

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Ухтинский государственный технический университет

М.И. Фомин, О.В. Соловьева

ОСНОВЫ ГЕММОЛОГИИ

Учебное пособие

УХТА 2009

УДК 549.091 (075.8)

Ф 76

Фомин, М.И.

Основы геммологии [Текст] : учеб. пособие / М.И. Фомин, О.В. Соловьева. – Ухта : УГТУ, 2009. – 72 с.: ил.

ISBN 978-5-88179-558-0

Учебное пособие по геммологии – необходимое оказание теоретической помощи студентам специальности МиГГ при изучении этого предмета, а также всем другим студентам, работающим в камнерезно-шлифовальной мастерской при изготовлении шлифов и аншлифов из горных пород и минералов, а также «любителям самоцветов».

Учебное пособие содержит основные положения по проведению лекций и практических занятий, соответствующих требованиям рабочей учебной программы по дисциплине «Теоретические основы технической и технологической минералогии», «Геммология».

Учебное пособие рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом Ухтинского государственного технического университета.

Рецензенты: Петровский В.А., главный научный сотрудник Института геологии Коми НЦ УрО РАН г. Сыктывкара, доктор г.-м. наук; Сухарев А.Е., научный сотрудник Института геологии Коми НЦ УрО РАН г. Сыктывкара, кандидат г.-м. наук; Майорова Т.П., доцент кафедры геологии Сыктывкарского государственного университета, кандидат г.-м. наук.

© Ухтинский государственный технический университет, 2009

© Фомин М.И., Соловьева О.В., 2009

ISBN 978-5-88179-558-0

Введение

Камень сейчас в руках человека – не забава и роскошь, а прекрасный материал, которому мы сумеем вернуть его место, материал среди которого лучше и веселее жить. Это не будет уже и «драгоценный камень» – время его прошло, это будет самоцвет, дающий красоту жизни.

А.Е. Ферсман

В данном учебном пособии приводятся все разделы по геммологии, изучаемые в общей дисциплине «Технологическая минералогия и геммология». Даны практические разъяснения по технологии обработки цветного камня.

Геммология – это наука о самоцветах. Термин «самоцветы» вмещает в себя изучения и обработку драгоценных, полудрагоценных, поделочных и облицовочно-поделочных камней. В основу классификации самоцветов положена их стоимость, а стоимость самоцветов определяется физическими и механическими свойствами. Долговечность самоцвета определяется его твердостью, красота – цветом. И третье условие – это их редкость в природе.

Таким образом, мы видим, что на первом месте в классе драгоценных камней стоят: алмаз, изумруд, рубин, сапфир.

В данном учебном пособии рассматривается полная классификация самоцветов (таблица 1).

Следует помнить, что геммология изучает не только природные самоцветы, но и их синтетические аналоги. Еще в прошлом столетии были разработаны методы синтезирования (выращивания) как драгоценных камней (алмаз, рубин, изумруд, сапфир, александрит, гранат, циркон), так и полудрагоценных. К этой группе относятся все прозрачные разновидности кварца (аметист, цитрин, раухтопаз, морион, сапфирин, аметрин) и ряд других минералов.

В настоящее время некоторые вузы страны готовят специалистов – геммологов, в частности, Московская горная академия (МГА). В процессе обучения этой дисциплине, обращается все большее внимания на самоцветы как сырье для ювелирной, камнерезной, художественной их обработки, нежели на геологию и их происхождение. Этими вопросами занимаются специализированные предприятия по поиску, оценке и добыче камнесамоцветного сырья.

Геммолог, как художник, вскрывает красоту камня, чувствует его моду, знает его конъюнктуру, и только он может оценить рациональность затрат на добычу и освоение камня и его предполагаемую судьбу в изделиях.

В Северо-Уральской и Тиманской провинциях давно добываются традиционно известные самоцветы (разновидности кварца, агата, яшмы, рубина, нефрита, жадеита и др.), но обнаружены и открыты новые минералы и горные породы, являющиеся прекрасным сырьем для геммологов. К ним относятся: благородные серпентиниты, лазурит, пренит, бирюза, габбротуллит и др.

В данном пособии будет рассмотрена диагностика самоцветов, обогащение, их обработка, а также оборудование и инструменты, применяемые для распиловки, шлифовки и огранки самоцветов.

В главе «Ювелирное дело» приводится технология изготовления филигранных ювелирных изделий. В период развития геммологии как самостоятельной науки было издано достаточное количество специальной литературы, хорошо иллюстрированной, частичный перечень которой приведен в библиографическом списке.

Цель создания данного пособия – оказать теоретическую помощь при изучении дисциплины «Геммология» по специальности МиГГ, а также познакомить всех студентов и преподавателей, которые коллекционируют или обрабатывают цветные камни, и тех, кто после знакомства с «Миром» самоцветов, начнет коллекционировать и обрабатывать их в домашних условиях.

С первой по третью главы написаны ассистентом Соловьевой О.В., а с четвертой по восьмую – заведующим учебным геологическим музеем УГТУ имени А.Я. Кремса Фоминым М.И.

На обложке использована фотография авторской работы Фомина М.И. «Букет самоцветов» (самоцветы представленные в букете: родонит, агат, лазурит, уваровит, нефрит, малахит, сердолик).

Глава 1. Общие сведения о самоцветах

1.1. История развития науки геммологии

Никто точно не знает, как давно появилась у человека любовь к цветным камням. Лишь археологические раскопки точно свидетельствуют, что все цивилизации высоко ценили их как предметы украшения или атрибуты культового поклонения, например, нефрит в Китае, бирюза в Иране.

На протяжении всей истории человечества интерес к самоцветам все более углубляется и совершенствуется.

Мастера, работавшие в области обработки, выделялись среди прочих тем, что знали секреты их обработки, подобно магам и волшебникам, превращающим кусок камня в нужный предмет. В течение многих веков искусство обработки было под покровом тайны, и только в последние десятилетия были раскрыты его секреты. Так что теперь каждый из нас может научиться превращать камнесамоцветное сырьё в нужное ювелирное или художественное изделие, а также в предмет быта и туалета.

1.2. Свойства камнесамоцветного сырья и его классификация

Драгоценные камни характеризуются рядом физических особенностей – плотностью, твердостью, цветом, спайностью и др.

Плотность – отношения массы вещества к массе такого же объема воды (камень, имеющий плотность 2, во столько же раз тяжелее равного объема воды). Камни с плотностью ниже 2 считаются легкие, от 2 до 4 – нормальной тяжести, 5 и выше – тяжелыми. Плотность драгоценных камней колеблется от 1 до 7.

Твердость – сопротивление, оказываемое поверхностью минерала при попытке поцарапать ее другим минералом или иным предметом (обычно пользуются шкалой относительной твердости минералов, предложенной немецким минералогом Моосом).

Для примера: гипс имеет твердость 2 – царапается ногтем; кварц (твердость 7) – царапает стекло; топаз (твердость 8) – легко царапает кварц; корунд (твердость 9) – легко царапает топаз; алмаз не царапается ничем.

Твердость драгоценных камней неодинакова на разных гранях и по разным направлениям (именно это свойство кристаллов позволяет шлифовать и пилить алмаз).

Минералы с твердостью от 7 до 10 считаются твердыми драгоценными камнями. Камни с твердостью ниже 7 – нестойки даже против обычной пыли (она повреждает полировку, что ухудшает блеск мягких камней). Такие камни со временем тускнеют и требуют при ношении и хранении особой осторожности.

Спайность – способность минерала раскалываться или расщепляться по ровным плоским поверхностям. Это свойство гранильщики учитывают при шлифовке и огранке камней. Спайность зависит от строения кристаллической решетки и от сил сцепления между атомами в различных плоскостях.

Драгоценные камни с сильно развитой спайностью следует беречь от ударов. Например, топаз раскалывается настолько легко, что уже при постукивании им по твердому предмету, в нем начинаются появляться «перья» зарождающихся трещин. Поэтому огранка драгоценного камня с весьма совершенной спайностью требует большого искусства.

Прежде спайность использовалась для аккуратного расщепления крупных камней на части или для отделения дефектных участков. Теперь подобные операции выполняются преимущественно путем распиловки, что позволяет лучше использовать форму камня, повысить выход ограночного материала, а также избежать нежелательных трещин и расколов.

Главными среди физических свойств драгоценных камней являются их оптические свойства, определяющие цвет, блеск, сверкание, прозрачность.

Цвет – первое, что бросается в глаза при взгляде на всякий драгоценный камень. Причиной различной окраски драгоценных камней являются поглощение и отражение света. Камень, пропускающий весь спектр оптического диапазона, кажется бесцветным. Если же весь цвет поглощается – он будет черным.

Окраску драгоценных камней обуславливает наличие в минерале атомов ряда элементов: железа, кобальта, никеля, марганца, хрома, ванадия, титана, способных поглощать определенные виды волн видимого спектра света.

Блеск драгоценных камней обусловлен отражением света поверхностью материала. Он зависит от показателя преломления и характера поверхности драгоценного камня, а не от его окраски. Чем выше светопреломление, тем сильнее блеск. Больше всего ценится «алмазный блеск», наиболее распространен «стеклянный» блеск. Жирный, металлический, перламутровый, шелковистый и восковой блеск у ювелирных камней встречается редко. Драгоценные камни без блеска бывают матовыми или тусклыми.

Радужная цветовая игра некоторых ювелирных камней носит название *иризации*. В некоторых халцедоновых миндалинах более глубокие слои иногда

покрыты тонкими пленками оксида железа. Свет, отраженный от таких пленок, распадается на много цветов подобно тому, каким он наблюдается в масляных пленках на поверхности воды. Если наружные слои осторожно сошлифовать, оставив над радужным слоем только тонкий слой халцедона, и затем камень отполировать – он будет иризировать.

Качество и ценность большинства драгоценных камней зависит от их прозрачности. Больше всего ценятся камни, у которых даже при наблюдении через лупу с десятикратным увеличением не обнаруживаются дефекты. Особенно важна чистота для алмазов.

Включения минералов бывают одного и того же вида (например, алмаз в алмазе) и чужеродными (например, циркон в сапфире).

К дефектам камней относятся также деформации кристаллической структуры, цветовые полосы, пустоты, заполненные жидкостями и газами.

Оптические свойства:

- ✓ светопреломление;
- ✓ двойное лучепреломление;
- ✓ дисперсия.

Особые световые эффекты:

Эффект «кошачьего глаза» и «астеризм». Тигровый, соколиный, кошачий глаз – название оптического эффекта в виде полосы соответствующего цвета (коричневого, голубоватого, светло-серого), напоминающего зрачок указанного выше животного или птицы глаза, перемещающегося над вершиной камня в сторону противоположную от его наклона. Эффект возникает в результате рассеивания световых лучей на тонких параллельных проходящих структурах включений и полостей, расположенных в плоскости перпендикулярной основанию камня.

Астеризм или звездный эффект известен давно. Астеризм – отражение света от находящихся внутри камня включений, волокон или каналов с образованием на поверхности камня «звездчатого» эффекта, возникающего в рубине и сапфире, обработанных крутым кабошоном, иногда – в диопсиде и некоторых гранатах. Сапфир звездчатый – непрозрачная разновидность корунда синего цвета с эффектом астеризма (рис. 1).

Оба этих эффекта выявляются при правильной ориентировке кристалла при расшлифовке и дальнейшей обработке кабошоном.

Опалесценция – обусловлена наличием в аморфном опале дифракционных решеток. С помощью электронного микроскопа установлено, что опалы состоят из мельчайших глобул, расположенных строго упорядоченно, вследст-

вие чего и возникает регулярная дифракционная решетка, вызывающая яркую цветную опалесценцию.

Когда прозрачный ювелирный камень содержит много небольших плоских включений, сильно отражающих свет, возникает эффект, называемый авантюресценцией. Как правило, этот эффект характерен для кварца и полевого шпата и используется для изготовления красивых камней. Наиболее привлекательной разновидностью авантюрина является полевой шпат из Норвегии с многочисленными красновато-оранжевыми чешуйками, которые сияют все одновременно, когда камень покачивают под лучами солнца. По этой причине его называют *солнечным камнем*.

Прекрасная игра цветов одной из разновидностей полевого шпата – лабрадора называется лабрадоресценцией. Лабрадор, обычно черный или серый, не привлекает внимания, пока не проявляет указанного эффекта. Однако при повороте освещенного камня происходит чудесное превращение: камень вспыхивает яркими цветными пятнами с преобладанием оттенков синего цвета, но в некоторых образцах появляются также зеленые, красные, оранжевые и желтые тона.

Первым пытался классифицировать неорганические природные тела греческий ученый Аристотель (384-322 гг. до н.э.). Его ученик Теофраст в трактате «О камнях» описал 16 минеральных видов, главным образом драгоценных камней.

Римский натуралист Плиний Старший (23-79 гг.) в энциклопедии «Естественная история» пять томов посвятил описанию минералов, их происхождению и применению. Постепенно классификация совершенствовалась, и она стала дополняться описанием лечебных свойств камней.

Современная классификация основывается на составленный Всесоюзный классификатор Я.П. Самсонова (1974-1976 г.г.) по пьезоэлектрическому и камнесамоцветному сырью. Всего было выделено три группы камнесамоцветного сырья.

Чуть позднее профессором Е.Я. Киявленко была освещена геология месторождений камнесамоцветного сырья по этой классификации (таблица 1).

Классификация самоцветов

Ювелирные (драгоценные)	Ювелирно-поделочные	Поделочные (облицовочные)
I порядок: алмаз, изумруд, рубин, сапфир	I порядок: янтарь, бледный аметист, чароит, малахит, жадеит, морион, дымчатый кварц (раухтопаз), горный хрусталь, лазурит	Яшма, мраморный оникс, обсидиан, лиственит, рисунчатый кремень, окаменелое дерево, серпентиниты, пегматиты, авантюрин, флюорит, селенит, цветной мрамор, гагат, другие горные породы с красивой расцветкой и рисунком (скарны, строматолиты, кораллы, окаменелости, габбротулит, ензорит, кальцит и др.)
II порядок: александрит, сапфир оранжевый, фио- летовый, зеленый, благородный черный опал, благородный жадеит (жад - империал)		
III порядок: демаитоид, шпинель, благородный белый и огненный опалы, топаз, турмалин	II порядок: сердолик, агат, родонит, амазонит, гематит – кровавик, беломорит, лабрадорит, авантюрин, празем; тигровый, кошачий, соколиный глаз; обсидиан иризирующий, яшма орская	
IV порядок: хризолит, циркон, кунцит, адуляр (лунный камень), берилл, пироп, альмандин, бирюза, аметист, цитрин, жемчуг		

1.3. Название камней

Многие самоцветы названы по их характерным свойствам – твердости, цвету.

Алмаз от греческого *адамас* – «непревзойденный», «стойкий». Лазурит от персидского *азул* – «небо», «синь» или от латинского *лазуирус* – «синий камень». Рубин – красная разновидность корунда, от латинского *rubber* – красный.

Другие самоцветы могут быть названы по месту находки, т.е. по названию реки, горы. Например, сиреневый красивый камень чароит назван в честь р. Чары и железнодорожной станции Чары в Забайкалье, а месторождение его названо «Сиреневый камень».

Другие – по присущим свойствам только этим самоцветам и по месту находки. Например, беломорит открыт Ферсманом на Белом море, а в народе этот иризирующий полевой шпат называют лунным камнем. Лабрадорит назван от полуострова Лабрадор.

1.4. Характеристика основных видов цветных камней

Алмаз – по-гречески «адамас» – неодолимый, непревзойденный; впоследствии название трансформировалось в «адамант», «демант» и «диамант». Таким названием алмаз обязан своей высокой твердости, равной 10 – максимальной по шкале Мооса. Сравнительно высокая плотность алмаза $3,52 \text{ г/см}^3$ – играет важную роль для накопления его в россыпных шлихах наряду с другими тяжелыми минералами.

У алмаза высокий показатель преломления – 2,417 и столь же сильная дисперсия света – 0,044; именно эти свойства обуславливают «игру» бриллианта. Выше всего ценятся совершенно бесцветные прозрачные или чуть голубоватые алмазы (рис. 2).

Алмаз – это не только материал для ювелирной промышленности, многие другие отрасли используют алмазный инструмент. В частности, бурение скважин по очень крепким породам коронками и долотами, армированными как природными, так и синтетическими алмазами. Распиловка всех видов камней высокой и средней твердости, а также керамики и других прочных материалов производится с помощью алмазных отрезных кругов.

Шлифовка, огранка цветных камней и их полировка, а также обработка самих алмазов производится с помощью алмазных порошков и паст.

Основные месторождения алмазов сосредоточены в Южной Африке, Бразилии, Индии, а в конце 20-го столетия найдены крупные месторождения в Намибии, Танзании.

В 50-х годах прошлого столетия были открыты коренные месторождения алмазов в Якутии (рис. 3), а в конце 80-х начале 90-х годов того же столетия Ухтинской ГРЭ была открыта Девонская россыпь алмазов на Среднем Тимане Республики Коми.

Обработка алмазов (их огранка) сосредоточена, в основном, в Европейских странах: Бельгии, Голландии, Израиле, Турции, Армении. В России алмазы обрабатывают на Смоленской гранильной фабрике и в Якутии в незначительных количествах. Контролирует добычу алмазная корпорация «Де Бирс», расположенная в Лондоне.

Все алмазы ювелирного качества поступают в Лондон, где из них составляются *партии*, которые продаются целиком. Цена одной партии – не менее 10000 фунтов стерлингов. Синдикат (так называют в кругах специалистов корпорации «Де Бирс») поставляет исключительно сырье, т.е. необработанные алмазы, он не имеет гранильных фабрик. Дальнейшая распродажа и раздел партии алмазов производится либо непосредственными закупщиками на алмазных биржах (клубах), либо несколькими оптовыми торговыми фирмами. Алмазные биржи находятся в городах: Нью-Йорке, Амстердаме, Рамат-Гане (Израиль), а также в Йоханнесбурге (ЮАР), Лондоне, Милане, Париже, Вене и Идар-Оберштейне (Германия).

Через свою торговую систему «Алмазный синдикат» контролирует также маклеров, оказывая влияние на назначаемые ими цены. Такой порядок позволяет поддерживать цены на алмазы.

Алмазы, как валютный эквивалент, пережили все политические и экономические «бури» последних десятилетий. Производство алмазов в стоимостном выражении превышает 90% суммарного объема добычи ювелирных камней.

Самый крупный алмаз, найденный в ЮАР, был весом в 3106 карат. Из него было изготовлено более сотни бриллиантов, из которых самым крупным является «кулинан I» весом в 530,2 карат. Этот бриллиант украшает скипетр английского короля Эдуарда VII, хранящийся в сокровищнице Лондонского Тауэра. Его называют также «Звезда Африки».

Рубин – разновидность (группа) корунда (рис. 4). В шкале Мооса он стоит рядом с алмазом, но в твердости уступает ему в 140 раз, но рубин тверже в 7 раз топаза, следующего в шкале за ним. Химическая формула – Al_2O_3 (оксид алюминия). Цвет – красный, разных оттенков. Свое название рубин получил за красный цвет. Только в 1800 г. Было установлено, что сапфир и рубин являются разновидностями корунда. До этого рубином называли красную шпинель и гранат красного цвета (пироп).

Ювелирные рубины образуются преимущественно при контактовом метаморфизме доломитовых известняков.

Добывается рубин в основном из аллювиальных россыпей. Высокая плотность $3,97-4,05 \text{ г/см}^3$ позволяет обогащать речные песчано-галечные отложения путем промывки. Из полученного концентрата рубины отбираются вручную, потому что яркая окраска позволяет его ни с чем не спутать. В природе ювелирные рубины встречаются редко (1%). Более или менее значительные месторождения находятся только в Бирме, Таиланде, Шри-Ланке и Танзании.

В России коллекционные рубины открыты в прошлом веке на Полярном Урале (восточный склон) на р. Макару-Русь. В настоящее время этот карьер ликвидирован в связи с масштабной добычей хромитов в этом районе. Крупные рубины ювелирного качества встречаются реже, чем сравнимые с ними по величине алмазы. Самый большой ювелирный рубин был найден в Бирме и весил 400 карат.

На рынок ювелирных камней в основном поступают синтетические корунды, а иногда и их подделки из красного каленного стекла или граната.

Изумруд – группа берилла (рис. 5). Название «изумруд» от искаженного латинского «esmeralde» и греческого «smaragdos» означало «зеленый камень» и относилось к разным зеленым драгоценным камням.

Зеленая окраска обусловлена присутствием в его составе ионов хрома и иногда ванадия. Твердость изумруда 7,5-8, плотность $2,67-2,78 \text{ г/см}^3$.

Химическая формула изумруда – $Al_2[Be_3(Si_6O_{18})]$. Характерная особенность камня – повышенная хрупкость, чувствительность к сдавливанию и нагреванию, но по отношению к кислотам и другим реагентам он устойчив.

Изумруды хорошего качества образуются в пегматитах или вблизи них, но лучшие из них приурочены к гидротермальным жилам. Аллювиальные россыпи изумруда обычно не образуются из-за невысокой плотности (близкой к кварцу) и, как упоминалось, выше хрупкости.

Кварц и его разновидности

Кварц – самый распространенный минерал в земной коре. Иногда его называют «кожей планеты». Химическая формула – SiO_2 . Твердость по шкале Мооса 7, плотность $2,65 \text{ г/см}^3$. Блеск стеклянный, жирный, излом раковистый.

Разновидности кварца определяются по цвету:

Бесцветный – *горный хрусталь*, в котором выделяется пьезокварц – плотная бездефектная разновидность, используемая во многих отраслях науки и техники (пьезоэлементы, оптика и др.).

Фиолетовая разновидность – *аметист*, желтая – *цитрин*, дымчатая – *раухтопаз*, черная – *морион*.

Очень часто в кварце встречаются включения других минералов или агрегатов, например, рутила – это «волосатик» (рис. 6), черного турмалина (шерла), хлорита, актинолита, гетита, гематита и др. Это придает кварцу особые декоративные качества. Реже встречается самородное золото в прозрачном кварце, чаще золото встречается в кварцевых жилах.

Месторождения кварца распространены от западных до восточных границ России. Крупная хрусталеносная провинция находится на Приполярном Урале (район р. Кожим), где встречаются все вышеперечисленные разновидности горного хрусталя.

Добывается также *жильный кварц*, который отправляется для плавки, затем используется в промышленном синтезе кристаллов, а также изготовлении промышленных изделий (ламп, светильников, линз, химпосуды, труб, волокна и др.).

К группе кварца относятся большая группа скрытокристаллического халцедона. Разновидности халцедона довольно часто применяются в изготовлении ювелирных украшений, а также сувениров, резных работ. Халцедон широко и повсеместно встречается по всему земному шару. Название его произошло от греческого древнего города Халцедон на побережье Мраморного моря, важнейшего торгового центра на Босфоре.

Полосчатая разновидность халцедона – это агат (рис. 7), а параллельно полосчатая – это оникс. Бурая разновидность халцедона представлена сердоликом, зеленая – хризопразом, белая – кахолонгом. Обводненная разновидность халцедона ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) – это опалы. Самый дорогой из опалов – это благородный черный опал с эффектом радужной опалесценции.

Жадеит («жад») (рис. 8) – это название восходит ко времени покорениями испанцами Центральной и Южной Америки и обозначает, буквально, «пояс-

ничный камень». Через Европу это название распространилось по всему миру. Жад считался талисманом, лечащим болезни почек.

Благодаря спутанно-волокнутому строению войлокоподобных агрегатов жад чрезвычайно прочен. Жадеит бывает по цвету самых разных тонов – от бледно-зеленого до изумрудно-зеленого, однородного по составу и просвечивающего. Такой жадеит называют «жад-империал», ценится он очень высоко, иногда на уровне изумруда. Такая разновидность добывается в Бирме. В России есть два проявления ювелирного жадеита – это Пусьёрка и левый Кечьнель на Полярном Урале.

Нефрит – по-гречески *kerros*, что означает «почка» (рис. 9). Он еще более вязок, чем жадеит. Окраска разнообразна, но значительно уступает жадеитовой. По многим свойствам он схож с жадеитом, его твердость 6,5-6,0, а у жадеита 6,5-7, плотность 2,90-3,02 г/см³, у жадеита 3,30-3,36 г/см³.

Месторождения нефрита наиболее распространены в Новой Зеландии, Китае, Австралии, Бирме, Бразилии, Канаде, Мексике, Новой Гвинее, Тайване. В России качественный нефрит добывается в Иркутской области, где давно существует центр по его обработке. На Полярном Урале темно-зеленый нефрит добывают на массиве Рай-Из.

Малахит. Его химическая формула – $Cu_2(OH)_2 [CO_3]$. Малахит является основным карбонатом меди. Название дано за зеленую окраску, напоминающую цвет листьев мальвы и за малую твердость минерала (по-гречески *malakos* означает «мягкий»).

На обработанной, шлифованной поверхности малахита открывается узор из чередующих светлых и темных концентрических колец, прямых полос, шелковистых линий или рисунок более сложной конфигурации (рис. 10).

Иногда малахит образует тесное срастание с азурином – *азур-малахит*, реже с бирюзой и хризokolлой. Самые известные месторождения малахита находились на Урале вблизи Свердловска. Именно здесь добывался малахит для облицовки каминов, столешниц и ваз Малахитового Собора в Санкт-Петербурге. Уральские месторождения выработаны полностью, и сейчас на мировой рынок в больших объемах малахит поступает из Заира (по рисунку и качеству не уступающий уральскому).

Высоко ценится *глазчатый малахит* с тонкими концентрическими кольцами – «павлиний глаз». В настоящее время успешно решена проблема получения искусственного малахита, пригодного для ювелирных (недорогих) изделий.

Чароит – нежно-фиолетовый, темно- и светло-сиреневый минерал, открытый в 70-е годы прошлого столетия в Восточной Сибири на р. Чаре. В настоящее время это единственное месторождение сиреневого камня волокнистой текстуры шелковистого блеска. Окраска обусловлена присутствием ионов Mn^{3+} . Иногда в чароите вскрываются при распиловке эгериновые «астры» черного цвета размером от нескольких миллиметров до 10 см. В зависимости от состава вмещающих пород чароит представлен слюдоподобными или амфиболовыми (в контакте) разностями. Наложённые метасоматические изменения придают породе облик сливных слюдоподобных, амфиболовых, пегматитовых разностей.

Лазурит – химическая формула: $6Na[AlSiO_4] \cdot Ca_2[SO_4]S$, содержит серу – алюмосиликат натрия. Свое название лазурит получил от арабского *азул* – «небесно синий». Мелкие включения пирита в равномерно-окрашенном синем лазурите поднимают его цену.

Такой лазурит добывается в Афганистане и в Горно-Бадахшанской области. Более низкого качества – в России, в Забайкалье.

Амазонит, беломорит, лабрадорит – иризирующие полевые шпаты. *Амазонит* – зеленая разновидность; *беломорит* – светло-серая, белая с голубой иризацией; *лабрадорит* – черная с синей иризацией.

1.5. Разновидности аморфных форм камнесамоцветного сырья

Каждый минерал, в том числе самоцвет, характеризуется определенной структурой, химическим составом, а все они, за исключением незначительного числа самородных элементов, являются химическими соединениями.

Структурные и кристаллографические особенности самоцветов тесно связаны с их химическим составом и физическими свойствами. Все эти параметры имеют определенные общепринятые числовые характеристики – константы, установленные или измеренные для каждого минерала.

Особое (в том числе диагностическое) значение, для минералов имеют морфологические свойства: облик кристаллов, двойники, штриховка граней, механические: твердость, плотность, спайность, хрупкость, излом и др., а также оптические, в том числе кристаллографические: прозрачность, цвет минерала, цвет черты, блеск, светопреломление, двупреломление, плеохроизм, дисперсия света и др.

Помимо кристаллических форм среди цветных камней выделяют *класс аморфных*, которые в общей классификации разбросаны по группам. К ним относятся:

- ✓ гагат – плотная разновидность угля;
- ✓ обсидиан – вулканическое стекло;
- ✓ опал – водная разновидность халцедона;
- ✓ янтарь – затвердевшая смола ископаемых деревьев;
- ✓ жемчуг – арагонитовые слоистые округлые образования в раковинах;
- ✓ перламутр – скелет моллюска;
- ✓ коралл (черный, красный) – морские образования из микроорганизмов.
- ✓ кость мамонта – ископаемое, бивни мамонта.

Включения в цветных камнях – это часто встречающиеся факторы для природных камней, которые иногда снижают их качество и соответственно стоимость (алмаз, изумруд), а иногда повышают декоративные свойства (рутил, турмалин в кварце, насекомые в янтаре, дендриты в агатах и опалах).

1.6. Методы диагностики самоцветов

Минералы – самоцветы представлены в природе всеми оттенками семи цветов радуги: красного (рубин), оранжевый (крокаит), желтого (цитрин), зеленого (изумруд), голубого (топаз, лазурит), синего (сапфир), фиолетового (аметист, флюорит).

Цвет – один из важнейших диагностических свойств самоцветов. Появление на отечественном и зарубежном рынках вместе с природными самоцветами искусственных, обусловило необходимость дальнейшего совершенствования методов диагностики, поэтому в настоящее время применяется комплекс методов, основанных на их свойствах:

- ✓ Структурные свойства (рентгеновская аппаратура для непрозрачных камней).
- ✓ Кристаллографические свойства – с помощью прикладных и отражательных приборов гониметров (осевые отношения, углы, элементы симметрии, сингония).
- ✓ Химические свойства – с помощью химанализа.

Определение диагностических свойств:

а) твердость (набор пробирных игл);

б) оптические свойства (рефлектометром измеряется отражательная способность, микроскопом и бинокляром определяются высокодвухпреломляемые камни по ярко выраженному двоению ребер, смотря через площадку).

Широко используется фильтр Челси для определения спектра поглощения (минералы приобретают определенный цвет). Природный зеленый изумруд, поглощая свет в желто-зеленой области, представляется под фильтром густо красным. А к примеру, различные имитации изумруда (зеленого стекла турмалина, корунда) сохраняют в тех же условиях зеленый цвет (рис. 11).



Рис. 11. Полярископ Рейнера

Применяются также спектроскопы, с которыми работают как в проходящем свете, так и в отраженном. При этом непрозрачный или слабопросвечивающий камень (бирюза, жадеит) освещаются сильным источником света, а затем наблюдают через прибор, отражающий спектр (рис. 12).

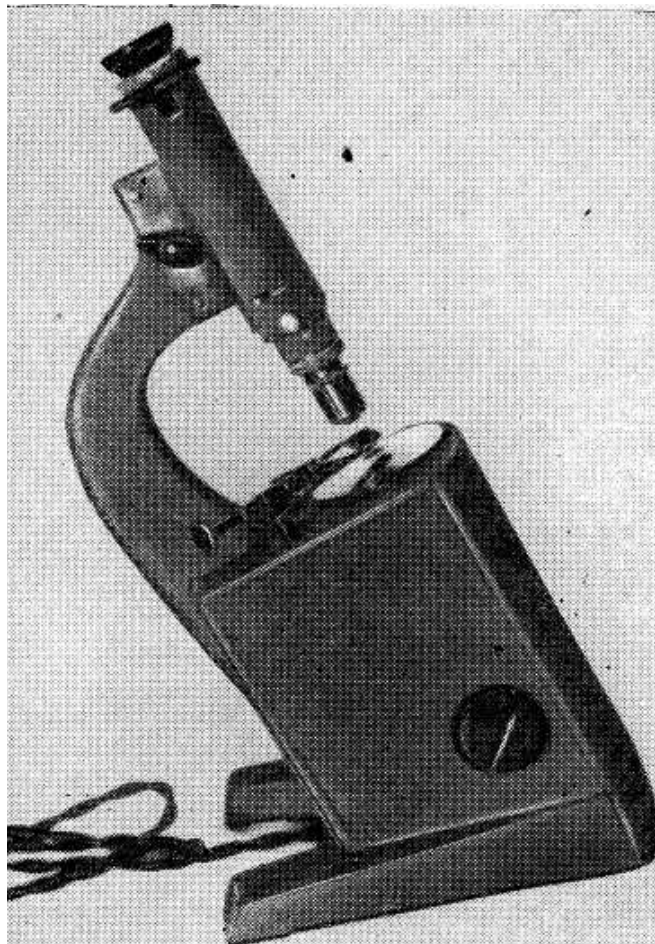


Рис. 12. Спектроскоп Гюбелина для ювелиров

Использование люминесценции при диагностике самоцветов базируется на характерном свечении, исходящем от камня под действием облучения с различными длинами волн. Применяется люминоскоп совмещено с микроскопом.

В последние годы для диагностики самоцветов используют электронные, а также ионные и молекулярные микроанализаторы, позволяющие определять элементарный состав вещества практически в любой точке камня, в том числе находящегося в оправе.

Не забыты также народные методы диагностики камней. К ним относятся методы, позволяющие без применения приборов отличить природные камни от их синтетических аналогов и имитаций.

Пример: теплопроводность горного хрусталя и стекла разная. Если подышать на диагностируемые образцы, то водяные пары гораздо быстрее исчезнут с натурального камня. Ощущение холода и тепла, исходящего от камня, дает возможность их отличить. Если погрузить в прозрачную воду природный аметист, то он поменяет окраску, в центре – яркий густой цвет, по окраине – осветленный, а синтетический аметист сохранит первоначальную равномерную окраску. Алмаз практически не смачивается водой, поэтому существует жировой метод его обогащения.

Метод Капли. Он метод основан на степени смачиваемости самоцветов. Для диагностики на обезжиренную поверхность камня наносится капля воды. У одних минералов она будет в виде шара, у других в виде полусферы, а у третьих – плоская. Существуют исключения, например у кварца и стекла капля воды растекается (рис. 13).

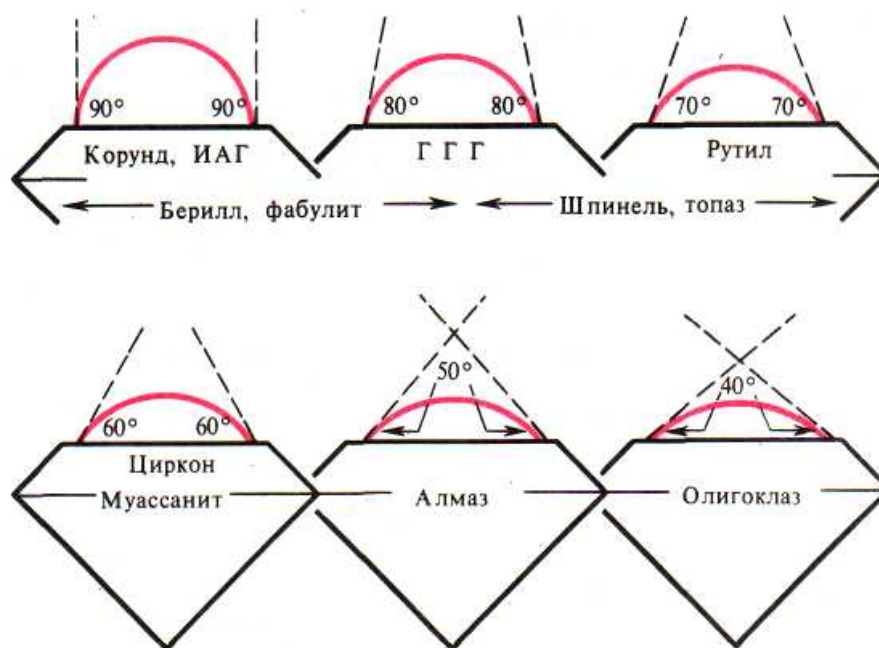


Рис. 13. Приблизительный контактный угол алмаза и его имитаций

Значения контактных углов, образуемых каплями дисциллированной воды на полированной поверхности различных ювелирно-ограночных минералов (табл. 2).

Метод диагностики самоцветов с помощью капли воды

Минерал	Контактный угол, град.
Корунд	94-86
Александрит	90-84
Гроссуляр	84-76
Фианит	90-70
Берилл	89-83
Топаз	80-69
Шпинель	84-64
Рутил	72-62
Циркон	67-60
Алмаз	55-47
Кварц, стекло	0

Глава 2. Лечебные свойства самоцветов

2.1. Лечебные свойства камней самоцветов

Издавна так сложилось, что не только декоративную роль играет тот или иной самоцвет, но и в разнообразной религиозной утвари, облачениях, во всевозможных культах камню приписывалась магическая сила.

Всеми доступными способами стремились люди защититься от негативных сил природы, и чем сильнее была опасность, тем ничтожней, беспомощней чувствовал себя человек перед лицом стихии, и тем сильнее было его стремление оградить себя магическими волшебными силами.

А какой же амулет может благотворнее повлиять на судьбу, как ни драгоценный талисман, излучающий таинственные, магические силы? И люди веками верили в эту магию.

Классической страной, где зародилась и широко распространилась вера в силу драгоценных камней, явилась Индия, именно та страна, где встречались самые редкие и красивые камни. В индийских руководствах по медицине (около 100 г.) камни считались лечебным средством.

В древней китайской медицине также в рецептуру лекарств входили все известные к тому времени драгоценные камни. Древние народы Месопотамии, вавилоняне и ассирийцы верили в силу камней-талисманов (от арабского *тилзам* – мираж, волшебная картина) и амулетов (от арабского *хамалет* – подвеска), спасающих от всевозможных напастей и опасностей, подстерегающих человека во тьме.

В древних египетских папирусах, датированных II тысячелетием до н. э., также имеются указания по применению минералов в качестве медицинских снадобий и по магической силе талисманов и амулетов. Лазурит, малахит, красная яшма и аметист – все эти камни якобы охраняли от злого рока, оберегали от невзгод и дарили счастье. Особенно сильной была вера в действенность амулетов, снятых с мумий. Ни один из народов не избежал этого влияния духа своего времени – веры в магическую силу камней.

«Каменная терапия» средневековья сохранилась до наших дней. Многие страны, в том числе и Россия, используют таблицу талисманов по знаку зодиака или месяцу рождения (таблица 3).

В некоторых странах официально действуют кабинеты *литотерапии*, где делается диагностика болезни и проводится лечение янтарем, нефритом, халцедоном, цирконом, горным хрусталем, сердоликом, гематитом, шунгитом.

В настоящее время выпускается как отечественная, так и зарубежная литература, посвященная лечебным и магическим свойствам [17].

Таблица 3

Талисманы по знаку зодиака и месяцу рождения

Месяц рождения	Название камней	Знак зодиака	Название камней
Январь	Гранат Розовый кварц	Овен 21.03 – 20.04	Красная яшма Карнеол
Февраль	Аметист Оникс	Телец 21.04 – 20.05	Карнеол Розовый кварц
Март	Турмалин Яшма	Близнецы 21.05 – 20.06	Цитрин Тигровый глаз
Апрель	Алмаз Горный хрусталь	Рак 21.06 – 20.07	Хризопраз Зеленый авантюрин
Май	Изумруд Хризопраз	Лев 21.07 – 22.08	Горный хрусталь Цитрин
Июнь	Жемчуг Лунный камень (беломорит)	Дева 23.08 – 22.09	Цитрин Желтый агат
Июль	Рубин Карнеол	Весы 23.09 – 22.10	Цитрин оранжевый Дымчатый кварц
Август	Оникс Сардоникс	Скорпион 23.10 – 21.11	Карнеол Сардер
Сентябрь	Перидотит Сапфир	Стрелец 22.11 – 20.12	Сапфирин Халцедон
Октябрь	Аквамарин Опал	Козерог 22.12 – 20.01	Оникс Кошачий глаз
Ноябрь	Топаз Тигровый глаз	Водолей 21.01 – 18.02	Бирюза Соколиный глаз
Декабрь	Циркон Бирюза	Рыбы 19.02 – 20.03	Аметист Аметистовый кварц

2.2. Влияние минералов на чакры человека

Важнейшими активными центрами, расположенными вдоль позвоночника, являются семь так называемых чакр. Они состоят из нервных узлов, кровеносных и лимфатических сосудов. *Чакры* – своеобразные аккумуляторы и одновременно генераторы биоэнергии Ци. Каждой чакре соответствуют определенные вибрации, например, цвет (длина волны) или звуки особой мантры (звуковые колебания). Нижние чакры (с первой по третью) резонируют с низкими частотами Земли, а верхние (с четвертой по седьмую) откликаются на высокочастотные колебания космоса.

Таким образом, человеческий организм рассматривается как открытая система, входящая в общую энергетическую систему Земля – Космос.

Индийские целители умели еще в древности воздействовать на чакры с помощью цветных камней (рис. 45), которые также обладают определенными частотными характеристиками. На больные места или чакры клали соответствующие камни. Ниже приводится список чакр с указанием стимулирующего влияния на них.

Влияние минералов на организм через чакры

1. Крестцовая чакра – снабжает энергией прямую кишку и опорно-двигательный аппарат, способствует воле к жизни, физической энергии, потенции; вызывает чувство уверенности и устойчивости.

Минералы: актинолит, гагат, дымчатый кварц, магнетит, окаменелое дерево, марказит, рутил, яшма.

2. Пупочная чакра – контролирует кишечник, почки и мочеполовую систему, ответственна за любовь к противоположному полу и чувственные удовольствия, сексуальность; в ней контролируются запасы половой энергии.

Минералы: алмадин, аметрин, желтый агат, магнетит, рубин, цитрин.

3. Чакра солнечного сплетения – влияет на печень, селезенку и остальные органы пищеварительной системы; связана с волей, управляет эмоциями и воображением.

Минералы: апатит, гагат, гелиодор, гетит, желтый агат, змеевик, лабрадорит, магнетит, оникс, пренит, родонит, рутиловый кварц, ставролит, сердолик, тигровый глаз, хризолит, цитрин, нефрит, жадеит.

4. Сердечная чакра – влияет на сердечно-сосудистую систему, грудную клетку, позвоночник и руки; вызывает любовь к людям, способствует открытости, чувственности, укрепляет волю к преобразованию мира.

Минералы: авантюрин, александрит, алмадин, бовенит, гелиодор, гелиотроп, диопсид, диоптаз, изумруд, лунный камень, магнетит, малахит, родонит, родохрозит, розовый кварц, рубин, селенит, хризоберилл, хризопраз, чароит, эвдиалит, нефрит, жадеит.

5. Горловая чакра – контролирует органы дыхания и слухового аппарата, кожные покровы; способствует самоутверждению в общественной и профессиональной деятельности, приносит чувство удовлетворения.

Минералы: аквамарин, апатит, бирюза, коралл, кошачий глаз, магнетит, молибденит, ставролит, чароит, янтарь.

6. Лобная чакра – влияет на органы головы; связана с мочевым пузырем и кишечником; помогает реализовать идеи, стимулирует активность в физическом мире.

Минералы: агат, азурит, аметист, кварц, малахит, магнетит, сапфир, сердолик, флюорит.

7. Теменная чакра – влияет на железы головного мозга; способствует развитию духовности, религиозности и связи с Высшими силами.

Минералы: алмаз, горный хрусталь, кварц, магнетит, морион, топаз, флюорит, циркон, чароит.



Рис. 1. 1 – овалный сапфир, 5,73 кар., Таиланд;
2 – звездчатый сапфир, 9,46 кар., Бирма;
3 – сапфир бриллиантовой огранки, 2,81 кар.



Рис. 2. Обработанный
синий бриллиант
(0,32 карата)



Рис. 3. Алмаз, Якутия



Рис. 4. Рубиновый кулон начала XX в. (Северная Индия) с добавлением золота, алмазов и жемчуга



Рис. 5. Изумрудное кольцо XIX в. украшено эмалью и инкрустировано золотом.



Рис. 6. Украшение из рутилового кварца – «волосатика»

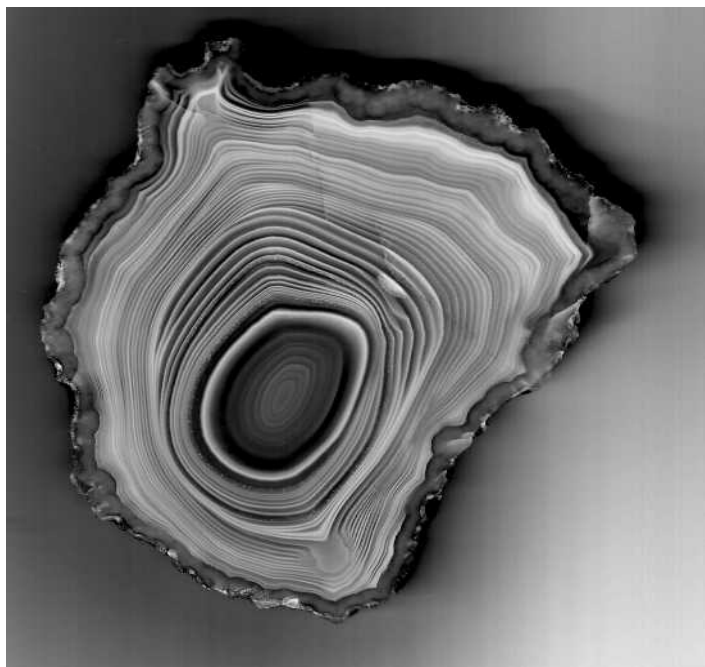


Рис. 7. Агат Тиманский



Рис. 8. Жадеит с прожилками хлорита



Рис. 9. Черный нефрит Эдвардса из Вайоминга, белый – из России



Рис. 10. Малахит и его изделия

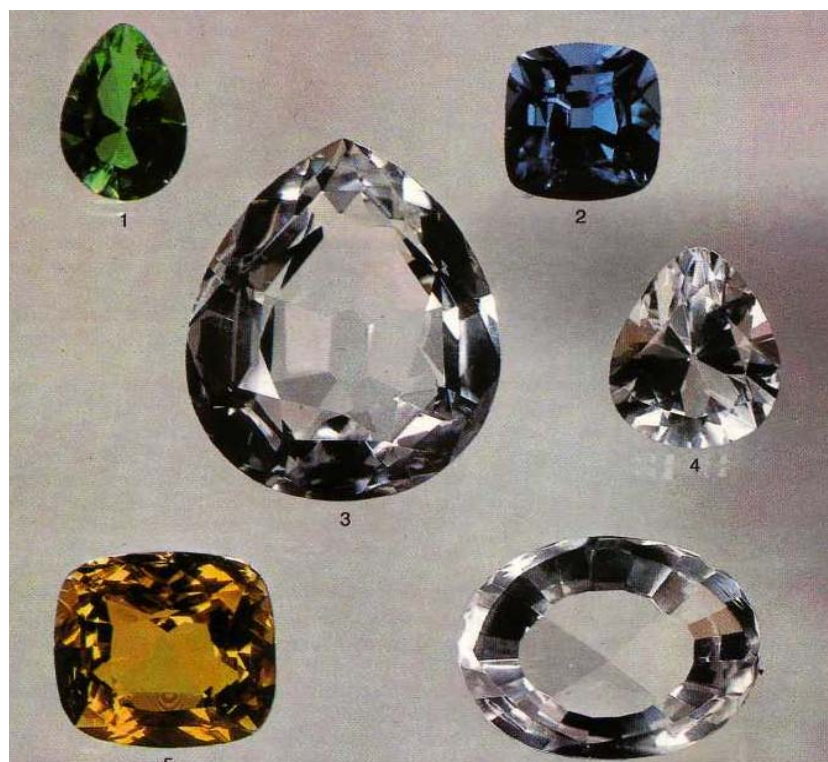


Рис. 17. Стразы исторических алмазов
 1 – «Зеленый дрезденский», 41 кар.; 2 – «Хоуп», 44,5 кар.;
 3 – «Куллинан - I», 530,2 кар. (самый большой ограненный алмаз в мире);
 4 – «Санси», 55 кар.; 5 – «Тиффани», 128,51 кар.;
 6 – страз, имитирующий бриллиант «Кохинор», 108,93 кар.



Рис. 36. Кубок и ваза из чаройта



Рис. 37. Мозаичная картина из различных видов цветных камней (офикальцит, змеевик, нефрит, яшма, лазурит и др.)



Рис. 38. Мозаика флорентийская.
П.П. Бажов



Рис. 45 Изделия из полудрагоценных камней
(из коллекции М.И. Фомина)

Глава 3. Самоцветы Севера Урала и Тимана

3.1. Цветные камни Севера Урала и Тимана

Из истории известно, что Европейский Север привлекал исследователей с давних времен. В 1491 г. Царем Иваном III была послана экспедиция, которая на р. Цильме открыла медь, серебро и золото. Из меди, выплавленной в районе р. Рудянка (приток р. Цильма), чеканились первые медные монеты на Руси.

Тогда в низовьях ручья Заводского, впадающего в р. Цильма в 8 км выше устья р. Рудянки, был открыт большой по тому времени медеплавильный завод. Цилемский завод проработал несколько лет. За время его существования (и в более поздние годы) из цилемской руды было выплавлено 25600 тонн металлической меди.

В XVII в. специальные экспедиции добывали слюду и горный хрусталь на Полярном Урале, выискивали самоцветы. С XIII в. стала известна нефть на р. Ухте, а в 1745 г. Ф. Прядунов построил первый нефтеперегонный завод. Это была пора рудознатцев.

В более поздний период на Европейский Север направились комплексные экспедиции, которые непосредственно занимались геолого-съёмочными и поисково-разведочными работами на цветные камни.

Работами НПО «Союзкварцсамоцветы» были открыты месторождения всех разновидностей горного хрусталя, агатов Северного Тимана.

Систематические работы сотрудников Института геологии Коми филиала АН СССР накопили новые сведения о самоцветах.

Специалистами объединения «Полярноуралгеология» были открыты и изучены яшмы на Пай-Хое (Полярный Урал, р. Кара), месторождения нефрита, жадеита в районе хребта Рай-Из (Полярный Урал), а также рубинов на реке Макар-Рузь.

В 1987-1991 гг. проводились поиски алмазов на Умбинском кимберлитовом поле. Была открыта девонская россыпь Ичетью, представленная слабосцементированными гравелитами, конгломератами, песчаниками. Разрабатывалась россыпь в 90-е годы прошлого столетия, где от 75 до 90% алмазы являются ювелирными. Более сотни ограненных алмазов инкрустированы в Герб Республики Коми, хранящийся в одном из банков г. Ухты. Подробную информацию о самоцветах Севера Урала и Тимана можно получить из литературы [7].

3.2. Типы месторождений камнецветного сырья и способы их добычи

По происхождению материнских пород различают: магматогенные, осадочные, метаморфогенные.

С практической точки зрения целесообразно делить месторождение цветных камней на первичные, залегающие в месте своего образования, и вторичные (переотложенные в другом месте).

В первичных месторождениях камни отличаются хорошей сохранностью, но продуктивность этих месторождений не слишком велика. Приходится удалять много пустой породы, а при удалении (дроблении породы) значительная часть кристаллов разрушается на их обломки. В процесс естественного разрушения пород, их переноса, образуются россыпи. В зависимости от источника переноса они могут быть богатыми и бедными. В любом случае из россыпи цветные камни добываются при меньших затратах, нежели из коренных (первичных), а качество кристаллов не уступает первичным, потому что слабые разрушаются на обломки при переносе.

Многие месторождения цветных камней были обнаружены случайно при проведении геолого-съемочных, разведочных работ на другие виды полезных ископаемых.

До сих пор во многих странах мира поиски камнесамоцветного сырья ведутся не систематически (кроме алмазов), простейшими средствами, без применения современной техники и при отсутствии соответствующей научной базы.

Горнодобывающие предприятия по эксплуатации месторождений цветных камней называют *рудниками, приисками и копами*.

Во многих африканских странах помимо механизированной добычи применяется *старательская добыча*: копаются ямы, траншеи, канавы и с помощью плетенных корзин, мисок, тазов промывается рыхлый материал. Сортировка и сбор цветного камня проводится визуально, вручную.

При шахтном способе добычи обогащение породы проводится на поверхности. В Кожимской хрусталеносной провинции кварц и его разновидности добываются из штолен, канав, пройденных взрывным способом. Выемка кварца производится вручную, с помощью перфораторов, подручных средств из занорышей и гнезд.

Глава 4. Синтетические цветные камни

4.1. Способы выращивания синтетических камней

При незначительных запасах природного камня, но большой потребности в самоцветах при высокой их стоимости вызвано стремление создать эквивалентные или искусственные заменители. Первые безуспешные попытки этого делали еще алхимики средневековья. Подлинно научные открытия в области синтеза самоцветов были сделаны на рубеже XIX и XX вв. Они связаны с именем французского ученого химика М.А. Вернейля. По его методу (плавление в пламени в печи Вернейля) в настоящее время производится большинство искусственных рубинов, сапфиров, шпинели.

Первые эксперименты по синтезу алмаза в России были проведены в 1823 г., а затем в Англии в 1880 г. Промышленный синтез алмазов массой не более 0,1 карат начат в США с 1955 г. компанией «Дженерал Электрик». В СССР (г. Киев) в 1970 г. Были синтезированы алмазы массой 1 карат и выше.

Синтез цветных камней производится тремя способами:

1. Автоклав – толстостенный герметичный сосуд, в котором при нагревании создается высокое внутреннее давление (рис. 14). Исходный материал сначала растворяют в надкритическом растворе, а затем он нарастает на затворочные кристаллы. Этим способом синтезируют кварц, изумруд.

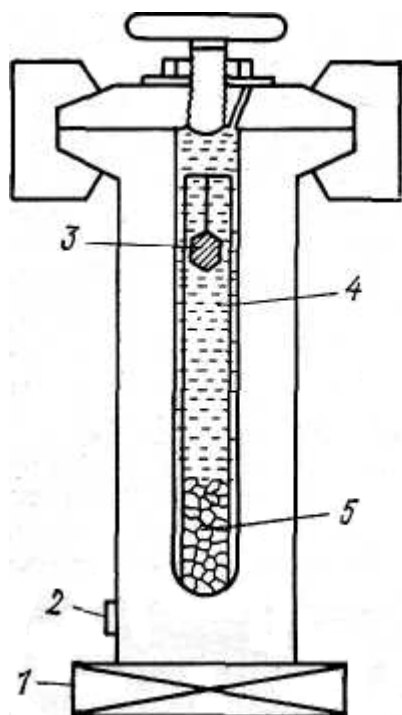


Рис. 14. Автоклав для гидротермального синтеза кристаллов кварца и изумруда

- 1 – нагреватель;
- 2 – термopара;
- 3 – затравка кристалла;
- 4 – надкритический раствор;
- 5 – источник материала (шихта)

2. Печь Вернейля. Кислородно-водородная газовая печь предназначена для выращивания буль синтетического корунда, шпинели, титанита стронция, рутила методом плавки в пламени при температуре 2200°C (рис. 15, 15а).

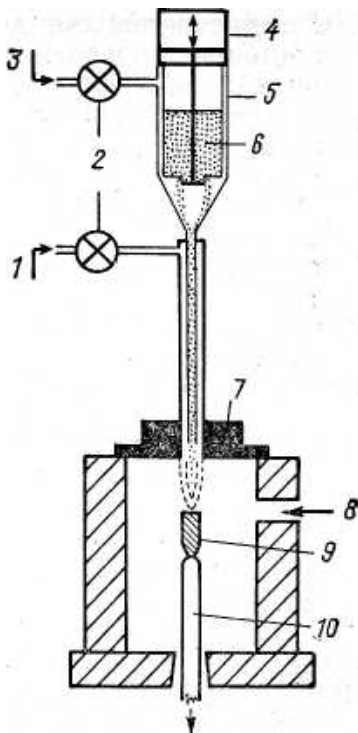


Рис. 15. Упрощенная схема печи Вернейля

- 1 – водород;
- 2 – регуляторы подачи газа; 3 – кислород;
- 4 – вибратор; 5 – бункер; 6 – порошок глинозема;
- 7 – изоляция (огнеупорные кирпичи);
- 8 – смотровое окно;
- 9 – буля; 10 – подставка

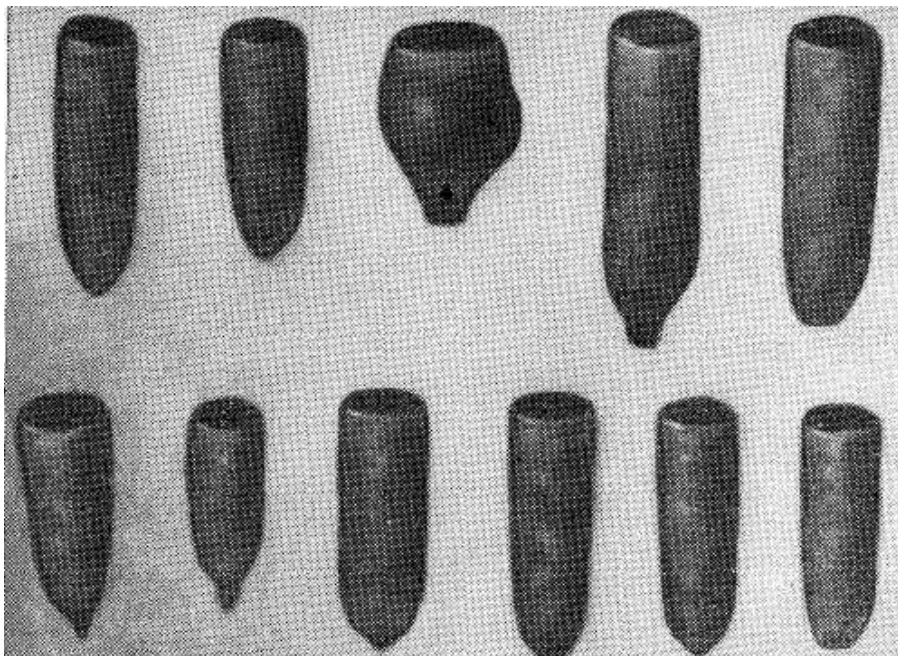


Рис. 15а. Були синтетического корунда и шпинели, выращенные методом Вернейля

3. Метод выращивания кристаллов из раствора в расплаве. При этом методе сначала исходный материал растворяют во флюсе. Затем затравки синтезируемого материала опускают в расплавленный флюс и начинают понижать температуру. С уменьшением температуры расплава флюс становится перенасыщенным компонентами растворенного в нем синтезируемого материала, и на затравках начинается отложение вещества.

На рисунке 16 два основных компонента изумруда (окись бериллия и окись алюминия) вместе с окрашивающей добавкой растворяют в плавне (растворителе) молибдата лития, а куски третьей составляющей (кварца) плавают на поверхности расплава.

Также этим методом выращивают кристаллы изумруда, шпинели, кварца, александрита и гранатов (рис. 16).

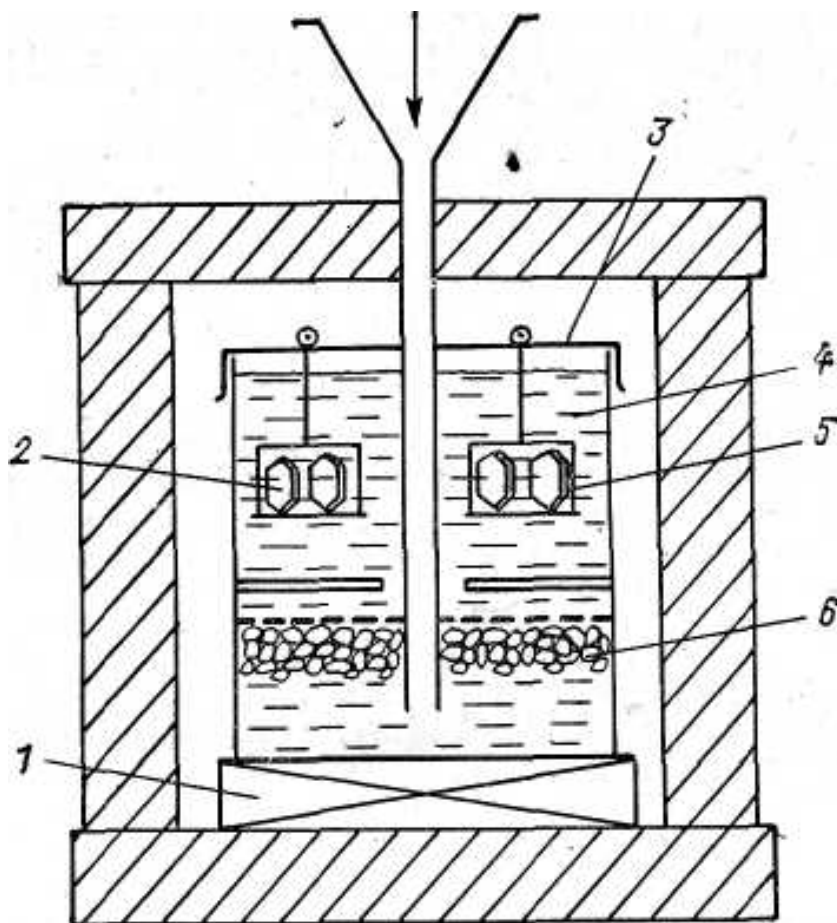


Рис.16. Схема установки для выращивания синтетических кристаллов изумруда методом раствора в расплаве

- 1 – нагреватель; 2 – затравки кристаллов;
- 3 – платиновый контейнер; 4 – растворитель;
- 5 – платиновые держатели; 6 – источник материала (шихта)

4.2. Имитация цветных камней. Стразы, дублеты

Если синтезированные камни имеют тот же химический состав, структуру, физические свойства, как и их природные аналоги, то *имитации* имеют лишь внешнее сходство. По составу, строению и свойствам это абсолютно другие камни. Их иногда и камнем назвать трудно, так как изготовлены без применения обработки – это обычная штамповка в соответствующих формах и материальном служит плавленное цветное стекло, пластмасса, различные смолы и реагенты. Стразы – это копии каких-то известных ограненных камней, например алмазов (бриллиантов), рубинов, шпинелей. Выполнены они могут быть из синтетических камней или же из материала имитаций (рис. 17).

Другое дело, когда из двух или из трех природных камней формируется одна вставка в ювелирное изделие. Верхняя прозрачная часть, как правило из прозрачного камня, приклеивается к цветной части, которая придает нужный цвет, а поясок (рундист) – это место склеивания, находится в оправе, поэтому внешне очень трудно определить подделку (рис. 18).

Дуплет – это составной камень из 2-х разных самоцветов.

Триплет – это вставка между природными камнями искусственного или естественного происхождения.

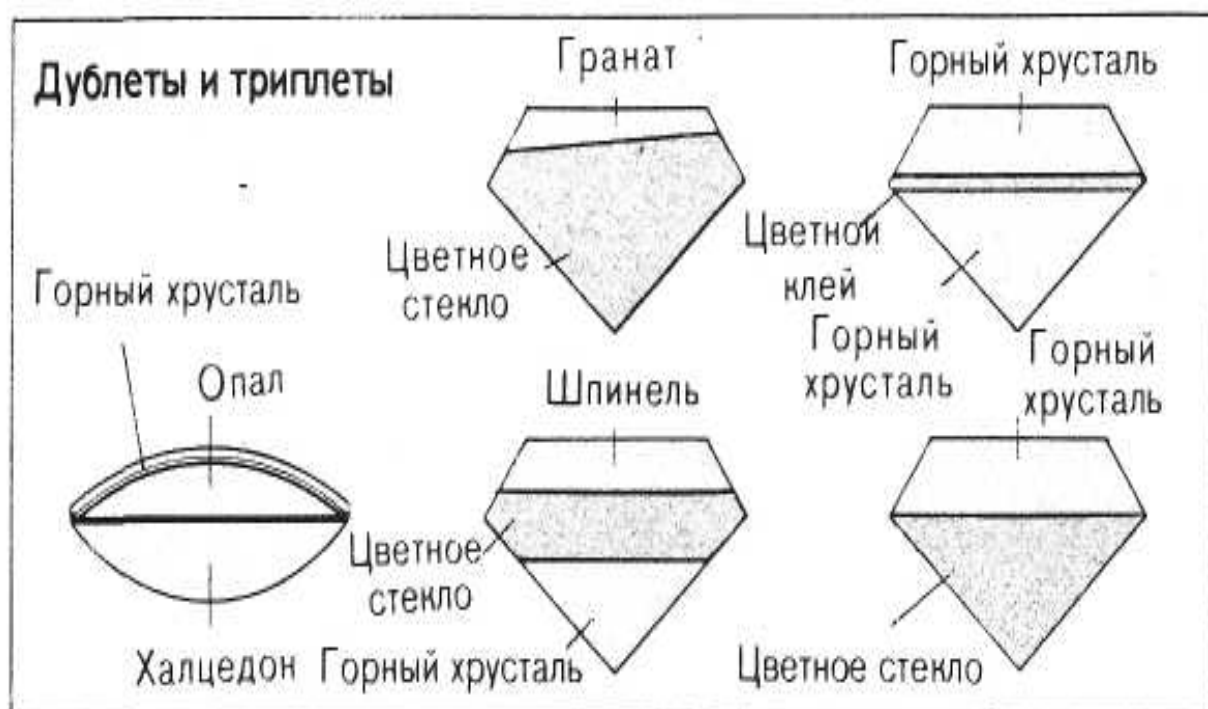


Рис. 18. Дублеты и триплеты

4.3. Изменение физических свойств цветных камней (облагораживание)

Не всегда в природе встречаются самоцветы, пригодные по цвету, блеску, характеру рисунка и другим свойствам для ювелирного дела, особенно в огранку. А их некондиционные сорта (слабоокрашенные, с неярко выраженным рисунком и др.) распространены довольно широко. Кроме того, некоторые цветные камни со временем и при воздействии на них внешних условий (солнечных лучей, агрессивных растворов и т. д.) теряют первоначальную окраску.

Различные методы сохранения и усиления окраски, цвета известны с глубокой древности, и открывались они, чаще всего, случайно.

Случайно уроненная серьга из раухтопаза в тесто, из которого выпекали хлеб, после ее обнаружения превратилась в цитрин. Оставленные людьми у костра на ночь цветные камни (из-за отсутствия времени их рассортировать) частично мутнели и обесцвечивались, а те, которые попали в угли или были очень близко от огня, поменяли цвет или осветлились.

Случайно попавшие в ржавую воду светлые полосчатые агаты, затем долго «просыхали» под палящем солнцем, меняли свою окраску, приобретали бурый, красноватый или коричневый цвет.

Промышленная окраска в Германии производилась уже в XVIII веке. В Россию первые цветные агаты попали из Германии, но выдавались они за карнеол (сердолик), хризопраз (зеленый халцедон), черный оникс и др. Их окраска (пропитка) с последующим прокаливанием проводилась растворами железа, хрома и никеля.

В последние десятилетие специалисты, хорошо изучив природу окраски, широко развернули работы по облагораживанию камней. Используются новые физико-химические методы. Применяются нейтронные и гамма-облучения, сочетания облучения и обжига.

Глава 5. Обработка геммологического сырья

6.1. Распиловка и шлифовка самоцветов

Уже отмечалось, что при археологических раскопках древних захоронений находят обработанные цветные камни. Первоначально обработка производилась вручную, путем обтесывания лишнего материала, а потом – шлифовкой абразивными естественными материалами. С изобретением колеса камнеобработка стала приобретать элементы механизированной распиловки и шлифовки.

В настоящее время в Китае можно увидеть, как на ярмарках самоцветов мастера демонстрируют древний способ распиловки и шлифовки цветных камней на деревянных станках с применением абразивных порошков.

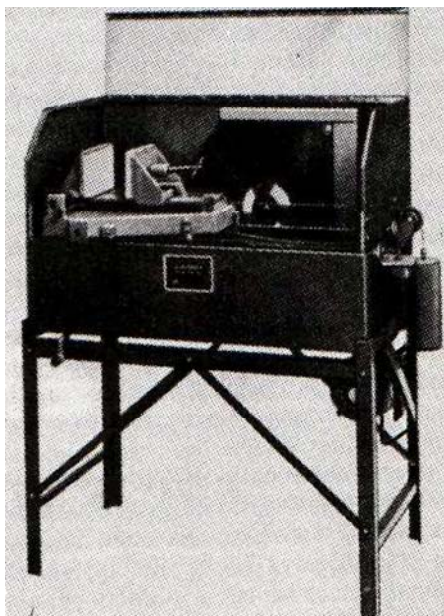


Рис. 19. Камнерезный станок с отрезным диском диаметром 450 мм с поднятым кожухом

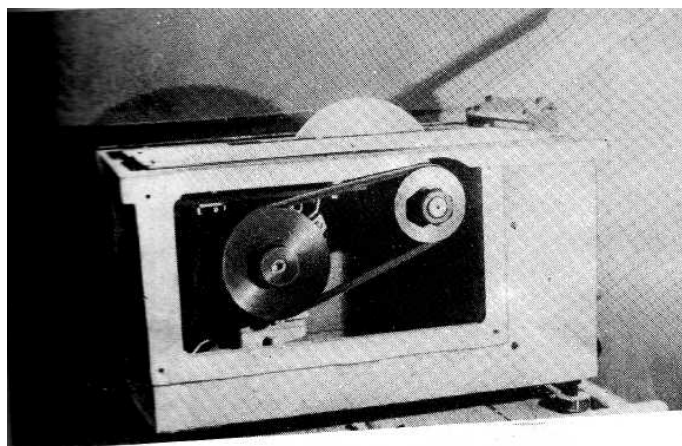


Рис. 20. Камнерезный станок СКРН-1

В настоящее время распиловка цветного камня производится на станках. Режущим инструментом является тонкий алмазный отрезной круг с различной зернистостью напыления, разной толщиной кромки, а также диаметром круга. Диаметр зависит от размера распиливаемых образцов (рис. 19, 20).

По условиям работы камнерезные станки могут быть стационарными, передвижными, переносные.

По массе: легкие, средние, тяжелые.

Распиловочный инструмент делится на:

- ✓ штрипсовые (полосовые пилы);
- ✓ гладкие металлические для распиловки со свободным абразивом;
- ✓ алмазные штрипсовые;
- ✓ твердосплавные штрипсовые;
- ✓ дисковые алмазные отрезные круги.

В зависимости от твердости и размера камня диски могут быть разного размера: от зубных колесиков, которые используют резчики по камню, до двухметрового диаметра для распиливания блоков камня на плиты («фанеру»). Число оборотов двигателя камнерезного станка также зависит от твердости, однородности, вязкости, спайности и других свойств. При распиловке алмазов применяется своя технология, отличимая от всех остальных цветных камней.

Тончайший гладкий круг из вязкого мягкого металла диаметром 70-75 мм, зажатый жестко между двумя фланцами, вращается со скоростью 10 тыс. об/мин. При таких оборотах тончайший круг приобретает жесткость. Зажатый в цангу алмаз с помощью шарнирного устройства подается медленно на вращающийся круг. В точку соприкосновения круга с алмазом через дозатор выдавливается алмазная паста. Мягкий металл круга захватывает пасту, которая втирается в его поверхность за счет большой твердости и острых углов мельчайших зерен алмаза и таким образом медленно распиливает кристалл алмаза.

Однокартанный алмаз (диаметр 5-6 мм) распиливается 4-6 часов. Охлаждающей жидкостью при распиловке цветных камней является вода, но иногда применяют эмульсию и масло веретенное или трансформаторное (для закрытых станков) (рис. 21).

Шлифовальные станки по назначению:

- ✓ для шлифовки плоских и простых криволинейных поверхностей;
- ✓ для криволинейных поверхностей токарного типа;
- ✓ для изготовления шаров, круглых бус;
- ✓ для обработки кабошонов;
- ✓ галтовочные (барабанного и вибрационного типа);
- ✓ ограночные (делительные головки);
- ✓ шлифовальные – гравировальные бормашины обычные или ультразвуковые.

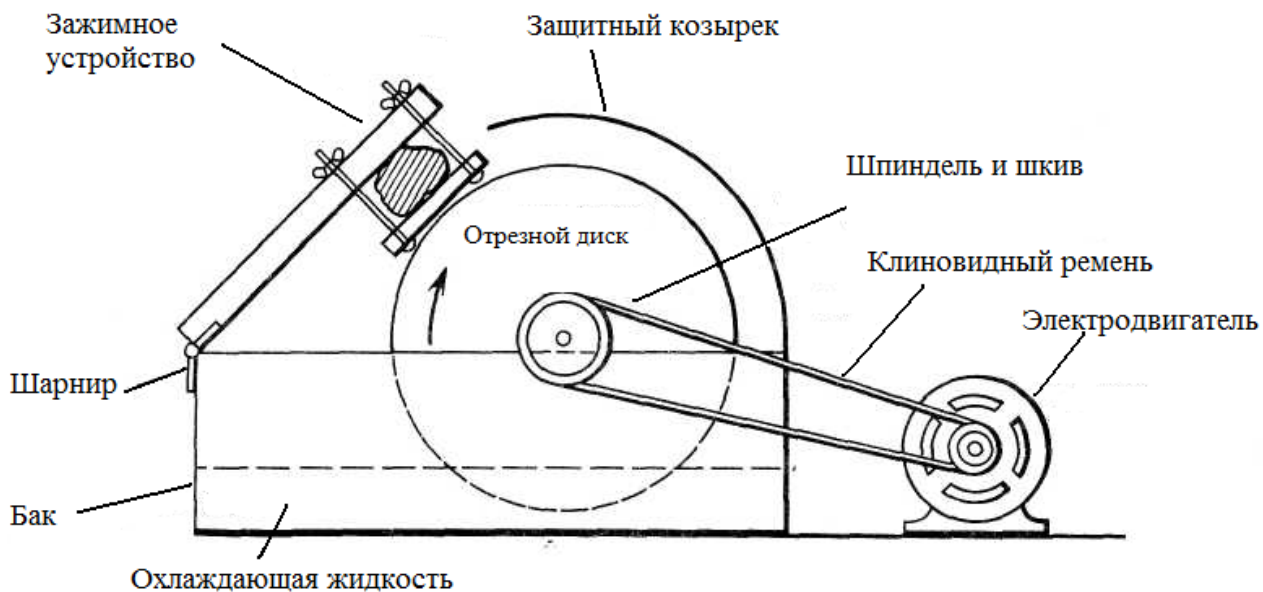


Рис. 21. Камнерезный станок (кинематическая схема)

Шлифовальные круги могут быть:

- ✓ обычные наждачные круги;
- ✓ чугунные: плоские продольные;
- ✓ армированные алмазным порошком. По конструктивному устройству они могут быть горизонтальными и вертикальными.

Абразивные порошки, пасты различают по зернистости:

- ✓ Обдирочные (крупнозернистые);
- ✓ Шлифпорошки (среднезернистые);
- ✓ Микропорошки (мелкозернистые).

Абразивные порошки могут быть природные и синтетические.

1. Природные:

- ✓ кварцево-кремнистые;
- ✓ гранатовые;
- ✓ корундовые;
- ✓ алмазные.

2. Синтетические:

- ✓ эльбор (карбид бора) – порошок имеет черные цвет;
- ✓ карбид кремния – зеленый;
- ✓ электрокорунд – может быть белым, хромистым и коричневым;
- ✓ алмазный синтезированный.

По твердости абразивные порошки маркируются:

- ✓ ЧМ – чрезвычайно мягкие;
- ✓ ВМ – весьма мягкие;

- ✓ М – мягкие;
- ✓ СМ – средне мягкие;
- ✓ С – средний;
- ✓ СТ – средне твердый;
- ✓ Т – твердый;
- ✓ ВТ – весьма твердый;
- ✓ ЧТ – чрезвычайно твердый.

Эта маркировка указывает не на твердость абразива, а на прочность связываемого материала.

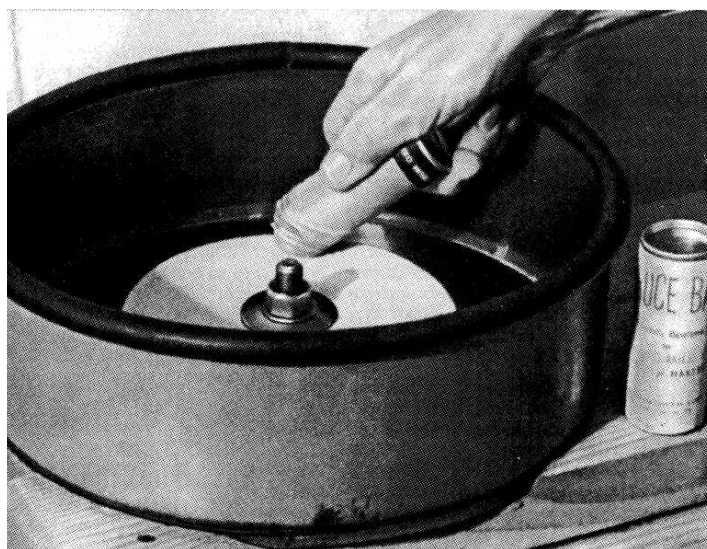


Рис. 22. Шлифовальный станок

Связывающий материал может быть органическим (вулканитовая, эпоксидная связка) и неорганическим (керамическая, металлическая связки).

Процесс шлифовки – это придание поверхности камня заданной плоскости и снятие неровностей после распиливания или скалывания для последней полировки. *Полировка* – придание поверхности камня блеска, отражательной способности света. Чем однороднее и тверже камень, тем качественнее получается полировка.

5.2. Полирующие и полировальные материалы

Самый распространенный полирующий материал – это двуокись хрома Cr_2O_3 – зеленый тонкозернистый порошок, легко растворяющийся в теплой воде. Применяется для полировки больших поверхностей.

Разновидности полировочного материала:

- ✓ оксид алюминия – отмученный глинозем;
- ✓ алмазный порошок, алмазные пасты;
- ✓ диоксид церия – желтовато-розовый порошок, растворимый в кислотах, применяется в основном при огранке самоцветов;
- ✓ оксид железа (крокус) – идентичен по составу гематиту;
- ✓ диоксид кремния (трепел) – белый или слабо коричневый порошок;
- ✓ диоксид олова – применяется редко, так как слабо абразивен;
- ✓ диоксид циркония – красновато-коричневый порошок.

В качестве полировальных материалов применяются: войлок, сукно, кожа, брезент, дерево, оловянные круги, фетр, пластиковые круги. Полировальные круги (как и пасты, порошки) должны быть изолированы от попадания грязи, пыли, других более грубых порошков.

Время и качество полировки зависит от многих факторов: твердости и однородности камня, полирующего и полировального материала, доводки на микропорошках, скорости вращения круга, нагрузки на камень, качества и чистоты полирующего круга, а также размера камня и времени полировки.

5.3. Огранка геммологического сырья

Первый этап в огранке – это *подготовка сырья*, в которую входит распиловка, обточка, приближающая форму камня к его окончательному виду – *шлифовке*, т.е. нанесению граней и их полировке. У ограненного камня три части: верхняя площадка, корона, павильон (низ камня). Разделяет верхнюю и нижнюю части камня – *рундист* – узкая необработанная полоска. Место схождения граней в нижней части называется *шип* у круглых камней и *калетта* у прямоугольных (рис. 23).

Гранится камень в два этапа. Сначала в соответствующую оправку наклеивается верхняя часть и гранится до полировки, затем камень перекрепляют, центрируют и гранят верхнюю часть или наоборот. Большой разницы в последовательности нет.

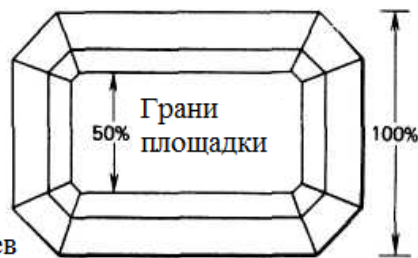
Существует две основные разновидности огранки: бриллиантовая и изумрудная или ступенчатая. Все остальные являются производными от них и называются *фантазийными* (рис. 23).

Принцип ограночного устройства, который в настоящее время пользуются большинство любителей и профессионалы, – а также с помощью опорной втулки, показан на рис. 24.

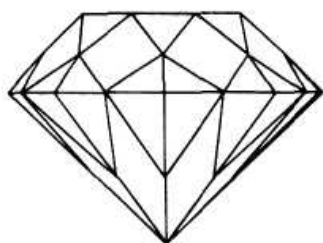
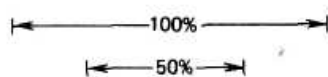
Стандартная бриллиантовая огранка



Изумрудная или ступенчатая огранка



Коронка



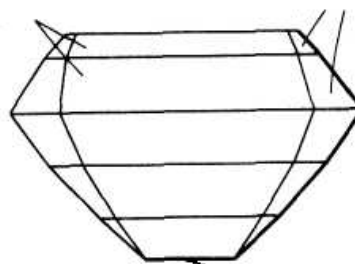
Шип

Рундист

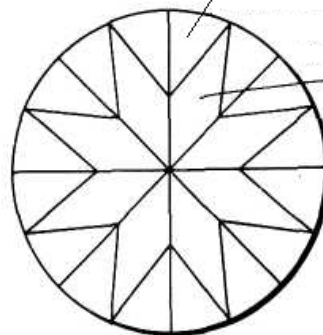
Вид сбоку

Боковые грани коронки

Угловые грани коронки



Нижние опоясывающие грани



Павильон

Угловые грани павильона

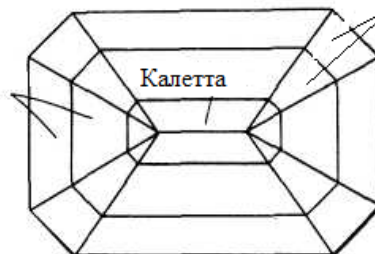


Рис. 23. Бриллиантовая и изумрудная или ступенчатая огранка

На предприятиях с большими объемами работ применяют ограночные станки. Они могут быть стационарными или переносными.

Планшайбы (шлифовальные круги) при огранке применяют как со свободным абразивом, так и закрепленным. При работе с кругами из мягких металлов (олово, латунь и др.) на них наносятся риски для удержания абразивного материала. Охлаждающая жидкость – от простой воды до масел и смол (при огранке алмазов).

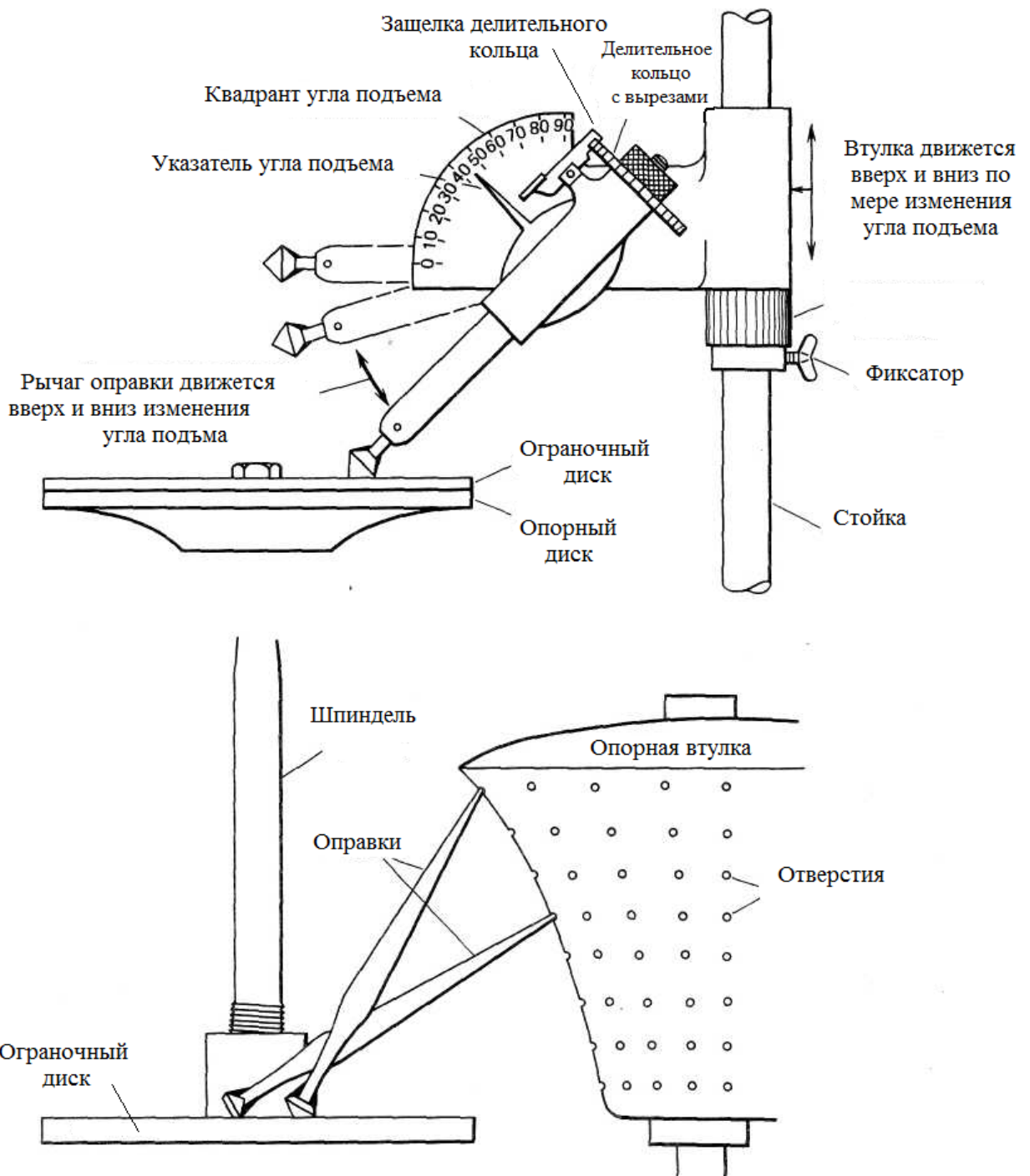


Рис. 24. Ограничное устройство.

Принцип действия «механической головки» и опорной втулки

В настоящее время самым распространенным инструментом (кругом) являются алмазные круги большого диаметра разделенные на три зоны:

- ✓ периферийные – обдирка;
- ✓ средняя – шлифовка;
- ✓ ближе к центру – зона полировки (рис. 25).

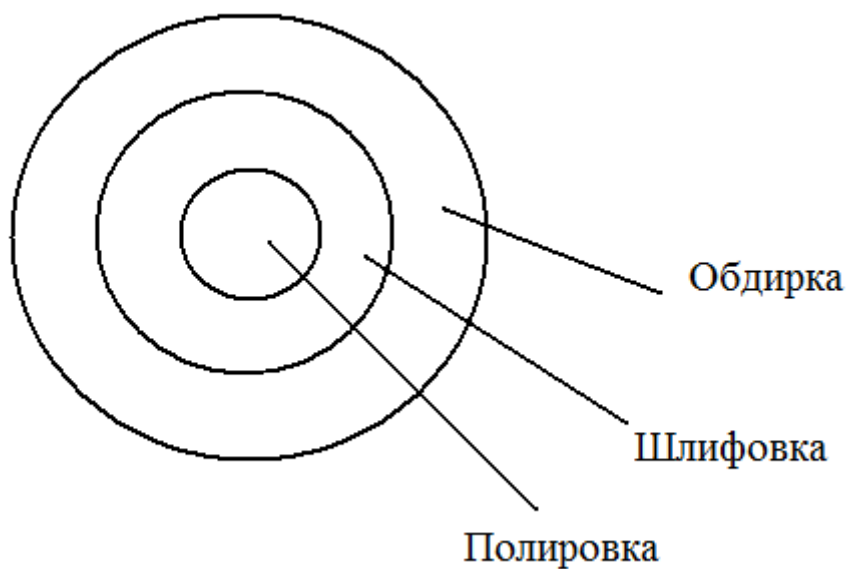


Рис. 25. Алмазный круг для огранки камней (вид сверху)

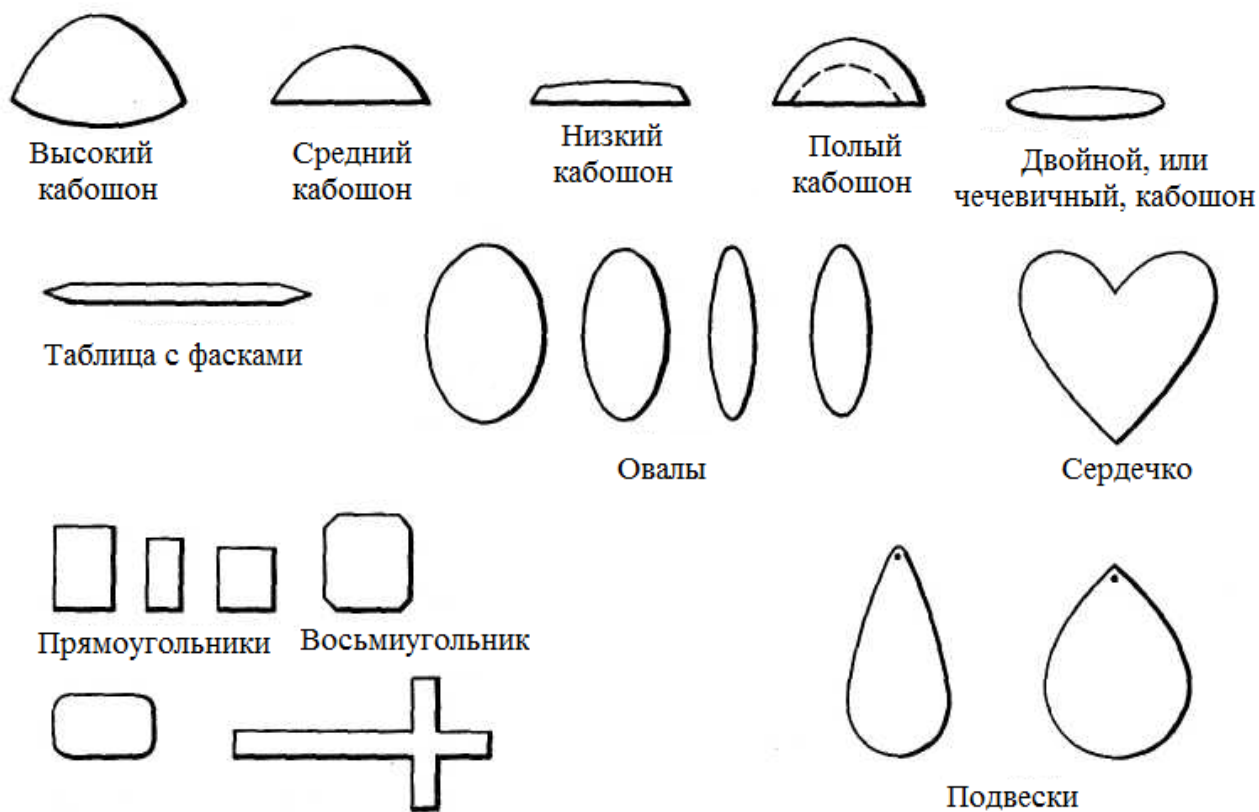


Рис. 26. Различные формы кабошенов

5.4. Изготовление шаров и бус круглого сечения

Среди наиболее очаровательных изделий камнеобработки можно назвать шары из различных ювелирно-поделочных камней.

Изготовление шара начинается с заготовки – куба заданного размера. Затем отпиливаются все ребра у куба желательно по шаблону (рис. 27). Полученный многогранник представляет теперь заготовку шара готовую к обдирке.

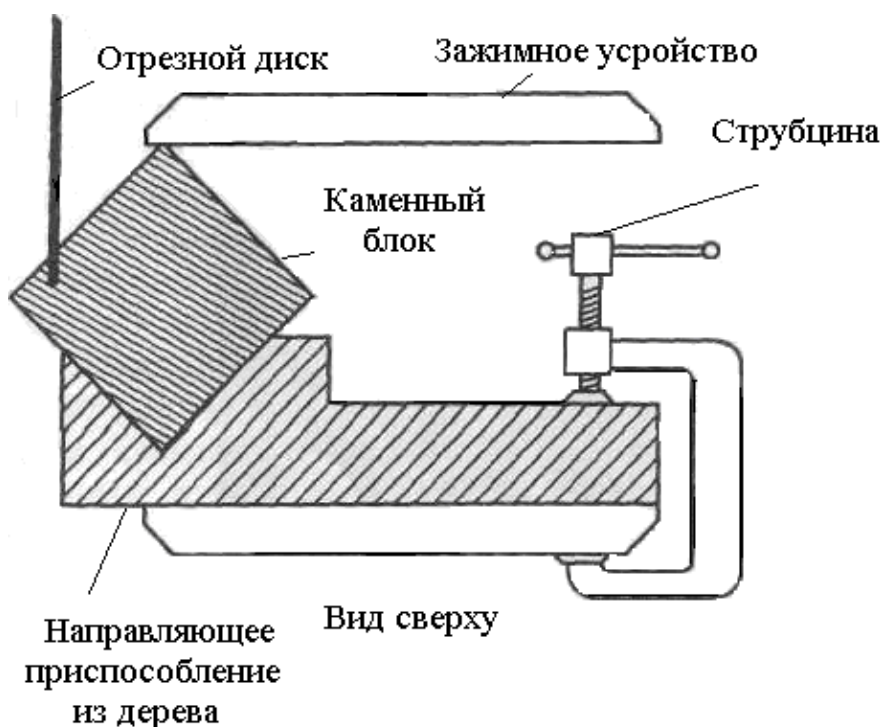


Рис. 27. Деревянный кондуктор для опилования заготовок шаров

Обдирка шаровой заготовки производится на шлифовальных станках с кругами размером 250 мм и более. Затем производится профилирование шара. Профилирование производится на простых устройствах, изготовленных из труб или на станках (рис. 28).

Шаровая заготовка помещается между двумя отрезками труб, находящими под углом друг к другу, один из которых удерживается рукой. Нижняя труба навинчена на вал вертикального или горизонтального станка и вращается с небольшой частотой. Делая верхней трубой вращательные движения по поверхности шара и в тоже время заставляя его вращаться, сошлифовываются все выступающие места, а применяя свободный абразив, в результате получается совершенно круглый шар.

Шлифовка и доводка производятся с дальнейшей полировкой в тех же устройствах, но меняется зернистость абразива. Изготовление круглых бус производится на станках с помощью профильных кругов (ручьев) заданного сечения (рис. 29).

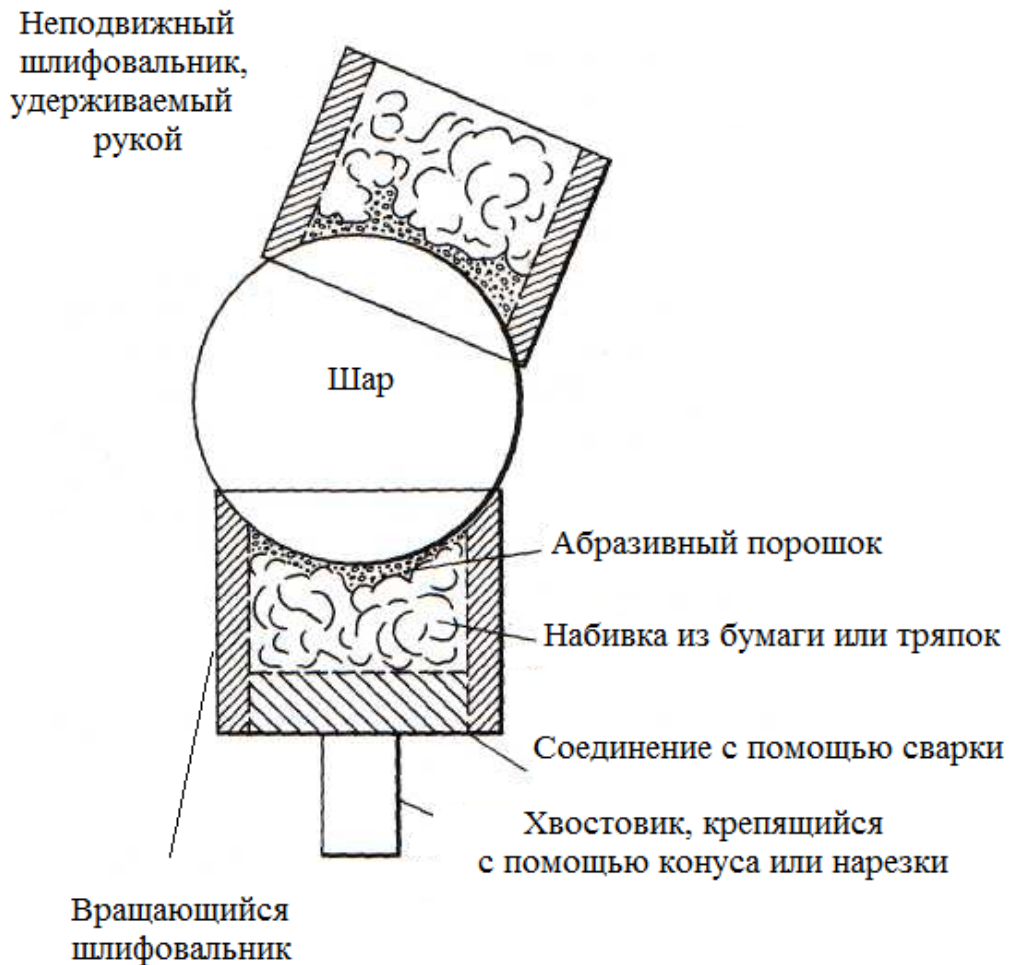


Рис. 28. Шлифовальники для шаров

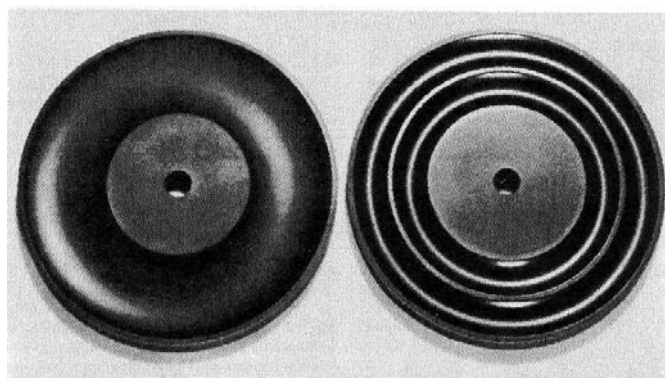
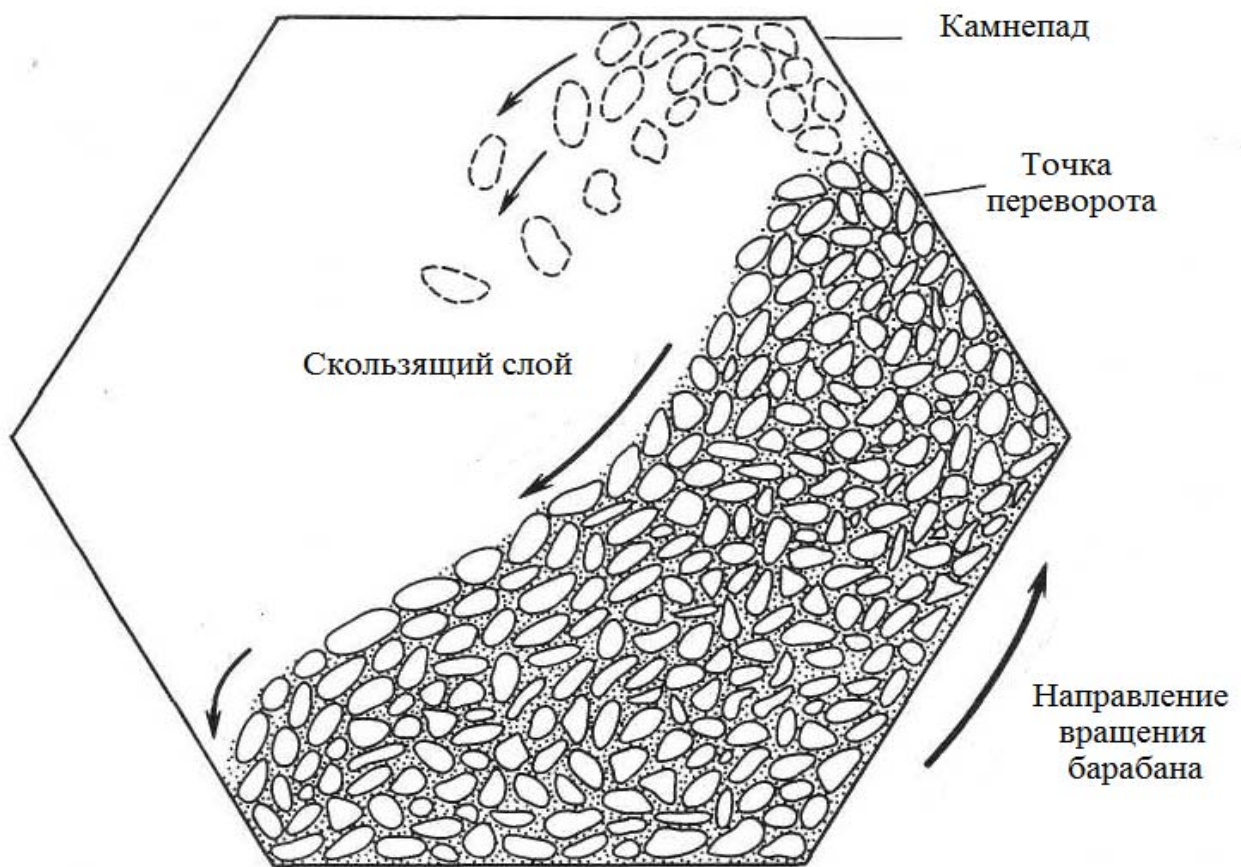


Рис. 29. Профильные шлифовальные круги для изготовления бус диаметром 150 мм

5.5. Галтовка

Галтовка – это метод массового производства камней неправильной формы. С помощью небольших галтовочных станков очищают и полируют металлические ювелирные изделия.

Принцип галтовки заключается в перемешивании заготовок с абразивом и водой в барабанах или вибрационных установках. Процесс галтовки длительный, но он позволяет обрабатывать мелкие отходы от производства камнерезных работ. Принцип галтовки показан на рис. 30.



Вид с торца барабана

Рис. 30.Схема галтовки

Галтовочные барабаны обычно имеют шестигранную форму с неметаллической обшивкой внутренних стен барабана с целью предохранения камней от растрескивания при ударе, а также с целью гашения шума, возникающего от трения камней о стенки барабана. В вибрационные горшки загружают камни. Минимальный вес материала 1,8 кг; а максимальный – около 7 кг (рис. 31).

Процесс обработки аналогичен обычной шлифовке на других станках. Сначала на грубых абразивах происходит обточка, на средних – шлифовка, на микропорошках – доводка, на полировальных и полирующих материалах – полировка.



Рис. 31. Вибрационные галтовочные барабаны

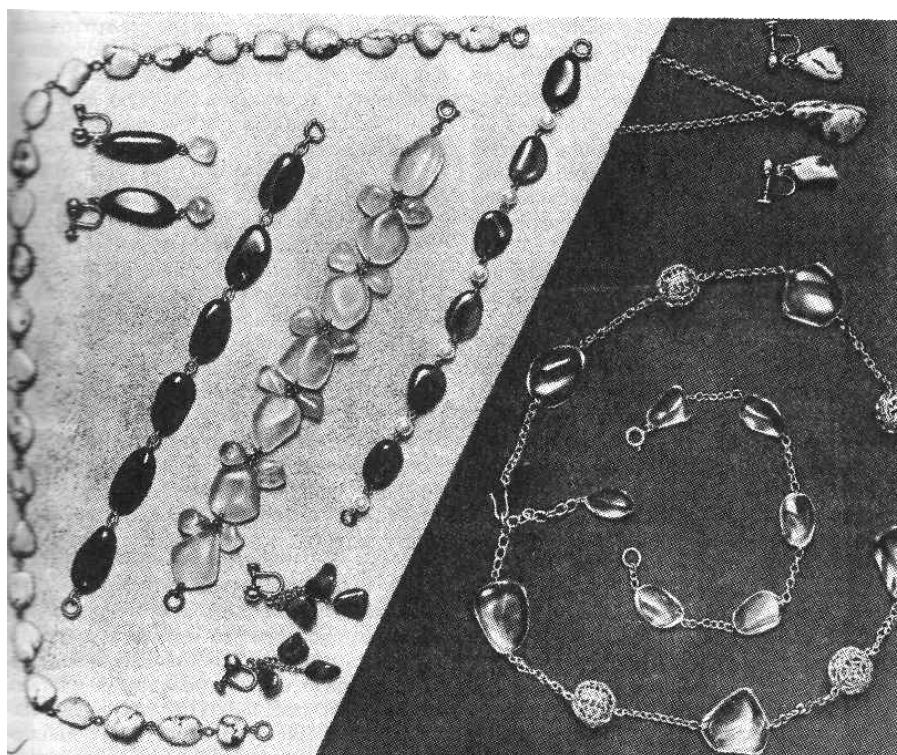


Рис. 32. Ювелирные украшения галтованных камней

5.6. Резьба по камню, гравирование



Рис. 33. Резьба. Камень, вырезанная на морской раковине

Для резьбы по камню подбираются материалы с невысокой твердостью, однородные по составу, без спайности (аргонит, гагат, гипс, кальцит, кораллы, кость, морские раковины, рога, янтарь). Эти материалы и камни обрабатываются обычными твердосплавными металлическими инструментами.

Такие камни как: малахит, обсидиан, родохрозит, серпентин, флюорит обрабатываются инструментами, армированными карбидом кремния, эльбором.

А такие камни как: кварц, халцедоны, нефрит и другие обрабатываются корундовым и алмазным инструментом. Соответственно цена на изделия будет разной (рис. 34).



Рис. 34. Приспособление с гибким валом для резьбы по камню

5.7. Изготовление изделий с использованием токарных станков

Для изготовления ваз, стаканов, фужеров, подсвечников круглого сечения используют заготовки цилиндрической формы, полученные путем высверливания, а точнее *выбуривания* алмазными или твердосплавными тонкостенными коронками из блочного камня.

Такая заготовка зажимается в токарный станок и ее медленном вращении, и вращении или не вращении профильного инструмента производится обработка заданной формы изделия (рис. 35).

Боковые фигурные рельефы вырабатываются специальными фрезами, наконечниками. Готовые изделия показаны на рис. 36.

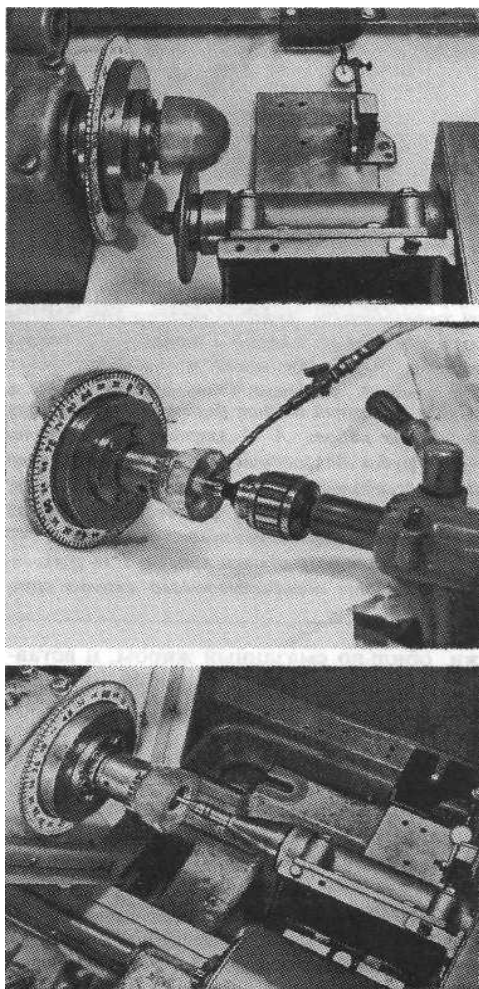


Рис. 35. Использование токарного станка для камнерезных работ

Вверху: обдирка половинки яйца из горного хрусталя.

В центре: высверливание полости алмазным трубчатым сверлом в яйце после огранки его наружной поверхности.

Внизу: введение алмазной головки в образовавшееся в результате удаления цилиндра углубление для обдирки внутренней полости в соответствии с шаблоном, показанным в правом верхнем углу

5.8. Мозаика и инкрустация

Древнее искусство выкладывания небольших разноцветных кусочков на цемент с целью облицовки и украшения стен, полов и других поверхностей называется *мозаикой* (рис. 37). *Мозаика* с использованием цветных камней очень популярна среди профессионалов и любителей.

Профессиональные мозаисты используют в своей работе обычно керамические или стеклянные плиты, целые или разбитые на куски. Также красочные мозаики делают из мелких галтовочных камней, кусков полированных пластин и осколков ювелирного материала.

Разновидностью классической мозаики является *интарсия*, или *флорентийская мозаика*. В мозаике этого вида плоские кусочки камня подгоняются друг к другу так плотно, как только возможно, и создают узоры и картины примерно так же, как делают из кусочков стекла цветные витражи. Флорентийские мастера используют для мозаики мрамор, серпентин и другие камни аналогичной твердости.

Ширпотреб выполняется из отходов камнерезного производства. Для мозаик экстра-класса требуется качественный материал. Большое развитие мозаичных работ было во Флоренции, в Китае, поэтому существует метод флорентийской мозаики, когда общий рисунок или пейзаж набирается и точно подгоняется по трафарету (рис. 38). Многие знаменитые вазы, столешницы из малахита в Эрмитаже выполнены по этому методу.

Инкрустация – это вклеивания в заранее подготовленные углубления в каком-то изготавливаемом предмете, изделии. Итальянский способ инкрустации – *врезной мозаики* – состоит в том, что в мягком сланце вырезают углубления с плоским дном, чтобы вложить в них пластинки из камня. Края углублений аккуратно подрезают под прямым углом к поверхности, стараясь, чтобы не было сколов. Поверх углублений кладут бумагу, которую либо вдавливают в них, либо затирают графитом, чтобы получить отпечатки контуров углублений. Полученные вырезают и, пользуясь ими как шаблонами, выпиливают из камня пластинки соответствующей формы.

Примером инкрустации может служить отделка ручек, рукояток кожей, клинков, мечей, прикладов оружия цветными камнями, перламутром, слоновой костью и т.д.

Глава 6. Ювелирное дело

6.1. Общие сведения о ювелирном деле

Ювелирное дело – искусство малых форм. Благородная красота материала, талант, техническое творчество и мастерство исполнителей позволили придать ювелирным изделиям изысканность, высокую художественную ценность, особую выразительность.

В древности для ювелирных изделий человек использовал только золото, потому что был очарован его красотой, поражен тем, что золото в любых условиях сохраняет свой цвет и блеск, легко поддается обработке. Позже постепенно стали применять серебро, другие металлы, драгоценные и полудрагоценные камни, жемчуг, янтарь, а в наши дни и синтезированные камни, а также всевозможные современные сплавы. Все материалы, используемые в ювелирном деле, делятся на металлические, неметаллические и вспомогательные.

К металлическим материалам относятся: драгоценные металлы и их сплавы, цветные металлы и их сплавы, а также сталь, титан, тантал, ниобий.

Драгоценные металлы: *золото (Au)* – химический стойкий минерал, растворяется только в царской водке (смесь соляной и азотной кислот), а также в ртути, растворе цианистых щелочей, хлорной и борной воде, температура плавления 1063°C , температура кипения 2600°C , плотность – $19,6 \text{ г/см}^3$. Для получения одной унции (31,1 граммов) золота прорабатывается примерно 5 тонн золотоносной руды. Цена на золото различна и зависит от многих факторов. Значительную часть добычи золота потребляет ювелирная промышленность, электронная (покрытие на схемах), зубопротезная стоматология.

В 560 г. до н. э. были отчеканены первые золотые монеты (как средства обмена). В Республике Коми золото добывалось в Интинском районе в бассейне реки Кожим, а также на Среднем Тимане в бассейне реки Печорская Пижма.

Серебро (Ag) – самый белый из всех металлов, применяемых в ювелирном деле. Это металл с очень высокой (95%) отражательной способностью, тягучий, ковкий, пластичный. Он хорошо поляризуется, режется, скручивается, прокатывается в листы толщиной до $0,00025 \text{ мм}$ и вытягивается в тончайшую проволоку; прочность серебра на разрыв выше чем у золота, серебро тверже золота. Плотность серебра $10,5 \text{ г/см}^3$; температура плавления – $960,8^{\circ}\text{C}$; точка кипения 2212°C .

От 8 до 88% серебра добавляют из свинцовых, цинковых, медных, никелевых, оловянных и золотоносных руд. Иногда серебро встречается в чистом виде. Ведущий изготовитель и экспортер изделий из серебра – Италия.

Платина (Pt) – металл серебристо-белого цвета, мягкий и ковкий, тугоплавкий, тверже золота и серебра, химически стойкий, растворяется только в горячей царской водке, цианистом калия и расплавленных щелочах.

В природе платина находится в самородном состоянии. Чтобы получить унцию (31,1 грамм) металла, необходимо переработать 10 тонн породы. Чтобы платину отделить от сопутствующих металлов, требуется 150 различных процессов обработки.

В западноевропейских странах на производство ювелирных украшений расходуется 29% имеющихся запасов платины. Это цифра занимает 2 место (на 1 месте стоит автомобильная промышленность – 31%). Самым крупным потребителем платины на ювелирные нужды является Япония (85% всех платиновых украшений в мире).

Палладий, родий, рутений, иридий, осмий – металлы платиновой группы. Они используются как компоненты в сплавах и припоях.

6.2. Металлы и сплавы

В чистом виде драгоценные металлы в ювелирной промышленности применять не всегда целесообразно из-за их дороговизны, недостаточной твердости и износостойкости, поэтому для изготовления ювелирных изделий используют их сплавы. Сплавы носят названия основного металла и обозначаются тремя цифрами, например: 375, 500, 585, 700, 950 – это и есть пробы металла. Таким образом, если речь идет о золоте 585 пробы, это значит, что 58,5% в этом изделии чистого золота (999,99 проба, а остальное – это серебро, медь, платина, палладий, цинк, кадмий).

Сплавы серебра имеют один лигирующий элемент – медь, но в некоторых случаях применяют цинк, кадмий, алюминий, никель.

В сплавах платины лигирующими компонентами является медь или иридий и совсем в незначительных количествах – рутений и осмий.

При изготовлении ювелирных изделий чаще используют сплавы системы: золото – серебро – медь, реже двойные сплавы: золото – серебро, золото – медь. Применяются также сплавы золото – платина, золото – палладий, золото – кадмий, серебро – медь – кадмий, серебро – медь, серебро – цинк, серебро – кадмий, серебро – алюминий, серебро – никель – цинк – медь, платина – палладий – серебро – никель, платина – иридий, платина – рутений, платина – осмий.

Серебро в составе сплава обеспечивает его пластичность, мягкость, ковкость, понижает температуру плавления. Добавка серебра придает золоту цвет от бледно зеленого до почти белого. Медь увеличивает твердость сплава, обуславливает ковкость, тягучесть, пластичность, меняет цвет золота от красного до ярко-красного. Палладий повышает температуру сплавления золотого сплава, обеспечивает пластичность и ковкость. Добавка палладия окрашивает золото в бурый или белый цвет.

Сплавы не драгоценных, цветных металлов

Мельхиор – это достаточно пластичный и прочный сплав меди с 20% содержанием никеля. Сплав серебристого цвета, легко чеканиться, штампуется, режется, паяется, полируется. Широко используется в изготовлении недорогих ювелирных изделий, предметов туалета, сервировки стола, курительных принадлежностей.

Нейзильбер – сплав меди с 20% содержанием цинка и 15% никеля; Отличается хорошей пластичностью, тягучестью, коррозионной стойкостью. Из этого сплава чаще изготавливаются предметы сортировки стола и отдельные виды ювелирных украшений.

Таблица 4

Припои, применяемые при пайке металлов

Марки	Массовая доля компонента %						Характеристика	T ⁰ C плавления
	Au	Ag	Cu	Cd	Zn	Pb		
ПЗЛ-585	58,5	12,3	26,2	-	3,0	-	Тугоплавкие	820-850
ПЗЛ-585	58,5	-	20,7	-	8,5	-	Среднеплавкие	800-820
ПЗЛ-585	58,5	16,3	20,7	-	4,5	-	Легкоплавкие	770-800
ПСР-70	-	70,0	26,0	-	4,0	-	Среднеплавкие	700-720
ПСР-70	-	70,0	26,0	0,5	3,5	-	Легкоплавкие	650-700

Примечание. ПЗЛ – припой золотой, ПСР – припой серебряный

Классификация ювелирных изделий

Личные украшения:

Кольца, серьги, медальоны, кулоны, броши, цепочки, браслеты, бусы, колье, булавки, ожерелья, гарнитуры, запонки, зажимы для галстуков, булавки для волос, заколки, пряжки декоративные.

Предметы сервировки:

Ложки, вилки, ножи, подстаканники, вазы для фруктов, сахарницы, солонки, блюда, чарки, рюмки, бокалы.

Предметы туалета:

Флаконы, ларцы, шкатулки, пудреницы, расчески.

Предметы для украшения интерьера:

Плетенные панно из камня, каминные часы, вазы для цветов, подсвечники, столешницы.

Курительные приборы:

Портсигары, мундштуки, сигаретницы, пепельницы, трубки курительные.

Сувениры:

Памятные медали, письменные приборы, монограммы, значки и др.

6.3. Инструмент и материалы, применяемые при изготовлении ювелирных изделий

Ювелирные изделия могут быть изготовлены путем отливки, штамповки, с использованием механизированных станков или вручную по филигранной технологии.

Требуемый минимум инструмента и материалов при ручной работе по филигранной технологии.

- ✓ Горелка газовая или бензиновая со сменными насадками.
- ✓ Вальцы для проката металла (рис. 39).
- ✓ Фильеры для протяжки проволоки.
- ✓ Небольшая наковальня.
- ✓ Бормашина типа зубо-врачебной.
- ✓ Электродвигатель (станок) со сменными полировальниками.
- ✓ Ригель – конус для снятия размера, а также увеличения размера кольца.
- ✓ Весы с разновесами.
- ✓ Пластиковый молоток.
- ✓ Тигли для плавки металла.
- ✓ Штатив для флюса.

- ✓ Поворотный столик с асбестом сверху.
- ✓ Очки ювелирные.
- ✓ Лупа 10 кратного увеличения или бинокляр.
- ✓ Ножницы ювелирные, штангенциркуль.
- ✓ Припои для пайки.
- ✓ Кислоты: соляная, серная, азотная.
- ✓ Флюс (борная кислота H_3BO_3 и натрий тетраборнокислый $Na_2B_4O_7 \cdot OH$).
- ✓ Кисточки для нанесения флюса.

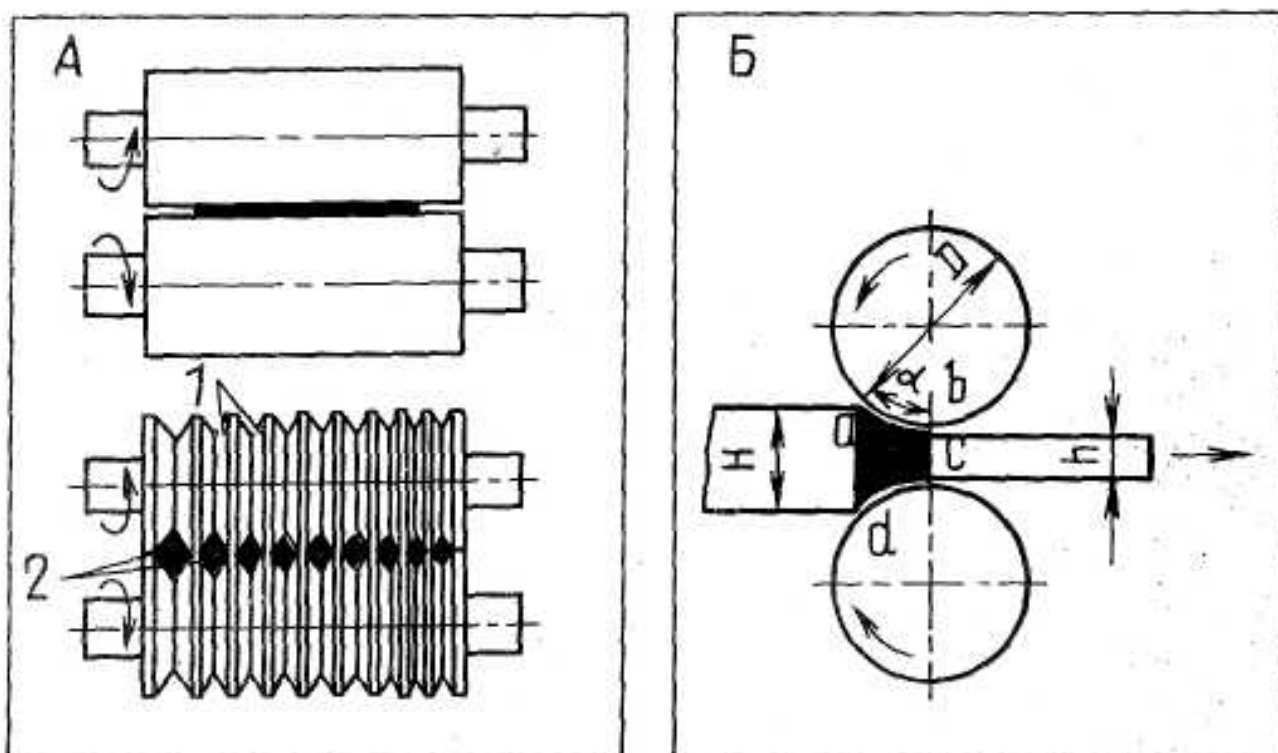


Рис. 39. Виды валков:

А – гладкие и профильные: 1 – ручки; 2 – профиль после прокатки;

Б – схема процесса прокатки

6.4. Филигранные изделия

Филигрань или скань – один из очень старых и распространенных видов ювелирной техники. Филигранными называются изделия, изготовленные вручную из разной длины и формы круглой или прокатанной проволоки, ленты гладкой или рельефной, скрученной или свитой веревочкой проволоки, путем образования с помощью пайки и гибки сложных кружевных узоров (рис. 40).

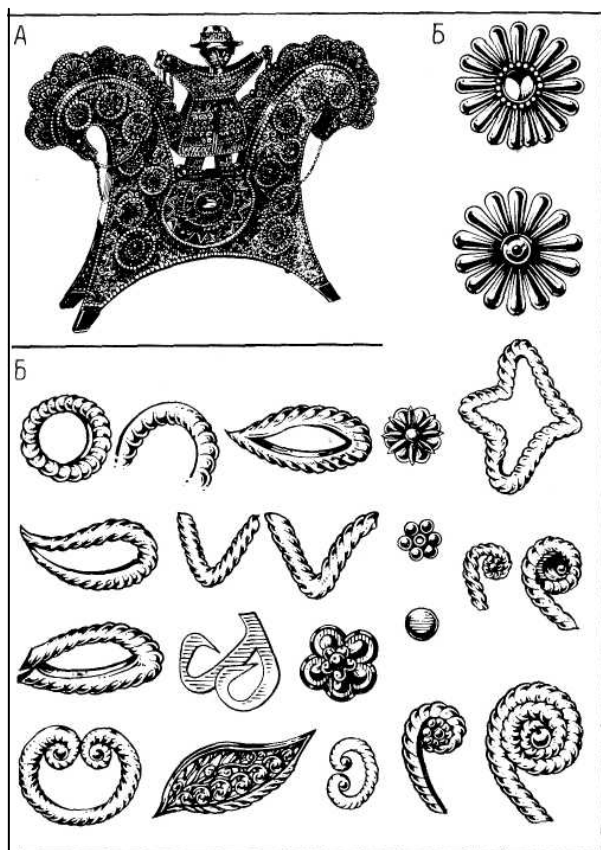


Рис. 40. Филигранные изделия (А);
элементы филигрании (Б)

Материалами для филигранных ювелирных изделий могут быть мягкие, способные вытягиваться и прокатываться сплавы золота и серебра, мельхиор, нейзильбер, медь. Техниккой филигрании можно изготовить все без исключения виды ювелирных изделий. Различают филигрань ажурную, фоновую или напайную.

Ажурная филигрань – это насквозь просматриваемый узор, а *напайная* – это глухая филигрань. Примером ажурной филигрании служат броши, фигурки животных, а фоновой – кулоны, серьги, брошки. Элементы ажурной и фоновой филигрании очень разнообразны и многочисленны по форме, размерам и назначению.

Последовательность изготовления филигранных ювелирных изделий

1. Плавка металла в тиглях прямоугольного и круглого сечения, плавка производится с добавкой флюса.

2. Прокат металла на вальцах. Получают заготовки требуемого сечения для дальнейшего плоского или фигурного проката. Получение заготовок для кастов, швенз и проволоки для дальнейшей обработки.

- Плавка (подготовка припоя).
- Протяжка проволоки с помощью фильеров разного сечения до 0,03 мм.
- Прокат плоских заготовок.
- Скрутка проволок в веревочки разного сечения.
- Подготовка элементов филигрании.
- Подготовка рабочего места для пайки.
- Подготовка флюса и отбела.
- Непосредственно пайка.

3. При пайке заготовка прокаливается и обезжиривается во флюсе. После нескольких паяк изделие отбеливают, промывают и снова после флюсования подвергают пайке. Припой в месте пайки может быть нанесен тремя способами:

- 1) непосредственным касанием проволочного припоя в место пайки;

- 2) раскладыванием небольших нарезанных кусочков припоя на место пайки.
- 3) припой в виде пудры наносится на весь набранный на шаблоне рисунок, и производится полный прогрев этого рисунка до растекания припоя.

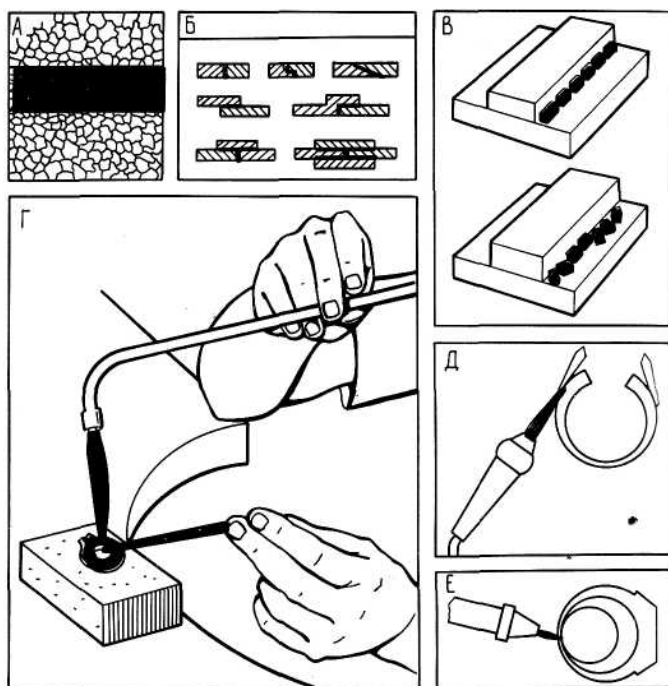


Рис. 41. Пайка

А – нанесение флюса; Б – виды стыковок;
 В – нанесение припоя; Г – процесс пайки;
 Д, Е – положение горелки

Припой, как и сплавы металлов, могут быть *тугоплавкими* и *среднеплавкими*. В зависимости от температуры плавления и массивности изготавливаемого изделия выбирается припой. Пример: если небольшой шарик размером с просяное зернышко будет припаиваться тугоплавким припоем, то припой и зерно расплавятся одновременно.

4. После окончания пайки изделие проверяют на прочность мест соединения.

5. После очередного погружения во флюс и прогрева – опускают в отбел.

6. После отбеливания изделие тщательно обезжиривается и затем полируется.

7. После полировки оно может быть подвергнуто *оксидированию* (травлению). Камни-вставки вставляются в изделия после этой операции.

Глава 7. Изготовление шлифов для петрографических исследований

7.1. Резка (распиловка) камня

Распиловка камня производится на камнерезных станках. В шлифовальной мастерской имеется 3 (три) вида камнерезных станков.

Стационарный СКР-1 предназначен для распиловки штуфов, блоков, керн диаметром до 20 см. В станке применяются алмазные отрезные круги диаметром от 400 до 200 мм. Камень в этом станке зажимается с помощью тисков и подается на отрезной круг посредством штурвала, выведенного наружу. Станок закрытого типа. Охлаждающая жидкость (веретённое, трансформаторное масло или эмульсия) подаются на отрезной круг с помощью электропомпы. Из резервуара станка масло стекает через отверстия в корпусе через патрубок в бак-отстойник.

Важным условием при распиловке камня на станке СКР-1 является надежная фиксация его в губках тисков. С этой целью губки тисков армируются деревянными плашками, что позволяет неровному образцу вдавливаться в мягкое дерево.

В случае перекоса камня во время работы отрезной диск искривляется и клинит, а при выпадании из тисков – ломает кромку отрезного круга.

Второй станок – напольный, с ручной подачей. Предназначен для распиловки образцов мягких пород размером до 12 см, твердых – до 6 см, в зависимости от зернистости алмазного круга. На этом станке также можно распускать каменную «фанеру» на определенные заготовки.

Третий станок – СКРН-1 – настольный, предназначен для распиловки небольших образцов до 5 см и распиловки тонкой «фанеры» на заготовки.

Охлаждающая жидкость (вода или эмульсия) находится в этих двух станках в корпусе-ванне. Количество охлаждающей жидкости зависит от диаметра установленного в станках отрезного круга. Отрезной диск должен быть погружен в жидкость на 1-1,5 см.

В процессе работы воду периодически добавляют в станок до указанного уровня. С целью предотвращения сильного разбрызгивания охлаждающей жидкости, станок оснащается отражательными козырьками, желательнее из прозрачного материала (оргстекло). Смена воды и чистка станка от скопившегося шлама и мелкой крошки каменного материала определяется опытным путем и зависит от типа разрезаемых пород. Твердые и абразивные породы гораздо медленнее загрязняют станок, нежели глинистые и известковистые.



Рис. 42. Заведующий учебным геологическим музеем М.И. Фомин готовит образцы для новой коллекции

должно быть направлено навстречу подаче камня. Пальцы, удерживающие камень, должны быть за пределами оси отрезного круга. В процессе распиловки твердого камня зёрна алмазов подвергаются обработке, т.е. полируются, а при распиловке вязких и мягких пород зёрна «засаливаются». При этом скорость резания заметно снижается. Поэтому для обнажения и очистки зерен алмазов производится «заточка» алмазного круга абразивным материалом (брусом наждака или мелкозернистым песчаником). Делаются неглубокие запилы в вышеуказанный абразивный материал. Периодичность такой «заточки» «правки» определяется опытным путем в процессе работы и зависит от типа распиливаемых образцов, марки отрезного круга.

7.2. Шлифовка камня

Шлифовка камня производится на плоскошлифовальных станках с применением свободного или закрепленного абразивного материала. Плоский шлифовальный круг изготовлен из чугуна. Чугун по своей структуре пористый металл, поэтому свободный абразив хорошо удерживается на его поверхности. При шлифовке камня абразив вдавливается, втирается в пористую поверхность

круга (шаржируется). Некоторое время круг, шаржированный таким образом, может шлифовать камень без дополнительной порции абразивного порошка, наносимого на круг. Абразивный порошок смешивается с водой и наносится небольшими порциями (губкой, кистью, тампоном) на центр шлифовального круга. Обрабатываемым образцом (без пауз) порошок накрывается сверху и круговым движением навстречу вращению круга распределяется по всей поверхности шлифовального круга. Шлифовку образца следует производить равномерно по всей плоскости диска (во избежание неравномерного его износа). Неравномерный износ шлифовальных кругов исправляется путем протачивания их на токарном станке.

Удерживание (фиксацию) обрабатываемых образцов, предметного стекла (при изготовлении шлифов) производят двумя способами.

Первый – это когда образец фиксируется за периферийную торцевую часть образца, стекла.

Второй – фиксация сверху, потому что толщина образца или стекла не позволяет его удержать первым способом.

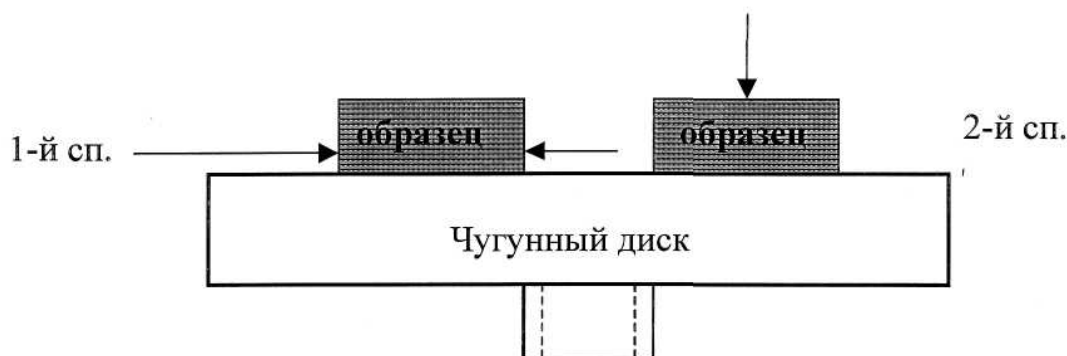


Рис. 43. Способы удерживания образцов на диске

Фиксацию образца сверху можно производить двумя способами.

Первый, когда размер образца это позволяет, удерживается пальцами рук (рис. 43).

Второй способ – это фиксация с помощью дополнительной оправки (кича), приклеенного к образцу (рис. 44). *Кич* – это круглый стержень с расширенной круглой или овальной нижней частью. Он может быть выполнен из любого материала: металла, дерева, органики. Приклеивается образец к кичу с помощью пихтового бальзама или специально сваренной мастики. Путем нагрева нижней части кича и поверхности образца клеящий материал плавится, растекается, поверхности склеиваются. При остывании клей твердеет и таким образом удерживает образец.



Рис. 44. Схема шлифовки камня закрепленного к кичу

При шлифовке образцов главным условием является соблюдение последовательности использования абразивных порошков, начиная от крупнозернистых и заканчивая микропорошками. При наличии нескольких шлифовальных кругов это условие легко соблюдается потому, что каждый круг предназначен для конкретной зернистости порошка. Оптимально необходимо иметь три шлифовальных круга. На первом производится грубая шлифовка, на втором – шлифовка порошками средней зернистости, на третьем – шлифовка на микропорошках. Если круг в единичном экземпляре, то операции по шлифовке следует производить партиями, последовательно переходя от грубозернистых к мелкозернистым. При переходе на более мелкую фракцию, круг тщательно промывается от остатка предыдущего порошка и притирается твердым материалом (кварцем, халцедоном) следующей фракцией, а затем шлифуются образцы.

При доводке на микропорошках круг также должен быть идеально очищен и приработан твердым материалом с микропорошком. В противном случае не избежать грубых царапин на поверхности камня. Шлифы, как правило, доводятся вручную на твердой поверхности (кварц, халцедон, стекло), так как за счет вращения диска из тонкого шлифа могут быть вырваны отдельные зерна минералов. Фактор залипания к диску при доводке приводит или к отрыву от стекла тонкой поверхности шлифа, или же к стачиванию до нуля, т. е. до поверхности предметного стекла. Аншлифы, образцы пород и минералов доводятся на станках, но обороты круга должны быть в пределах 200-300 об./мин.

Важнейшим условием при обработке любого образца является чистота образца, рук, стенок отражающего экрана-корыта перед последующим переходом работы на более мелкую фракцию.

Между стенками предусмотрены перегородки, защищающие от попадания зерен другой фракции. Хранить рядом в открытой посуде разную фракцию

тоже нельзя, иначе порошок будет «заражен» и малопригоден для чистой обработки при последующей полировке.

Полировку образцов (придание поверхности зеркального блеска) производят на аналогичном шлифовальном станке. Шлифовальный круг обтянут или на него наклеен полировальный материал (войлок, сукно, фетр, кожа), который пропитывается полирующим материалом. Чем тверже образцы, тем жестче и тверже должна быть ткань. Мягкие же наоборот, необходимо полировать на фетре, коже, дереве, оргстекле с применением более совершенных полировальных материалов.

Более распространенным и доступным полирующим материалом является двуокись хрома Cr_2O_3 – зеленый порошок, который легко растворяется в воде, однако по вредности это самый токсичный порошок. Более совершенным и менее токсичным, но более дорогим полировальным материалом является двуокись титана, цезия, алмазные пасты.

Следует помнить, что качество полировки зависит от его конечной шлифовки (доводки).

7.3. Изготовление шлифов из горных пород и минералов

Шлиф – очень тонкая (0,03 мм) прозрачная пластина горной породы или минерала, заклеенная между двумя плоскими стеклами пихтовым бальзамом. Стекло, на которое приклеивается сошлифованный кусочек (пластина) породы, называется предметным. Размер его обычно 5,5 x 2,5 x 0,2 см. Размер подготовленного образца (кусочка) примерно 2 x 2 x 2 см. Стекло (очень тонкое), которым сверху заклеивают шлиф, называется покровным.

Пихтовый бальзам – смолообразное вещество, которое добывается из канадской или сибирской пихты. При нагревании образца, предметного и покровного стекла бальзам, нанесенный на них плавится, растекается и таким образом позволяет плотно прижать образец пинцетом, обеспечивая при этом удаление лишнего бальзама, пузырьков воздуха между образцом и стеклом.

При остывании вышеуказанных предметов бальзам твердеет, тем самым надежно приклеивает образец к стеклу. Бальзам имеет показатель преломления, близкий к показателю преломления стекла – 1,54 (1,537). Все операции по нагреванию и приклеиванию производятся в вытяжном шкафу.

Из подготовленных образцов отрезаются небольшие пластинки, толщиной от 2-х и более миллиметров (в зависимости от крепости пород), и затем шлифуется одна из сторон срезанной пластинки.

Процесс шлифовки, как было описано, производится на шлифовальных станках с применением «свободных» абразивов. Шлифуется также одна из сторон предметного стекла.

Подготовленные таким образом образец и стекло тщательно промываются проточной водой, просушиваются, прогреваются и приклеиваются бальзамом. Образец, приклеенный к стеклу, в том же порядке шлифуется на станке до прозрачного состояния. Доводка шлифа производится на микропорошке вручную. Контроль за толщиной шлифа осуществляется с помощью поляризационного микроскопа. После контроля шлиф накрывается покрывным стеклом, покрытым бальзамом.

Для изготовления шлифов из рыхлых, сыпучих, вспучивающихся пород и минералов подготовленные образцы (кусочки) провариваются в пихтовом бальзаме с добавлением кселола на плитке в специальных ваннах, корытцах в вытяжном шкафу. Доводка таких образцов производится на микропорошках, разбавленных не водой, а веретенным или трансформаторным маслом с последующей промывкой в ацетоне или керосине.

Нефтедержащие породы нагревать нельзя во избежание растекания нефтепродуктов. Нагревается бальзам до жидкого состояния на предметном стекле на плитке или спиртовке. Готовые шлифы после удаления лишнего бальзама с краев стекла промываются спиртом, просушиваются и твердосплавным или алмазным карандашом пронумеровываются. В таком виде шлифы служат для петрографических и минералогических исследований.

7.4. Вредные факторы при работе в камнерезно-шлифовальной мастерской. Техника безопасности при изготовлении ювелирных изделий

1. Наличие силового электрооборудования напряжением 380 В (создает опасность поражения электрическим током).

2. Наличие режущих кромок на отрезных и шлифовальных кругах, предметных и покровных стеклах, а также на отрезаемых образцах горных пород и минералов (опасность пореза рук и попадания осколков в открытые части лица).

3. Наличие шума, вибрации от работающих станков (вызывает быструю утомляемость и нервное расстройство).

4. Недостаточная освещенность (ухудшает качество работ, повышает утомляемость глаз).

5. Пары бальзама пихтового, кселола, масла технического.

6. Взвешенная водно-шламовая пыль при распиловке образцов на открытых камнерезных станках и шлифовке на планшайбах.

7. Использование двуокиси хрома при полировке образцов на ворсистых полировальных кругах.

(Пункты 5-7 – вредное воздействие на дыхательную и слизистую систему человека).

В целях сознательного активно-личного способствования безопасному труду ювелир обязан не забывать и неукоснительно выполнять следующие меры предосторожности и требования правил техники безопасности:

1. Одежда работающего должна быть чистой и аккуратно заправленной, рабочее место должно содержаться в чистоте.

2. Работать только исправным инструментом и на исправном оборудовании.

3. При разметке, гибке, правке, опиливании, шабрении, штифтовании, чеканке, гравировании, закрепке проявлять особую аккуратность и осторожность.

4. Выполняя операцию сверления, нельзя поправлять сверло на ходу, держать рукой патрон, пытаться остановить его, прикасаться к вращающимся частям станка.

5. При полировании изделия держать его острыми гранями по ходу вращения круга; полируемые поверхности изделия располагать относительно круга так, чтобы изделие не подхватывало кругом.

6. При плавке и отливке металлов требуются повышенное внимание и осторожность: работу могут выполнять только лица, прошедшие соответствующий инструктаж и непременно с использованием средств индивидуальной защиты: спецодежды, спецобуви, рукавиц, резиновых перчаток, респираторов, очков обыкновенных и темных.

7. К работе на оборудовании для прокатки, вальцовки, волочения, штамповки и термической обработки допускаются только те лица, которые прошли соответствующий инструктаж.

8. При отбеливании нельзя допускать загрязнения отбелов и попадания в них инородных металлов, не допускать попадания отбеливающих растворов на руки и одежду; не опускать в отбел полностью не остывшие детали и изделия, чтобы избежать появления брызг; при погружении изделий в отбел и извлечении их из него пользоваться специальными кислотостойкими сетчатыми ковшиком или медными пинцетами; тару с кислотами держать закрытой; при попадании (во время пользования) кислоты на тело – смыть водой и обратиться к врачу.

9. После окончания работ (особенно перед приемом пищи) необходимо тщательно вымыть руки; принимать пищу и курить во время работы на рабочем месте нельзя.

10. Запрещается самостоятельно производить ремонт неисправной электропроводки и любого оборудования.

Приложение

Единицы массы и длины, применяемые при обработке камня

1 грамм – 5 карат;

1 унция – 28,35 грамма;

1 унция – 141,75 карата;

1 фунт – 453,6 грамма;

1 килограмм – 1000 грамм;

1 килограмм – 2,203 фунта;

Гран – это единица массы для жемчуга.

1 гран – 0,25 карат;

1 дюйм – 25,4 мм;

1 мм – 1/25 дюйма.

Переводная таблица единиц массы

Наименование единицы	Грамм	Карат	Тройная унция	Торговая унция	Гран
1 карат	0,200	1,000	-	0,00705	3,08
1 грамм	1,000	5,000	0,032	0,54	0,035
1 гран	0,064	0,32	0,00208	0,022	1,000
1 тройная унция	31,1	155,5	1,000	1,097	480,000
1 торговая унция	28,35	141,75	0,911	1,000	437,50

Геммологический словарь

Абразив – материал, используемый для шлифовки и полировки самоцветов.

Агат – скрытокристаллическая разновидность халцедона.

Аквамарин – бледно-голубая разновидность берилла.

Александрит – редкая разновидность хризоберилла с меняющейся окраской: при искусственном освещении имеет красную, а при дневном – зеленую.

Аметист – фиолетовая разновидность кварца.

Багет – огранка самоцвета в виде удлиненного прямоугольника.

Бриллиант – ограненный алмаз.

Бромформ – летучая «тяжелая» жидкость, которая используется для оценки плотности минералов, а также как иммерсионная жидкость при определении показателя преломления.

Буля – цилиндрический или грушевидный синтетический кристалл, полученный методом плавления в пламени (печь Вернейля).

Геммолог – квалифицированный специалист по драгоценным и поделочным камням.

Дублет – составной камень, корона которого состоит из природного самоцвета, а павильон – из стекла или синтетического материала.

Кабошон – огранка камня с округлой или куполообразной верхней частью и плоской или выпуклой, вогнутой нижней частью.

Карат – единица массы самоцвета, равная 0,2 грамма.

Кабрид бора – синтетический промышленный абразивный материал, твердость которого выше твердости карборунда (карбида кремния).

Квадрант – устройство для огранки самоцветов.

Полярископ (polariscope) – оптический прибор для изучения самоцветов в поляризованном свете. Прибор состоит из двух поляризующих светофильтров и источника света. На нижний фильтр накладываемая вращающаяся стеклянная пластинка, она служит подставкой для изучаемого образца. Верхний фильтр (или анализатор) служит для погашения света, который поляризован нижним фильтром. Двупреломляющий самоцвет поворачивает («вращает») плоскость поляризации света, а при повороте камня на 360 градусов он четыре раза погасает и четыре раза оказывается максимально освещенным.

Флюс – состоит в основном из буры и борной кислоты в пропорции 1:1, используется при пайке сплавов благородных и обычных металлов.

Фурнитура – металлические части ювелирных украшений.

Библиографический список

1. Авнерова, С. Полная энциклопедия камней-амулетов. Лечебные и магические свойства [Текст] / С. Авнерова. – Л.: Лениздат, 2006. – 480 с.
2. Банк, В. В мире самоцветов [Текст] / В. Банк. – М.: Мир, 1979. – 158 с.
3. Бахтерева, Н. В доме Ванги. Целительная сила камней [Текст] / Н. Бахтерева. – СПб: Кордикс, 2000. – 23 с.
4. Васильев, Л.А. Алмазы, их свойства и применение [Текст] / Л.А. Васильев. – М.: Недра, 1983. – 98 с.
5. Кроу, Дж. Руководство по оценке и использованию драгоценных камней [Текст]: справочник для ювелиров / Дж. Кроу. – М.: Арт-родник, 2007. – 176 с.
6. Синкенкес, Дж. Руководство по обработке драгоценных и поделочных камней [Текст] / Дж. Синкенкес. – М.: Мир, 1998. – 422 с.
7. Декоративные разновидности цветного камня СССР [Текст] / под. ред. проф. Е.Я. Киявленко. – М.: Недра, 1989. – 271 с.
8. Киевленко, Е.Я. Геология месторождений драгоценных камней [Текст] / Е.Я. Киевленко. – М.: Недра, 1982. – 278 с.
9. Корнилов, Н.И. Ювелирные камни [Текст] / Н.И. Корнилов, Ю.П. Солодова. – М.: Недра, 1982. – 263 с.
10. Куликов, Б.Ф. Словарь камней-самоцветов [Текст] / Б.Ф. Куликов, В.В. Буканов. – Л.: Недра, 1989. – 167 с.
11. Новиков, В.П. Изготовление ювелирных камней [Текст] / В.П. Новиков, В.С. Павлов. – СПб: Континент, 1993. – 299 с.
12. Осколков, В.А. Облицовочные камни месторождений СССР [Текст] / В.А. Осколков. – М.: Недра, 1984. – 191 с.
13. Рид, П.Дж. Геммологический словарь [Текст] / П.Дж. Рид. – Л.: Недра, 1986. – 286 с.
14. Самсонов, Я.П. Самоцветы СССР [Текст] / Я.П. Самсонов. – М.: Недра, 1984. – 335 с.
15. Собчак, Н. Энциклопедия минералов и драгоценных камней [Текст] / Н. Собчак, Т. Собчак. – М.: Омса-Пресс, 2002. – 324 с.
16. Стабер, У. Радуга самоцветов [Текст] / У.Стабер. – М.: Гранд, 2003. – 622 с.
17. Фишман, А.М. Самоцветы Севера Урала и Тимана [Текст] / А.М. Фишман. – Сыктывкар: Геопринт, 2006. – 174 с.
18. Шаскольская, М.П. Кристаллы [Текст] / М.П. Шаскольская. – М.: Наука, 1978. – 207 с.
19. Шило, Н.А. Халцедоны Северо-востока СССР [Текст] / Н.А. Шило. – М.: Наука, 1984. – 190 с.
20. Шуман, В. Мир камня [Текст] / В. Шуман. – М.: Мир, 1986. – 262 с.

Оглавление:

Введение	3
Глава 1. Общие сведения о самоцветах	5
1.1. История развития науки геммологии	5
1.2. Свойства камнесамоцветного сырья и его классификация	5
1.3. Название камней	10
1.4. Характеристика основных видов цветных камней	10
1.5. Разновидности аморфных форм камнесамоцветного сырья	15
1.6. Методы диагностики самоцветов	16
Глава 2. Лечебные свойства самоцветов	21
2.1. Лечебные свойства камней самоцветов	21
2.2. Влияние минералов на чакры человека	23
Глава 3. Самоцветы Севера Урала и Тимана	31
3.1. Цветные камни Севера Урала и Тимана	31
3.3. Типы месторождений камнецветного сырья и способы их добычи	32
Глава 4. Синтетические цветные камни	33
4.1. Способы выращивания синтетических камней	33
4.2. Имитация цветных камней. Стразы, дублеты	36
4.3. Изменение физических свойств цветных камней (облагораживание)	37
Глава 5. Обработка геммологического сырья	38
5.1. Распиловка и шлифовка самоцветов	38
5.2. Полирующие и полировальные материалы	41
5.3. Огранка геммологического сырья	42
5.4. Изготовление шаров и бус круглого сечения	46
5.5. Галтовка	48
5.6. Резьба по камню, гравирование	50
5.7. Изготовление изделий с использованием токарных станков.	51
5.8. Мозаика и инкрустация	52

Глава 6. Ювелирное дело.....	53
6.1. Общие сведения о ювелирном деле.....	53
6.2. Металлы и сплавы	54
6.3. Инструмент и материалы, применяемые при изготовлении ювелирных изделий.....	56
6.4. Филигранные изделия.....	57
Раздел 7. Изготовление шлифов для петрографических исследований	60
7.1. Резка (распиловка) камня	60
7.2. Шлифовка камня	61
7.3. Изготовление шлифов из горных пород и минералов.....	64
7.4. Вредные факторы при работе в камнерезно-шлифовальной мастерской и техника безопасности при изготовлении ювелирных изделий.....	65
Приложение	67
Геммологический словарь	68
Библиографический список.....	69

Учебное издание

Михаил Ильич Фомин
Оксана Витальевна Соловьева

ОСНОВЫ ГЕММОЛОГИИ

Учебное пособие

Редактор Л.А. Кокшарова
Технический редактор Л.П. Коровкина

План 2009 г., позиция 29. Подписано в печать 16.06.2009 г.
Компьютерный набор. Гарнитура Time New Roman.
Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.
Усл. печ. л. 4,2. Уч.-изд. л. 4,0. Тираж 120 экз. Заказ № 232.

Ухтинский государственный технический университет.
169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13.
Отдел оперативной полиграфии УГТУ.
169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Октябрьская, д. 13.