

Купить книгу "Теория и практика ювелирного дела "

Э. Тренолъ

**ТЕОРИЯ
И ПРАКТИКА
ЮВЕЛИРНОГО
ДЕЛА**

РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ

ТЕХНОЛОГИЯ ОТДЕЛОЧНЫХ ОПЕРАЦИЙ

ГЛАВА 21

ШЛИФОВАНИЕ И ПОЛИРОВАНИЕ

65. СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССОВ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Шлифование и полирование относятся к отдельной группе методов обработки металлов резанием. Цель этой обработки состоит не в придании металлу определенной формы, как это имеет место при опиливании, фрезеровании, сверлении и т. п., а в том, чтобы придать готовым изделиям определенную чистоту поверхности и точные размеры.

Шлифование служит в основном для получения гладкой поверхности, формоизменение при этой обработке незначительно и играет второстепенную роль.

Полирование обеспечивает получение на гладкой, но матовой поверхности сильного металлического блеска (глянца). Между шлифованием и полированием нельзя провести резкой границы, так как оба процесса преследуют близкие задачи и во многом сходны друг с другом.

Процесс шлифования проще всего рассмотреть на примере работы карборундового шлифовального круга. Он состоит из абразивного материала и связки. В данном случае это остроугольные, твердые карборундовые кристаллы, заключенные в связующее вещество и удерживаемые в нем (рис. 243).

Когда металл прижимают к вращающемуся шлифовальному кругу, то остроугольные кристаллы действуют на него, как зубья фрезы, и снимают тонкий слой металла, образуя стружки переменного сечения. Глубина захвата резания и тем самым качество обрабатываемой поверхности зависят от величины шлифующих зерен. Кроме того, эти зерна выступают из связующего вещества на различную величину, и поэтому глубина захвата металла ими получается неодинаковой.

Точно так же, как снимаемые стружки остаются между зубьями напильника, они застревают и в промежутках пористого шлифовального материала до тех пор, пока им не удастся освободиться оттуда.

В процессе резания острые края зерен срабатываются, становятся закругленными и тупыми. Затупившиеся зерна выпадают из связующего вещества, что дает возможность вступить в работу новым острым зернам, расположенным под ними. Только при этом условии будет обеспечена нормальная работа шлифовального круга, так как, если связующее вещество удерживает слишком прочно затупившиеся зерна, то режущая способность круга падает,

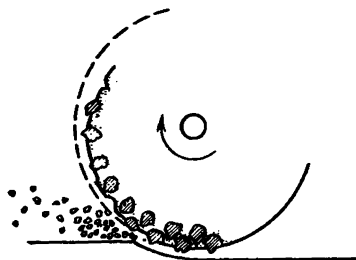


Рис. 243. Схема процесса шлифования

он «засаливается», не «берет» металл и, наоборот, если связующее вещество слишком легко освобождает зерна, то последние будут выпадать преждевременно, еще будучи острыми, и круг очень быстро изнашивается. Отчасти действие шлифовального круга зависит и от обрабатываемого металла, так как частицы мягкого металла застревают в порах и затрудняют шлифование, в то время как хрупкие и твердые металлы вызывают выкрашивание зерен.

Этот же процесс можно наблюдать и при шлифовании жирным трепелом на войлочном круге. Трепел состоит из мельчайших кристаллов кварца, связанных друг с другом жирным веществом. Сам войлочный полировальный круг служит только носителем этого абразивного материала.

Если при шлифовании наблюдается снятие стружки, то основное действие процесса полирования состоит в сглаживании поверхности под действием сил давления, как это особенно наглядно видно при обработке металлической поверхности стальным полировником.

В то время как зерна абразивных материалов являются более или менее остроугольными, зерна крокуса даже при сильном увеличении выглядят гладкими, закругленными. Когда вращающийся круг, на который нанесено полировальное вещество, прижимается к металлической поверхности, в месте касания происходит сильное нагревание, благодаря чему в этом месте увеличиваются тягучесть и пластичность металла. Теперь микронеровности начинают сдавливаться и стираться, а возвышения — вмиг впадать в соседние углубления поверхности металла. Еще не доказано безупречно, что микрообъемы металла нагреваются при полировании до точки плавления, и хотя напряжения в его поверхностных слоях достигают предела текучести, несмотря на это все же может происходить отделение мелких стружек.

Шлифовально-полировальный станок. У такого станка вал удлинен с обеих сторон для закрепления на нем полировальных инструментов. Вал может быть коническим, либо иметь резьбу для закрепления войлочного диска и круглых щеток; с другой стороны, вал может быть цилиндрическим, тогда полировальный инструмент закрепляется гайками между двумя фланцами.

В настоящее время наибольшее распространение имеют полировальные станки с двигателями переменного тока с короткозамкнутым ротором. Мощность двигателя полировального станка должна составлять не менее $\frac{1}{4}$ л. с. Так как двигатель требует высокого пускового тока, то он должен иметь предохранитель на 10 А. При полировании скорость вращения должна быть в пределах от 2800 до 3000 об/мин, при крацевании — только от 700 до 750 об/мин. У двигателей с переключающимися полюсами можно снижать число оборотов наполовину, т. е. с 3000 до 1400 об/мин; такая скорость вращения для полирования слишком низка, для крацевания — слишком высока, поэтому добиваются нужного для крацевания замедленного числа оборотов при помощи регулятора сопротивления. В обоих случаях мощность двигателя снижается с уменьшением скорости, при большой нагрузке он затормаживается и доходит почти до остановки. По сравнению с этим можно сохранить полную мощность двигателя при небольшом числе оборотов подключением редуктора, так как в последнем случае число оборотов будет снижаться не вследствие уменьшения мощности двигателя, а из-за передаточного отношения редуктора, равного 4 : 1.

Шлифующие и полирующие материалы *Оксид алюминия* — Al_2O_3 (корунд). Это соединение встречается в природе в виде рубина и сапфира. Кроме того, натуральный корунд обнаруживается в виде зернистых вкраплений в пустой породе. Твердость его по Моосу *НМ* равна 9.

Наждак. Этот минерал темно-серого, иногда черного цвета, состоящий приблизительно из 65% Al_2O_3 , смешанной с магнетитом, гематитом, пиритом и кварцем. В зависимости от чистоты, твердость его *НМ* составляет от 6 до 8. Основные месторождения наждака находятся на острове Наксос в Эгейском море. Природные глыбы минерала мелко размалывают и получают абразивный материал.

Электрокорунд. Он является искусственным абразивным материалом. Для получения нормального корунда бокситы и углерод расплавляются в электродуговой печи при температуре $2200^{\circ}C$; в процессе плавки составные части бокситов восстанавливаются углеродом. Конечный продукт содержит 94—97% Al_2O_3 и примеси железа, титана, кремния.

Благородный корунд получают посредством плавки в электропечи чистых бокситов; путем нагревания в натриевом щелоке

в автоклаве и последующего осаждения получают продукт, содержащий до 99% Al_2O_3 , твердость которого может быть выше, чем у природного корунда.

Двуокись кремния — SiO_2 . Кварц является чистой формой кристаллизованной двуокиси кремния (кремнивого ангидрида), в природе он встречается в различных минералах. Имеет твердость *НМ7*. В виде кварцевой муки или песка он используется для изготовления наждачной бумаги и в пескоструйных аппаратах, в виде порошка и паст — для чистки предметов домашнего обихода. Кремнезем весьма распространен в природе: он составляет $\frac{1}{4}$ часть массы твердой земной коры. Добытый в карьерах желтоватый песок промывается, прокаливается и размалывается. Конечным продуктом переработки является трепел, который используется в качестве основы для различных абразивных материалов. Искусственный трепел — это мелкозернистая смесь различных видов кремнивого ангидрида, обезвоженной кремниевой кислоты, кристаллического кварца и кварцевого песка.

Карбид кремния — SiC (карборунд). Этот абразив получают нагреванием кокса и кварцевого песка с добавлением опилок и поваренной соли в электропечи при температуре выше 2000°C . Черные кристаллы карбида кремния, имеющие твердость *НМ9,5*, служат для обработки хрупких материалов и мягких металлов.

Окись железа — Fe_2O_3 . Красный железняк (гематит) является естественной формой окиси железа. Этот серо-стальной камень, подобно стальному полировнику, используется для ручного полирования.

Красная политура (крокус). Этот полировальный порошок большей частью изготавливают из размолотого и промытого красного железняка или путем искусственного окисления железных опилок. Чем темнее красная краска, тем тверже полирующий материал.

Окись хрома — Cr_2O_3 . Порошок окиси хрома образует зеленую политуру. Она особенно хорошо подходит для обработки твердых металлов. Окись хрома изготавливается исключительно искусственным путем.

Двуокись олова — SnO_2 . Этот серый порошок образуется при сжигании олова. Из-за небольшой твердости и мелкозернистого строения он применяется в качестве утонченного полировального средства для изящных изделий.

Окись цинка — ZnO . По виду и применению она соответствует двуокиси олова; получается также путем сжигания металла на воздухе.

Окись магния — MgO (магнезия). Белый хлопьевидный порошок магнезии является особенно мягким полировочным средством. Вместе с окисью алюминия, венской известью и другими добавками он образует белую политуру.

Углекислый кальций — CaCO_3 (известь). Отмученный мел получается из натурального мела, который образовался путем отло-

жения маленьких морских животных с известковым панцирем. Быветрившийся мел перемешивается с водой в жидкую кашницу и отстаивается; осадок просушивается и размалывается. Таким образом получают основу для различных полировальных паст и порошков.

Венская известь (жженная известь). Она изготавливается из минерала доломита, причем кальций и магний из карбонатов переводятся в окисные соединения. Венская известь неустойчива на воздухе, поэтому она должна храниться в закрытых сосудах.

67. ТЕХНОЛОГИЯ И РАБОЧИЕ ПРИЕМЫ ШЛИФОВАНИЯ

Шлифование закрепленными абразивами. *Шлифование наждачной бумагой (шкуркой).* Основной для абразивного материала служит особенно прочная и жесткая бумага или полотно; в качестве связывающего средства для наклеивания наждачных зерен применяются клеи из кожи и костей. Тонкость наждачной бумаги определяется величиной зерен абразива, выраженной в микронах. Так, например, микропорошки абразивных материалов номеров М40, М28. . . М7, М5 имеют размер зерна соответственно в 40, 28. . . 7 и 5 мкм. Шлифовальные порошки с более крупными зернами имеют номера от № 12 до № 3. Здесь цифра обозначает зернистость абразива в сотых долях миллиметра.

Бруски для наждачной бумаги (наждачные рейки, наждачные напильники) изготавливаются из дерева и либо оклеиваются наждачной бумагой, либо абразивный материал укрепляется непосредственно на дереве (рис. 244). По форме эти бруски похожи на напильники.

Если наждачной бумагой нужно обработать ровные плоскости, то ее следует положить на гладкую плиту: только при этом условии обработанная плоскость действительно останется ровной. В случае обработки плоских поверхностей наждачной бумагой, обернутой вокруг пальца или напильника, возникает опасность, что острые края, в особенности у больших предметов, станут закругленными; при обертывании наждачной бумагой напильника возникает дополнительная опасность от того, что бумага может протереться и тогда напильник оцарапает уже отшлифованную плоскость. Несмотря на это, приходится иногда прибегать к такого рода методам, так как в этом случае можно быстро сгладить предвари-

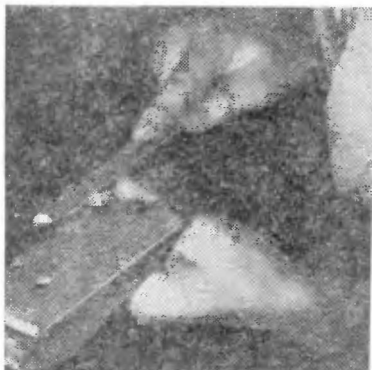


Рис. 244. Работа с наждачной рейкой

тельно опиленную металлическую поверхность. Но все же повсюду, где требуется очень ровная поверхность, нельзя обойтись без наждачных брусков.

Шлифование абразивными брусками и камнями. *Точильный камень (брусок).* В качестве точильного камня применяется плоский камень прямоугольного сечения, длиной от 200 до 300 мм. Практические приемы шлифования на таком камне заключаются в том, что обрабатываемый предмет равномерными движениями перемещают назад и вперед по плоскости камня до тех пор, пока металлическая поверхность не будет равномерно обработана



Рис. 245. Шлифование плоскости изделия на точильном камне

повсюду (рис. 245). Для того чтобы не допустить образования царапин и рисок от зерен абразива и появления односторонних напряжений, необходимо часто менять направление шлифования.

Напильники из карбида кремния (карборунда). Так называют стержнеобразные камни из карбида кремния длиной около 150 мм с разнообразными формами сечения: квадратной, круглой, полукруглой, треугольной, прямоугольной. Эти камни имеют различную зернистость; они используются как напильники, но, в противоположность точильным камням, должны смачиваться, чтобы снимаемые металлические частички не могли застрять в их порах. Напильник сначала очищается, затем на его хвостовую часть укладывают влажную дощечку, к нижней стороне которой прибиваются гвоздями две рейки, которые не дают напильнику соскальзывать в стороны при работе. Рядом на верстаке ставят стакан с водой, в который периодически погружают брусочек во время шлифования. При обработке предметов с острыми кромками нельзя заходить шлифовальным камнем за край. Предмет должен быть основательно промыт в проточной воде до того, как он будет подвергаться обработке следующим по зернистости камнем. Каменным напильником с более мелкими зернами шлифуют деталь под

прямым углом по отношению к предыдущему направлению, снимая следы предшествующей обработки (рис. 246). Подобным же образом можно напильниками из карбида кремния обрабатывать эмаль, стекло и драгоценные камни, при их твердости по Моосу ниже 9.

Пемза. Этот пористый материал похож по способу действия и применению на карбид кремния, но является менее твердым. Грубые обломки пемзы обрубаются и затем при помощи старого напильника доводятся до нужной формы. Пемза особенно хорошо подходит для мокрого шлифования больших серебряных предметов.



Рис. 246. Шлифование напильниками (брусочками) из сланца и карбида кремния

Сланец (шифер). Он является незаменимым естественным средством для тонкого шлифования. Сланцевые камни изготавливаются такой же формы, что и напильники из карбида кремния. Однако преимущество этого более мягкого материала заключается в том, что так же, как и в случае использования пемзы, шлифовальный камень можно сделать любой специальной формы. При помощи остро заточенных тонких стержней из шиферного камня, называемых грифелями, можно обработать труднодоступные места предмета, чего нельзя достичь при помощи бруска из карбида кремния. Все, что было сказано относительно использования напильников из карбида кремния, справедливо и для работы со сланцевыми камнями.

Шлифовальные угли. Хотя эти, приготовленные особым способом, древесные угли не относятся непосредственно к шлифовальным камням, но могут быть приравнены к ним по применению. Большей частью шлифовальные угли изготавливаются в виде брусков квадратного сечения, однако их легко опилить до любого другого профиля. Ими следует работать, используя большое количество воды. Шлифовальные угли являются наиболее мягким материалом для доводочного шлифования и применяются при окончательной обработке металла.

Шлифованием наждачной бумагой или абразивным кругом на шлифовальном станке можно выполнить работу быстрее, однако эти способы можно применять только там, где они не приведут к нежелательным последствиям. В некоторых случаях указанные методы не дают положительного результата. Следует всегда помнить, что плоскость предмета получится ровной лишь в том случае, когда она шлифуется гладким плоским инструментом; и даже особо тщательная обработка вращающейся шлифующей щеткой никогда не обеспечит получения острых кромок на изделии.

Шлифование свободными абразивами. *Шлифующие порошковые материалы и их носители.* Для грубой предварительной обра-



Рис. 247. Полирование деревянной палочкой

ботки, в особенности при изготовлении больших серебряных предметов, применяют пемзовую муку (размолотый пемзовый камень); для более тонких работ, таких как шлифование деталей украшений, применяют трепел. Оба вещества должны быть приготовлены в виде кашицы: будучи смешанными с водой они полируют сильнее, а при добавлении масла или жировых веществ — действуют мягче.

Т р е п е л в большинстве случаев применяют в виде готовой твердой пасты для шлифования вращающимися щетками и войлоком. В то время как закрепленный связкой монолитный абразив (камень, круг) одновременно является и носителем шлифовального материала, для свободного абразива требуется дополнительный носитель абразивных частиц. Под этим последним подразумевается инструмент, на который наносится шлифующее вещество и на котором оно удерживается в процессе обработки.

Шлифование рукой. Простейшим носителем свободных частиц абразивного материала является человеческая рука, на палец или мякоть ладони которой наносится шлифующий порошок со связующим веществом, после чего производится шлифование предмета. Такой метод применяется, например, в том случае, когда обработанный серой серебряный предмет местами нужно снова просветлить. Однако шлифование рукой имеет ограниченное применение, так как только в редких случаях можно достать пальцем и равномерно обработать все части предмета.

Для небольших ювелирных работ шлифовальные деревянные отделочные или полировальные палочки подходят гораздо больше. Плотное вязкое дерево



Рис. 248. Полирование натянутой нитью

бересклета с его равномерной твердой структурой оказалось лучшим материалом для этой цели. Из деревянных чурок можно самому легко вырезать желаемую форму бруска или тонкого стержня, вследствие чего создается возможность применять шлифующее средство в небольших труднодоступных уголках обрабатываемой детали. При употреблении конец палочки погружают в кашницу из шлифующего порошка и обрабатывают частичками абразива, которые прилипают к дереву и вдавливаются (шаржируются) в него, металлическую поверхность изделия (рис. 247).

Для полировки мелких отверстий и звеньев цепочек наиболее подходящим носителем шлифующего вещества является *натянутая нить*. Для более крупных отверстий сплетают пучок нитей в виде косы. Таким образом, в соответствии с величиной отверстия используют одну или несколько нитей одновременно. Перед началом шлифования косичку из нитей вешают на крючок у края верстака и намазывают на нее абразивное вещество (для этого случая особенно подходит жирный трепел); затем косичку пропускают через отверстие, туго натягивают и водят по ней обрабатываемый предмет назад и вперед до тех

пор, пока он не будет полностью отшлифован изнутри (рис. 248). Если нить держат слишком слабо, то края отверстия закругляются. На рис. 249 показаны различные инструменты для полировального станка.

Механическое шлифование. Различают два типа приводных станков для шлифования и полирования: собственно по-

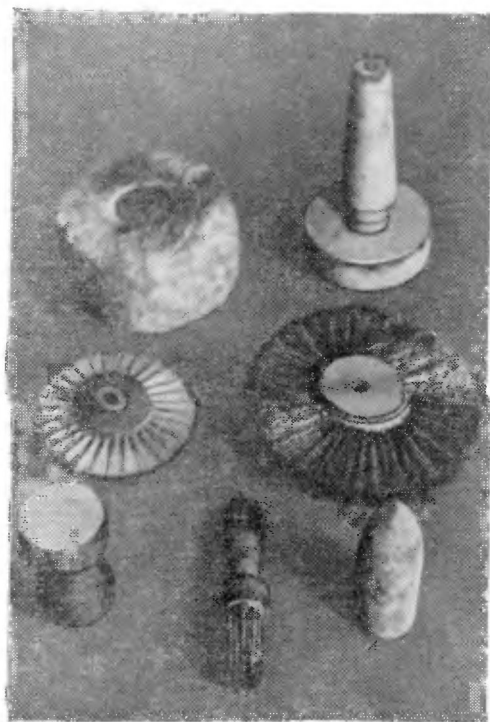


Рис. 249. Различные инструменты для полировального станка: шерстяной круг, войлочный круг для колец (филец), круглая щетка для шлифования, латунная крацовка, полировальный фетр, щетка в виде кисти, полировальный конус (дори) из фетра

животных, и смешанный — волосяной и шерстяной вместе. Форму войлочного диска можно легко изменить самому при помощи рапиры или напильника с крупной насечкой.

Войлочный диск укрепляется на коническом шипе полировального мотора. На вращающийся круг наносят шлифующее вещество, которое прочно удерживается частицами войска.

Для шлифования применяют более грубый войлок и более твердые круглые щетки, чем при полировании. Преимущество

лировальный станок и электрическую бормашинку с гибким валом. У полировального станка войлочный круг и щетки укрепляются на цилиндрическом или коническом шпинделе, который приводится в действие электродвигателем. Для тонких работ требуются более мелкие шлифовальные инструменты, которые укрепляются в зажимном патроне гибкого вала (рис. 250 и 251).

В основном, форма носителей шлифовального вещества у обоих видов станков одинакова, они отличаются, собственно, только по величине и различными способами крепления.

Шлифовальный войлок должен быть тверже и крепче, чем полировальный. Различают шерстяной войлок, изготовленный из чистой шерсти, волосяной войлок, изготовленный из волос

щетки по сравнению с войлочным кругом заключается в том, что она легко обрабатывает детали усложненной формы. Следует следить за тем, чтобы у предварительно обработанного плоским шлифованием предмета, вследствие воздействия вращающейся щетки, не оказались затупленными острые ребра.

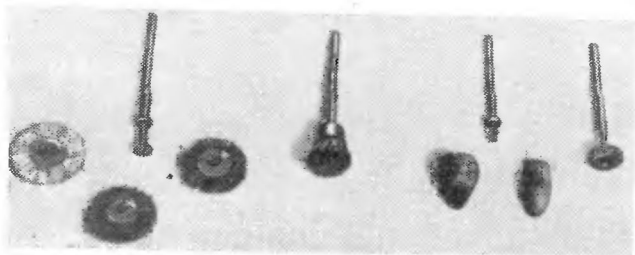


Рис. 250. Инструменты для шлифования, полирования и крацевания бормашинкой

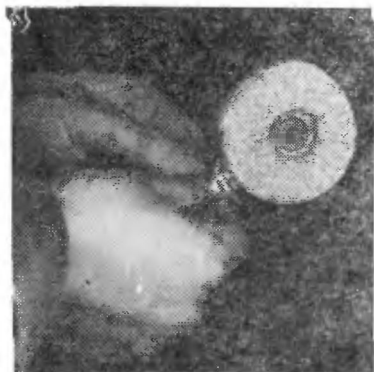


Рис. 251. Полирование кольца на полировальном станке: а — на фетровом дорне; б — на шерстяном круге

68. ТЕХНОЛОГИЯ И РАБОЧИЕ ПРИЕМЫ ПОЛИРОВАНИЯ

В противоположность шлифованию при полировании не применяются жесткие абразивные инструменты со связкой зерен типа брусков, камней и т. п., а используются исключительно свободные полировальные вещества. Последние наносятся на какой-либо носитель полировальных частиц.

Полировальные вещества и их носители. Простейшее полировальное вещество можно изготовить самому, перемешав отмученный мел с нашатырным спиртом. Полученную жидкую кашку намазывают на носитель полировального вещества — узкие