

Дж. Синкенкес

Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 66.0
ББК 35
Д40

Д40 **Дж. Синкенкес**
Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней / Дж. Синкенкес – М.: Книга по Требованию, 2024. – 422 с.

ISBN 978-5-458-25772-5

В книге известного американского геммолога Дж. Синкенкеса даются рекомендации по методам обработки ювелирных и поделочных камней, по выбору и ориентировке исходного каменного материала, которые основываются на оптических и других физических свойствах минералов. Описываются оборудование, новые абразивные и полировальные материалы, используемые при обработке камня. Приводятся четкие рекомендации по различным этапам обработки, начиная от распиловки и грубой обдирки и кончая шлифованием, полированием и сверлением. Даются характеристики ранее неизвестных природных и синтетических камней. Для любителей камня, специалистов по обработке камня, минералогов, работников музеев и реставраторов.

ISBN 978-5-458-25772-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ПРЕДИСЛОВИЕ К ПЕРВОМУ ИЗДАНИЮ

Обработка камня любителями не нова: еще в XVIII в. выпускались подробные инструкции и даже оборудование для тех, кто проявлял интерес к этому делу. Поэтому любительская обработка камня освящена более многолетними традициями, нежели некоторые наши относительно «молодые» увлечения, такие, например, как фотография. И все же, несмотря на солидное прошлое, в последние 20 лет предпринимались серьезные попытки придать обработке камня широкую популярность, раскрыть ее секреты, обеспечить всех желающих сырьем и оборудованием.

Известно немало книг о том, как обрабатывать камни, однако это увлечение за короткий срок достигло таких размеров, что стало необходимым описание основных приемов современной обработки камня на новейшем оборудовании. При этом устаревшим и редко применяемым методам отведено второстепенное место, а наибольшее внимание уделено тем приемам, которые пользуются особой популярностью.

Впервые опубликован большой список минералов, которые могут быть использованы любителями, и даны особенности их обработки. Автор надеется, что не только начинающие, но и более опытные любители найдут этот список полезным, ибо он знакомит со многими замечательными представителями царства минералов. Некоторые из них довольно редки, другие же

столь широко распространены, что, как правило, игнорируются. Поиск минералов, пригодных для обработки,—источник большой радости, и выявление их скрытой красоты путем соответствующей обработки можно только горячо приветствовать.

Автор сердечно благодарит д-ра У.Ф. Фошага из Национального музея США, который вместе со своими коллегами д-ром Дж.Ф. Суцером и г-ном Дж.Г. Бенном сделал для него доступными обширные коллекции музея, и считает, что эти люди заслуживают самых искренних слов благодарности, ибо преданно выполняют благородную миссию Смитсоновского института «За увеличение и распространение знаний среди людей». Автор выражает также глубокую признательность тем промышленным фирмам, прекрасные фотографии которых украсили страницы этой книги. Ряд иллюстраций, где автор не указан, подготовлены братьями Делейни из Арлингтона (шт. Виргиния) под руководством автора книги. Наконец, автор благодарит свою верную помощницу и жену Марджори за постоянную поддержку, советы и активную помощь при подготовке рукописи.

Джон Синкенкес

Сан-Диего, Калифорния
июль 1955 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

Наука постоянно дает миру новые идеи и изобретения, которые влияют на все стороны жизни, даже на наши увлечения и занятия в свободное время. Вносит она изменения и в приемы обработки камня, при этом ни одна книга, в том числе и наша, не может долго оставаться современной, если в ней не учитывается прогресс в данной области.

Наибольшее внимание в книге по-прежнему уделено изготовлению кабошонов и огранке, которые до сих пор остаются самыми популярными видами обработки камня. Однако не остались без внимания и другие методы и виды обработки, которые заметно продвинулись в своем развитии. Им отведено в новом издании значительно больше места, чем раньше, в связи с их возрастающим значением. Например, подробно описан процесс галтовки, поскольку полированные недорогие камни производятся сейчас этим способом в огромных количествах. Так же обстоит дело и с резными изделиями, мозаикой и некоторыми другими видами работ по камню. Поскольку все большее число людей пробуют свои силы в этой области, возникла необходимость рассказать об инструментах и приемах, широко используемых при этом. Кроме того, во второе издание включены многие новые идеи и методики, которые были разработаны после выхода первого издания. Учитывая все это, мы полностью переписали текст. Поэтому второе издание — это, в сущности, совершенно новая книга.

Среди других значительных изменений следует отметить включение большого числа новых иллюстраций, которые либо заменяют предыдущие, либо дополняют их. Наконец, существенно расширена глава по описанию и обработке камня за счет вклю-

чения большого числа поделочных материалов, а также новейшей информации по описанным ранее видам.

В новом издании исключен материал, который уже устарел и потерял свою ценность. В этой связи хочется сказать несколько слов. Вскоре после выхода в свет первого издания книги обнаружилось, что списки клубов, фирм-посредников и изготовителей оборудования утратили свою достоверность, что привело многих читателей к бесплодной переписке с закрывшимися клубами и фирмами. Поэтому такие списки в книгу больше не включаются. Ценность этих сведений, даже временная, — вопрос проблематичный, если учесть, что обновленные и более полные списки ежегодно появляются в апрельском выпуске журнала "Lapidary Journal" в разделе «Руководство для покупателей». Читателям, интересующимся такой информацией, настоятельно рекомендуется пользоваться последним выпуском этого «Руководства».

Исключена также глава о коллекционировании драгоценных камней и сокращена глава об их происхождении. Обе темы подробно рассматриваются автором в его книге «Драгоценные камни и минералы. Как и где искать их» (Gemstones and minerals, How and where to find them).

Кроме того, исключены или ограничены сведения о месторождениях драгоценных камней в Северной Америке, поскольку более полная информация об этом приведена в книге автора «Драгоценные камни Северной Америки» (Gemstones of North America).

Джон Синкенкес

Сан-Диего, Калифорния
1962 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Посвящается ныне покойному д-ру У. Фолшагу с благодарностью за постоянное содействие и практическую помощь

Рост увлечения обработкой камня за последние 20 лет шел параллельно с расширением коммерческой деятельности и тех отраслей промышленности, которые призваны удовлетворять запросы любителей. Как и следовало ожидать, конструирование и производство оборудования для обработки камня и соответствующих приспособлений не стояли на месте. Основная причина выпуска нового издания заключается в огромном росте масштаба использования алмаза вместо традиционных абразивов и полировальных агентов при различных видах обработки камня. Появилась возможность приобрести оборудование, рассчитанное на исключительное применение алмаза при обработке камня от сырья до идеальной полировки. В настоящем издании не только подробно рассмотрены преимущества алмаза, но и сохранены многие сведения о старых, однако не стареющих абразивных материалах и методах обработки, ибо они, несомненно, интересны тем читателям, которые не имеют доступа к алмазному инструменту или не в состоянии купить его.

В новом издании основное внимание по-прежнему уделяется простоте оборудования и методик, а также изготовлению самодельного оборудования, так как, чем больше начинающий любитель будет полагаться на свое мастерство и его совершенствование, тем большее удовлетворение он получит.

В целом материал книги сохранен в

неизменном виде. Он лишь дополнен наиболее важными сведениями из области обработки камня. Конечно, невозможно включить в один том все те новые идеи и предложения по улучшению обработки, которые были опубликованы с момента выхода второго издания. Это привело бы к чрезмерному увеличению объема и снижению полезности данной книги как краткого руководства по обработке камня. Вместо этого автором была просмотрена обширная литература, и все книги, брошюры и журнальные статьи, которые, по его мнению, заслуживали внимания, были приведены в конце соответствующих глав.

Последняя глава, в которой описаны камни, их месторождения и методы обработки, значительно расширена благодаря включению дополнительного числа материалов, которые обрабатываются, как драгоценные камни. Она пополнилась также сведениями о недавно открытых драгоценных камнях и материалах и данными о многих синтетических материалах, которые были получены и поступили на рынок уже после выхода в свет второго издания книги.

Как и прежде, в каждой главе даются списки рекомендуемой дополнительной литературы и источники информации.

Джон Синкенес

Сан-Диего, Калифорния
январь 1984 г.

БЛАГОДАРНОСТИ

Я чувствую себя в большом долгу перед изобретательными и одаренными богатым воображением любителями камня за их постоянное стремление улучшить искусство его обработки и за многие из тех сведений, которые я привел в этой книге.

Авторам статей и книг, указанных в списках литературы, я признателен за то, что они опубликовали свои достижения в области обработки камня, которые стали теперь общим достоянием.

Я хочу поблагодарить также изготовителей оборудования (их имена и фирмы указаны в подрисуночных подписях) за представленные фотографии и другую полезную информацию. Ограниченный объем книги не позволил включить все прислан-

ные мне фотографии, поэтому для печати были выбраны наиболее четкие и информативные. За иллюстрации я выражаю также благодарность У. Р. К. Шеденхельму, редактору журнала "Rock and Gems Magazine", Р. У. Джонсу из Скотсдейла (шт. Аризона), Р. Е. Батлеру из Ист-Лонгмедоу (шт. Массачусетс), И. Мацце из Нью-Йорка и особенно Гарольду и Эрике Ван Пелтам из Лос-Анджелеса, которые предоставили в мое распоряжение фотографии отдельных этапов изготовления прекрасных изделий из горного хрусталя.

Джон Синкенкес

Сан-Диего, Калифорния
сентябрь 1984 г.

ДРАГОЦЕННЫЕ И ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ КАК МАТЕРИАЛ ДЛЯ ОБРАБОТКИ

Никто не знает, как давно появилась у человека любовь к цветным камням. Археологические раскопки свидетельствуют, что все цивилизации высоко ценили их как предметы украшения или атрибуты культового поклонения, как, например, нефрит в Китае. Мастера, работавшие в этой области, выделялись среди прочих тем, что знали секреты подвластных их мастерству камней и, подобно магам и волшебникам, могли превращать их в любые предметы, хотя эти камни были значительно тверже металлов. От древних греков через римлян пришел к нам термин «lapidary» (от слова «lapis» — камень), обозначающий мастера, который режет камни, придает им форму или гравировку на них. В течение многих веков искусство обработки камня оставалось под покровом тайны, и только в последние десятилетия были раскрыты его секреты, так что теперь каждый из нас может научиться превращать «сырой» материал — драгоценные и полудрагоценные камни — в ювелирные камни, резные изделия и другие предметы декоративного характера.

Прежде чем перейти к материалам, составляющим предмет данной книги, попытаемся определить, что же такое *драгоценные камни* и *поделочные камни*, поскольку эти термины не всегда относятся к собственно минеральным видам или породам. Первоначально в качестве сырья для изготовления ювелирных и резных камней действительно использовались горные породы и минералы, встречающиеся в земной коре. Однако позднее в ряде благоприятных мест

древний человек обнаружил внутри раковин прекрасные жемчужины, а в некоторых осадочных породах — янтарь и гагат. Эти материалы за их красоту и ценность также стали называть драгоценными камнями. В дальнейшем список драгоценных камней пополнился такими материалами, как панцирь черепахи, перламутровые раковины, кораллы, различные типы кости; в большинстве современных книг по геммологии они описываются и обсуждаются наравне с драгоценными и поделочными камнями.

ДРАГОЦЕННЫЕ И ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ ЦАРСТВА МИНЕРАЛОВ

Около 150 лет назад Артур Айкин, секретарь Геологического общества Великобритании, написал небольшую книгу по минералогии, в которой перечислил около 250 минералов, хорошо известных в то время. К концу XIX в. перечень минералов достиг 750 наименований. В настоящее время в нем более 2000 названий. Несмотря на быстрый рост числа открываемых минеральных видов, круг минералов, которые можно отнести к разряду драгоценных и поделочных камней, все еще ограничивается первой сотней, причем неспециалистам известно не более 25 камней.

К минеральным видам, представляющим драгоценные камни наибольшей стоимости, или так называемые классические *драгоценные* камни, относятся:

Алмаз
Берилл (изумруд,
аквамарин и т. д.)
Корунд (рубин и
сапфир)
Опал (белый, чер-
ный)
Хризоберилл (алек-
сандрит, кошачий
глаз и т. д.)

Варисцит
Везувиан (П)
Гематит
Гипс (П)
Кальцит (П)
Лазурит (П)
Малахит
Обсидиан (П)
Пирит
Родонит

Серпентин (П)
Сингалит
Скаполит
Смитсонит
Содалит
Сподумен
Стеатит (П)
Томсонит
Флюорит
Цоизит

Существует также группа минеральных видов, которые чаще других имеют хождение в качестве драгоценных камней, или такие, которые пользуются постоянным спросом на рынке драгоценных камней и ювелирных изделий. Это:

Бирюза	Полевые шпаты
Гранаты	(лунный камень,
Жадеит	амазонит и т. д.)
Кварц (аметист,	Топаз
цитрин, халце-	Турмалин
дон и др.)	Циркон
Нефрит	Шпинель
Оливин (перидот)	

Следует отметить, что некоторые поделочные камни состоят из нескольких минералов и, следовательно, являются скорее *горными породами* в геологическом смысле, чем отдельными минеральными видами. Характерный пример таких материалов — *мраморы*, которые обычно состоят из одного минерала (кальцита), но встречаются в таких количествах, что рассматриваются скорее как породы, а не как большие массы одного минерала. Породами считаются также серпентин, лазурит, различные типы гранитов и другие камни, используемые в качестве поделочных. Они могут быть достаточно красивыми, чтобы использоваться в ювелирных украшениях или же не удостаиваться такой чести, но зато из них часто изготавливаются *декоративные* предметы и нередко — большого размера.

Ниже приведен список драгоценных и поделочных камней, имеющих не столь большое значение, как перечисленные в первых двух списках. В него включены как минеральные виды, так и породы (последние обозначены буквой П):

Следующие драгоценные камни или по ряду причин непригодны для изготовления ювелирных изделий, или так редки, что их можно увидеть только в коллекциях:

Азурит	Кианит
Аксинит	Кордиерит
Амблигонит	Корнерупин
Анатаз	Лазулит
Андалузит	Поллуцит
Апатит	Пренит
Апофиллит	Родицит
Бенитоит	Родохрозит
Бериллонит	Рutil
Бразилианит	Силлиманит
Брукит	Ставролит
Виллемит	Сфалерит
Гамбергит	Тектит
Гемиморфит	Титанит (сфен)
Данбурит	Фенацит
Датолит	Цинкит
Диопсид	Эвклаз
Диоптаз	Энстатит
Касситерит	Эпидот

ОСОБЕННОСТИ ДРАГОЦЕННЫХ КАМНЕЙ

Какие же свойства выделяют драгоценные камни из общей массы горных пород и минералов? И почему они не в пример остальным столь высоко ценятся?

Нет сомнения в том, что наиболее важным свойством этих камней является *красота*, поскольку без нее минерал или порода так высоко цениться не будут, какими бы качествами они ни обладали, потому что драгоценные камни должны радовать глаз ярким цветом, зачастую усиленным искусной огранкой или загадочным рисунком, красивыми включениями или другими осо-

бенностями, которые делают их несравними с обычными камнями. Разве не красота яркой окраски привлекает нас в красном рубине, синем сапфире или зеленом изумруде? И не она ли притягивает к себе взор в узорах агата, в блесках авантюрина, в отливающих медью иглах рутила в кварце?

Ювелирные драгоценные камни предназначены для украшений, а это значит, что неизбежен их контакт с твердыми материалами со всеми вытекающими отсюда последствиями (царапины, выколки, а иногда разрушение). Поэтому так важна способность камней противостоять подобным воздействиям — быть *износостойкими*. Значение этого свойства очень скоро проявляет себя в камнях, вставленных в кольца или браслеты. Камни, которые отличаются прочностью и твердостью, такие, как алмаз, рубин, сапфир и хризоберилл, будут по-прежнему искриться и сверкать, когда их золотые или платиновые оправки изнашиваются настолько, что возникнет угроза потери камня. И все же долговечность не самое важное качество драгоценного камня. Вспомните опал — камень хрупкий и мягкий. В кольцах он быстро становится матовым от соприкосновения с твердыми предметами, если не проявлять должной осторожности в обращении с ним. Ясно, что он не сравним по износостойкости с алмазом или сапфиром, однако красота опала настолько велика, что заставляет мириться с его относительно низкой твердостью. Но это исключение, а основные и важные драгоценные камни отличаются тем, что они тверже и прочнее многих других минералов, которые могут рассматриваться в качестве кандидатов в драгоценные камни.

Взросший в последние десятилетия интерес к обработке камня привел к тому, что многие минералы, которые не рассматривались как драгоценные камни из-за низкой износостойкости, начали обрабатываться как курьезы. Другие же стали гранить потому, что их исключительная мягкость или хрупкость создает такие же трудности при обработке, как неприступность вершины для альпиниста, бросая вызов мастерству. Многие из таких «драгоценных камней» указаны в гл. 19, куда они включены не

ради увеличения списка классических драгоценных камней, а потому, что действительно могут привлечь внимание огранщиков, которые хотели бы испытать свои силы на материале, требующем гораздо большего мастерства, чем обычные драгоценные камни.

И наконец, последнее важное свойство драгоценных камней — это их *редкость*. В сущности, это не свойство самих камней, а отражение особенностей психологии людей, интересующихся самоцветами. Человеческой природе свойственно ценить редкость, и никакие доводы здравого смысла не перечеркнут тот факт, что из двух объектов, равных по красоте, предпочтение будет отдано более редкому. Так, синтетические камни или стеклянные имитации могут быть такими же или даже более красивыми, чем природные камни, и тем не менее большинство людей выберут природные камни, если, конечно, их ознакомить с фактами. Правда, в таких случаях редкость камня не единственный критерий его ценности. Многие знатоки, несомненно, чувствуют, что ценность природных камней, родившихся в результате таинственных и удивительных процессов в каменном сердце Земли, действительно выше.

КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ДРАГОЦЕННЫЕ КАМНИ

Большинство драгоценных камней встречается в природе в виде кристаллов или их обломков (рис. 1–3). Чтобы поближе познакомиться с кристаллами, достаточно насыпать на лист бумаги немного соли или сахара и посмотреть на них в лупу. Каждая крупинка соли будет иметь вид маленького кубика, а крупинка сахара — вид миниатюрной таблички с острыми краями. Если кристаллы совершенны, все их грани плоские и сверкают отраженным светом. Это типичные кристаллические формы указанных веществ, причем соль действительно является минералом, а сахар относится к веществам растительного происхождения.

Грани кристаллов образуют практически все минералы, если в природе они имели возможность расти в благоприятных условиях, и во многих случаях, приобретая дра-



Рис. 1. Кристаллы ювелирных камней. Вверху: прозрачный бесцветный кварц (горный хрусталь) из Арканзаса. Внизу: аметист из Пенсильвании. (С разрешения Смитсоновского института.)

гоценные камни в виде сырья, вы можете увидеть эти грани частично или полностью. Грани кристаллов не случайная игра природы. Они появляются лишь тогда, когда внутреннее расположение атомов имеет определенный порядок, и дают большую информацию о геометрии этого расположения. Действительно, в далеком прошлом — задолго до того, как минералоги стали применять рентгеноструктурный анализ для доказательства регулярного расположения атомов внутри кристаллов, — такая гипотеза существовала, и основой для нее послужило именно расположение внешних

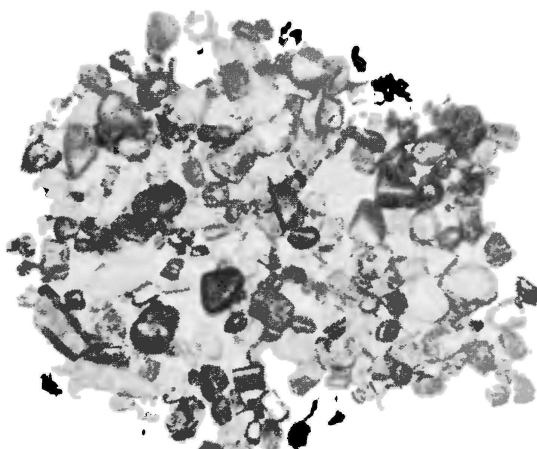


Рис. 2. Дон Л. Сполдинг из Омахи (шт. Небраска) наблюдает, как старатели промывают гальку из района Могока (Бирма), содержащую драгоценные камни. Концентрат тщательно промывается в корзинах для удаления почвы и лишнего материала. Камни оседают на дне из-за высокой плотности. На нижнем снимке показаны необработанные драгоценные камни, типичные для этого района: сапфир, рубин, циркон, шпинель, турмалин, кварц и др. (С разрешения Дона Л. Сполдинга.)



Рис. 3. Кристаллы и ограненные камни из берилли и его разновидностей из коллекции Музея естественной истории США в Вашингтоне. Вверху: замечательная группа кристаллов аквамарина, имеющих четкую гексагональную форму и образовавшихся на подложке из кристаллов полевого шпата, черного турмалина и слюды. Внизу слева:

прекрасный темно-зеленый кристалл изумруда на деревянной подставке. На переднем плане: аквамарин, морганит и другие ограненные бериллы. Крупный овальный аквамарин в центре, изготовленный автором для музея, имеет массу более 500 кар. (С разрешения Смитсоновского института.)

граней кристалла. Грани кристалла хорошо видны на образце берилла (рис. 3).

Различия в порядке расположения атомов внутри кристаллов обуславливают многие различия в их свойствах, в том

числе таких, как цвет, твердость, легкость расщепления и другие, которые любитель должен принимать во внимание при обработке камней.



АМОРФНЫЕ ДРАГОЦЕННЫЕ КАМНИ

Если минералы или горные породы не имеют регулярного внутреннего расположения атомов, характерного для кристаллов, они называются *аморфными*. Это слово заимствовано из греческого языка и означает «бесформенный», «не имеющий кристаллического строения». Отсутствие определенного порядка в расположении атомов приводит к тому, что атомы в аморфных материалах объединены в небольшие группы, подобно частицам в куче песка, что исключает возможность образования той или иной формы; поэтому такие материалы никогда не бывают в виде кристаллов. Типичный пример аморфного материала — обычное стекло. Из камней аморфными являются опал¹ и обсидиан. Аморфные минералы, горные породы и другие материалы при разру-

Рис. 4. Вверху: обломок обсидиана. Внизу: небольшие нодулы обсидиана в перлите, так называемые слезы апачей. (С разрешения Смитсоновского института.)

шению дают раковистый излом (рис. 4). Аморфных камней в природе очень немного. Подавляющее большинство представителей царства минералов имеет кристаллическую структуру, хотя ее не всегда легко определить, особенно у таких минералов, как нефрит, у которого множество мелких кристаллов срослись в явно однородный на глаз материал.

ДРАГОЦЕННЫЕ КАМНИ ДЛЯ ГЛИПТИКИ

Прозрачные кристаллы обычно используются для изготовления *ограненных камней*. Примером могут служить бриллианты для обручальных колец, рассмотрев которые, можно увидеть, что вся поверхность камня покрыта множеством небольших плоских граней, или *фасетов*. Чтобы максимально выявить ценные оптические свойства камня и добиться максимального блеска, применяются определенные виды огранки и выбираются определенные углы взаимного расположения граней. Ниже мы подробно расскажем об огранке драгоценных камней.

Однако не из всех прозрачных кристаллов делают граненые камни. Некоторые из них, особенно содержащие замечательные включения (например, тонкие иглы рутила или турмалина), могут быть обработаны в виде плоских пластин или округлых форм, известных как кабошоны. Разумеется, если камень непрозрачен, его огранка вообще лишается смысла, поскольку через него не может пройти столько света, сколько необходимо для появления сверкающих рефлексов, которые так ценятся в ограненных камнях. Известно много прекрасных камней, которые по этой причине не гранят; им придают форму кабошона. Среди последних — звездчатые камни (звездчатые рубины и сапфиры); камни с эффектом кошачьего глаза, такие, как хризоберилл; камни, сияющие голубым или серебристым светом и называемые лунными, а также многие дру-

¹ Опал является неорганическим полимерным веществом, причем в благородном опале, как и в ряде кристаллических полимеров, имеется регулярная структура из плотно уложенных глобул полимерных молекул кремнезема. — *Прим. ред.*