата. Минеральное сырье, № 1, стр. 16, 1934.

28. Зайцев В. К. Предварительный отчет о работе Мурзинской поисково-разведочной партии по драгоценным камням за 1932 г. Уральск. геол.-разв. упр-ние (рукопись).
29. Зайцев В. К. Отчет о поисково-разведочных работах на драгоценные камни в Мурзинском районе восточного склона Ср. Урала. Свердловск Ур. г-р. трест (рукопись).
30. Иванов Л. Л. Отчет по камеральной обработке петрографического и минералогического материала Топазовой партии за 1931 г. (рукопись).
31. Исламов И. И. и Толмачев Ю. М. Об окраске корундов. Докл. Акад. наук СССР, Нов. сер., том I, № 1 (библиография), 1936.
32. Кумпан П. Новые находки аметистов в Донбассе. Вест. Геол. ком. 1927, № 7, стр. 34—35.
33. Куплетский Б. М. Коренное нефритовое месторождение на р. Хара-Жегле в восточном Саяне. Докл. Ак. наук, 1926, А, стр. 115.
34. Левицкий О. Д. Геолого-петрограф. очерк Шерловой горы. Сборник «На геол. фронте Вост. Сибири», в. 1, Иркутск, ОГИЗ, 1933.
35. Лучицкий В. И. Полезные ископаемые Украины. 1931.
36. Мамуровский. Месторождение нефрита на горе Бикиляр. изд. петрограф. ин-та «Lithogea», н.-техн. отд. ВСНХ, 1918, вып. 5, 52 стр.
37. Нестоянова О. Отчет Зауральской геолого-разведочной яшмовой партии за 1932 г. (рукопись), фонды ГГРУ.
38. Никонов А. Очерк геологии и стратиграфии Тигерецко-Чиништинского района в Рудном Алтае. Тр. ГГРУ, 1931, 28.
39. Оbruchев В. А. Месторождения графита и бирюзы в горах Кара-Тюбе близ Самарканда в Туркестане. СПб. «Зап. Минер. о-ва», 2 серия, ч. XXV, 59—66 стр., 1889.
40. Остроумова. Берилл на Шерловой горе в Забайкалье. Т. IV, Всесоюз. геол. конф. по цветн. металлам, в. 5, «Малые и редкие металлы», стр. 55.
41. Орлов Н. А. О гагате. «Природа», № 9, стр. 55, 1934.
42. Петров В. Н. Гагат Москва. Гизлегпром, 1933.
43. Полякова Е. Д. Лазуриты Южного Прибайкалья. Труды Всесоюз. геол.-разв. объедин. вып. 224, 1932.
44. Пятницкий П. П. Геологические исследования в изумрудном районе на Урале. Труды ГГРУ ВСНХ, вып. 75, 1932.
45. Пятницкий П. П. Изумруды, их месторождение и происхождение. Тр. Укр. ГГ Тр. 1934.
46. Пылаев М. И. Драгоценные камни, их свойства, месторождение и употребление. СПб., 1896.
47. Савельев Г. П. Отчет о геолого-поисковых работах Забайкальской партии ЦНИГРИ в Нерчинско-Оретинском районе Вост. Сибир. края ГГГУ НКТП, 1934.
48. Ситковский И. Н. Поделочные и цветные камни. Спр. по полезным ископ. Сев.-Кавк. края, 1933.
49. Соседко А. Современное состояние Нишапурских бирюзовых копей. «Природа», № 5, стр. 445, 1932.
50. Успенский Н. А. Геологическая карта Урала. Нейво-Шайтанский за вод, с. Мурзинское, Труды ВГРО, НКТП СССР, вып. 209, 1932.
51. Федоровский Н. М. Минеральные богатства Южной Африки. Минер. сырье, № 11—12, 1929.
52. Федоровский Н. М. Минеральное сырье в промышленности. 1, «Абразивные материалы», Научн.-техн. горн. изд. 1932.
53. Ферсман А. Е. Самоцветы России. 1920.
54. Ферсман А. Е. Драгоценные и цветные камни России. Том I, 1920.
55. Ферсман А. Е. и Влодовец Н. И. Государственная Петергофская гранильная фабрика в ее прошлом, настоящем и будущем. 1921.
56. Ферсман А. Е. Задачи области обработки цветного и драгоценного камня. Труды Инст. Прикл. Минер. Петрогр., в. 10, № 49, 1924.
57. Ферсман А. Е. Драгоценные и цветные камни СССР. Том II, Месторождения, 1925.
58. Ферсман А. Е. Пегматиты, их научное и практическое значение. Изд. Ак. наук, том I, 1932.
59. Холмов Г. В. Результаты минерал.-петрограф. съемки Шерлогогорск. вольфр. м-ния. Забайкалье «ИГК». 1929, 48, № 10, 1928.
60. Шелонов Н. Алмазы на Урале. Вестник ГГРУ, № 5/6, стр. 12—15, 1930.
61. Шелонов Н. Пора поискать алмазы у себя на Урале. Уральск. Техн. № 5—6, стр. 55—56, 1931.
62. Ячевский Л. А. Коренные месторождения нефрита. Вестн. Геол. ком., 1925, № 4, стр. 13—14.

ИНОСТРАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Вайл S. H. Industrial Uses of Diamonds. Eng. Min. Journ. Press, 1925, vol. 119, Nr. 21, pp. 847—850.
- Вайл S. H. The Diamond and the Diamond Industry. Trans. of the Royal Canadian Inst., 1932, vol. XVIII, p. 2, Nr. 40, p. 251.

- Bastin E. S. Geology of the pegmatites and associated rocks of Maine. Bull. 445, U. S. Geol. Surv., 1911.
- Bauer M. Edelsteinkunde. 3 Aufl., Lief. I—II, 1932.
- Beetz W. Processes of Concentration in Alluvial and Allied Diamond Placers of South, West, South, Central and East Africa. Congr. Internat. des Mines, VI Sess. Liege, 1930, p. 62.
- Bleek A. W. G. Jadeite in the Kachin Hills, Upper Burma. Rec. Geol. Surv. Ind., vol. XXXVI, 1908, pp. 254—285.
- Campbell J. Americ. Mineral., XII, 1927, pp. 157—167.
- Chhibber H. L. The Mineral Resources of Burma, 1934, London.
- Connolly J. P. and O'Harra C. C. The Mineral Wealth of the Black Hills. Bull. No. 16 South Dakota School of Mines, 1929.
- Dammer B. und Tietze O. Die Nutzbaren Mineralien, 1927. Band I, S. 1—57.
- Davey I. C. Notes on the occurrence and origin of turquoise in the Sinai Peninsula. Roy. Geol. Soc. Cornwall, Trans. 16 (2) : 43—65. Penzance 1929.
- DeLainay L. Gites Mineraux et Metallifères I (спец. глава об алмазе с большим списком литературы).
- Ferzmann A. und Goldschmidt V. Der Diamont. Heidelberg 1911, (к статье приложен большой список литературы).
- Finlayson. The Quaterly Journal of the Geol. Soc., 65, 1909, 351. «The Gemmologist», London 1935, 1936.
- Gordon C. C. The Virgin Valley, Nevada, opal deposits. Min. Rev. Salt Lake City, Utah, 30 (6): 7—8, June 30, 1928. Реф. библи. Econ. Geol., 1928, v. I, № 1—2, p. 142.
- Lacroix A. La jadeite de Birmanie, les roches qu'elle constitue ou qui l'accompagnent, composition et origine. Bull. Soc. Franc. Miner., 1930. Tome LIII, Nos. 1—6, p. 216—254.
- Lacroix A. Mineralogie de Madagascar. Tome I. Geologie, Mineralogie Descriptive. Paris 1922. Tome II. Mineralogie Appliquée, Lithologie. Paris 1922. Tome III. Lithologie. Appendice — Index géographiques. Paris 1923.
- Laddo R. Non-metallic Minerals. Occurrence, Preparation, Utilisation. I Edit., 1925.
- Kraus E. H. and Holden E. F. Gems and gem materials. New-York 1925.
- Kitson A. E. The geology of the Gold Coast. Min. Mag., vol. XLI, Nr. 4, 201, 1929.
- Lotz H. Ueber die Lünderitzbuchter Diamantvorkommen. Zeitschrift für prakt. Geol., 1909, XVII, S. 142.
- Mannucci, Umberto. Le pietre precise. 2-nda ed. riv. ed aum. A cura dell'ing Mario Simon, Milano, Hoepli, 1929.
- Meisner M. Edelsteine. Weltmontanstatistik, II, 1920—1930, Stuttgart 1932. Mineral Industry. 1934.
- Stutzer O., Eppeler W. Fr. Die Lagerstätten der Edelsteine und Schmucksteine. Berlin 1935.
- Verleye Leon. Les pierres precieuses et les perles. Caracteres, valeur, emploi, synthese, imitation. 3 ed. rev. Paris.
- Wagner P. A. The Diamond Fields of Southern Africa. Johannesburg 1914.
- Weinstein M. Precious and semiprecious stones. London, 1930.
- Williams A. The Genesis of the Diamond. 1932. Одна из крупнейших работ по алмазу.
- Wollaston T. U. Opal; The Gem of the Never Never. London 1924.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Общие понятия	5
Типы месторождения	6
Описание отдельных видов драгоценного, технического и поделочного камня	7
Алмаз	—
Группа корунда (рубин и сапфир)	14
Рубин	15
Сапфир	17
Берилловая группа (изумруд, alexандрит, воробьевит и другие окрашен- ные разновидности берилла)	19
Шпинель (благородная)	30
Топаз	31
Турмалин	35
Гранаты	39
Опал (благородный)	42
Бирюза	47
Группа кварца (кремнезема)	50
Горный хрусталь	—
Аметист	53
Розовый кварц	57
Агат	58
Хризопраз	62
Нефрит и жадеит	—
Нефрит	—
Лазурит	66
Родонит (орлец)	69
Малахит	—
Яшма	70
Янтарь	75
Гагат	78
Обработка драгоценного, технического и поделочного камня	80
Мировая добыча и рынок	82
Литература	88

Отв. редактор Ю. Л. Черносветов

Технический редактор Ш. Б. Вайнштейн

Сдано в набор 7/IX 1936 г.

Уполн. Главлита № В-46944

Подписано к печати 4/X 1936 г.

Тираж 1000.

Формат бум. $72 \times 105\frac{1}{16}$

Количество бум. л. $2\frac{7}{8}$

Изд. № 204(75)

Объем $5\frac{3}{4}$ печ. л.

Учетный № 13733

Учетно-авт. л. 7,5 Количество печ. зн. в 1 бум. л. 122 496

Заказ типогр. № 963.

ИЗДАНИЯ РЕДАКЦИОННОЙ БАЗЫ ВСЕСОЮЗНОГО НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ
Москва, Пыжевский пер., 7. Телеф. В-1-50 58

Текущий счет в Московско-Ленинском отделении Госбанка № 155372

ИМЕЮТСЯ В ПРОДАЖЕ:

Алимарин И. П. и Зверев В. С. — Колориметрическое определение малых количеств кремневой кислоты в растворах, минералах и технических продуктах. 16 стр. Цена 65 коп.

Архангельская Н. А. — Силурийские породы Ленинградской области, 24 стр. Цена 1 руб.

Астафьев В. П. — Технология пермутитового водоумягчения. 66 стр. Цена 1 р. 50 к.

Безруков П. Л. и Яншин А. Л. — Юрские отложения и месторождения бокситов на Южном Урале. 100 стр. Цена 3 руб.

Веденева Н., Меланхолин Н. и др. — К методике кристаллооптических и петрографических исследований. Сборник статей по иммерсионному методу. 28 стр. Цена 1 р. 25 к.

Волярович М. П., проф. — Применение методов исследования вязкости и пластичности в прикладной минералогии. 56 стр. Цена 1 р. 75 к.

Волков С. Т. и Тимофеев Л. В. — К вопросу изучения методики отборки средних проб руд и неметаллических ископаемых в лабораторных условиях. 40 стр. Цена 1 р. 25 к.

Глаголев А. А. — О геометрических методах количественного минералогического анализа горных пород. 48 стр. Цена 1 р. 50 к.

Глаголев А. А. и Готман Я. Д. — Опыт количественного минералогического опробования скважин Коунрадского меднорудного месторождения. 52 стр. Цена 1 р. 50 к.

Даньшин В. М. и Головина Е. В. при участии Лупандина Р. Б. — Москва. Геологическое строение. 96 стр. Цена 2 руб.

Копченова Е. — Озерные и болотные руды Кончозерского и Сегозерского районов АКССР. 28 стр. Цена 1 р. 15 к.

Леммлейн Г. Г., Вандерфлит Е. К. и Шубников А. В. — Исследование абразивных свойств шлифующих порошков. 16 стр. Цена 50 коп.

Лурье И. Л., инж., Тагиров К. Х., инж., Шманенков И. В., инж. — Титано-магнетиты на службу качественной металлургии. 28 стр. Цена 1 руб.

Мельников И. И. — Каолиновые месторождения Украины по новейшим геологическим разведочным данным. 36 стр. Цена 1 р. 25 к.

Менковский М. А., инж. — Технология серы. Ч. I. Печи для получения серы и самородных серных руд. 98 стр. Цена 2 р. 50 к.

Рожкова Е. и Воронков Б. — Очерк месторождений трепела и диатомита СССР. 144 стр. Цена 5 руб.

Соболев Н. Д. — Месторождения хризотил-асбеста Саянской перидотитово-серпентиновой полосы. 76 стр. Цена 3 р. 50 к.

Столяр М. Я. — Геология и золотоносность Учуро-Чюльбинского района Якутии. 64 стр. Цена 2 руб. 25 к.

Тартаковский В. Я. — Определение металлического магния, окиси магния и фтористого магния в продуктах электролитического получения металлического магния. 16 стр. Цена 65 к.

Федоровский Н. М., проф., Лучицкий В. И., проф., Мирчинк Г. Ф., проф. и др. — Рудоминеральное сырье СССР. Сводный обзор по республикам и областям, с предисловием и под общей редакцией проф. Федоровского Н. М. 120 стр. Цена 2 р. 50 к.

Федоровский Н. М., проф. — Рудоминеральное сырье республик и областей СССР в разрезе проблем второй пятилетки. Закавказье. Северо-Кавказский край. 66 стр. Цена 3 р. 50 к.

Федоровский Н. М., проф. — Рудоминеральное сырье республик и областей СССР в разрезе проблем второй пятилетки. Ленинградская область (с Мурманским округом) Карельская АССР. Северный край (с автоном. обл. Коми), 50 стр. Цена 3 р. 50 к.

Федоровский Н. М., проф. — Рудоминеральное сырье республик и областей СССР в разрезе проблем второй пятилетки. Уральская область и Башкирская АССР. Западный Сибирский край. 88 стр. Цена 2 руб.

Федоровский Н. М., проф. и Дюкалов Н. А. — Промышленность неметаллических ископаемых на службе второй пятилетки. 20 стр. Цена 1 руб.

Сборники:

Создание и развитие промышленности неметаллических ископаемых (10 лет работы ИПМ). 348 стр. Цена в переплете 8 руб. 50 к.

Сборник работ термической лаборатории Института прикладной минералогии. 88 стр. Цена 1 руб.

5508