



М.И. ПОЧУКАЕВ

*Нагминающему
граверу*

М. И. ПОЧУКАЕВ

НАЧИНАЮЩЕМУ ГРАВЕРУ

Издание 2-е, переработанное



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»
Москва 1971

Начинающему граверу. Почукаев М. И. М., «Машиностроение», 1971, стр. 48.

В брошюре обобщен богатый опыт автора — известного тульского мастера граверного дела. В брошюре рассматриваются рабочее место гравера, назначение, выбор и изготовление инструмента для выполнения граверных работ. Приведены примеры практических работ, образцы художественного гравирования, выполненные автором.

Брошюра предназначена для начинающих граверов.

Табл. 3, илл. 57.

Рецензент **Тульское областное правление НТО Машпрома**
Редактор **канд. техн. наук М. И. Юликов**

ПРЕДИСЛОВИЕ

Многим читателям не раз приходилось видеть в старинных книгах прекрасно выполненные штриховые рисунки известных в свое время мастеров. В музеях хранится уникальное оружие, украшенное искусно выполненными на нем изображениями сцен из жизни, охоты или просто национальным орнаментом.

В музее В. И. Ленина находится охотничье ружье, подаренное ему туляками в 1923 г. Над украшением ружья трудился коллектив граверов Тульского оружейного завода. Чеканку дубовым орнаментом на головке ружья выполнял в то время 27-летний автор этой брошюры.

В настоящее время иллюстрации в книгах, гравирование ружей серийного производства и других предметов выполняются с помощью гравировальных станков. При гравировании на станках изделия не имеют индивидуального характера, что характерно для ручного гравирования. Искусство ручного художественного гравирования постепенно забывается, кроме того, книги о граверных работах в настоящее время стали библиографической редкостью.

Предлагаемая брошюра является практическим руководством для тех, кто интересуется граверным делом. Брошюра поможет освоить наиболее простые методы ручного гравирования по металлу.

Автор этой брошюры 43 года отдал граверному делу, работая на Тульском оружейном заводе. Он и сейчас, находясь на заслуженном отдыхе, продолжает заниматься любимой работой.

РАБОЧЕЕ МЕСТО ГРАВЕРА

Для большего удобства гравирования необходимо иметь прочный рабочий стол-верстак с вырезом для груди (рис. 1). Слева на столе должны быть укреплены поворотные тиски с параллельно перемещающимися губками. Стул желательно иметь с сиденьем, регулируемым по высоте. Регулировку сидения по высоте можно считать законченной, когда гравер сидит на стуле не сутулясь, а локти его рук свободно лежат на столе. На расстоянии вытянутых рук гравера на столе располагаются все необходимые инструменты, материалы и принадлежности.

Лишние предметы на столе затрудняют работу. Идеальная чистота и образцовый порядок как в самом помещении, так и на рабочем месте способствуют успешному выполнению граверных работ.

Освещение гравированного изделия может быть естественным и искусственным. Однако в любом случае очень важно, чтобы свет был мягким. Поэтому надо избегать освещения прямыми солнечными лучами и лампами большой мощности без защитного полупрозрачного экрана, рассеивающего свет. При естественном освещении желательно рабочий стол располагать у окна, выходящего на север, северо-восток или северо-

запад. Если стол расположен у окна, выходящего на южную сторону, то при солнечном освещении окно надо занавесить шторой из тонкого белого полотна. Необходимо в любом случае избегать бокового освещения, так как при этом быстро утомляется зрение вследствие наличия теней от рук и инструмента. Поэтому на пути лучей света, идущих с боков, надо ставить полупрозрачные или темные экраны.

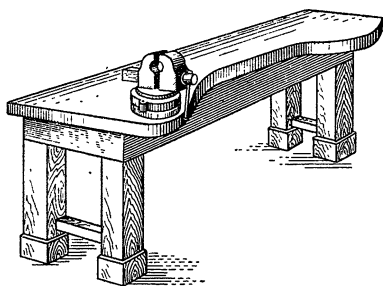


Рис. 1. Стол-верстак

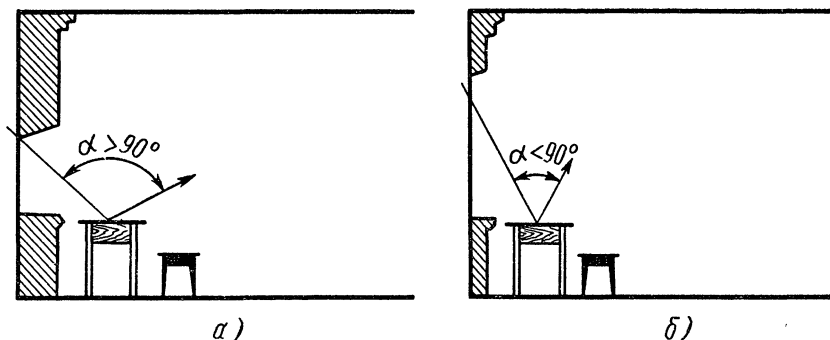


Рис. 2. Схема освещения гравированного изделия:

а — неправильное освещение; б — правильное освещение

Для четкого выделения штрихов на гравированном изделии необходимо, чтобы угол α между падающими и отраженными лучами света был не более 90° (рис. 2). Кроме того, для правильного освещения гравированного изделия необходимо, чтобы окна в помещении были высокими, а стол гравера надо ставить ближе к окну.

Если гравированное изделие имеет блестящую поверхность, то гравер должен надевать козырек (рис. 3). Для освещения гравированного изделия при работе вечером можно использовать электрическую лампу мощностью 60—80 вт, которую необходимо располагать на расстоянии 400—800 мм от гравера.

Наилучшее освещение можно получить, если между лампой и гравированным изделием поместить на специальной подставке стеклянный шар-колбу с жидкостью следующего состава: кипяченая вода 2 л, азотная кислота 25 г, медный купорос 50 г. Эта жидкость прозрачная, голубого цвета. Свет от электрической лампы, проходя через колбу, равномерно и мягко освещает предмет. Кроме того, задерживает тепло, выделяемое лампой, и снимает неприятное ощущение от освещения незащи-

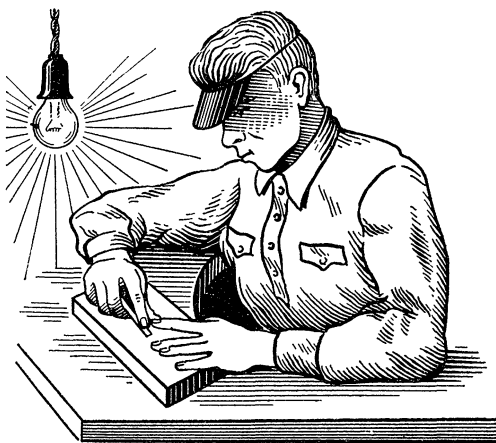


Рис. 3. Гравирование с использованием козырька

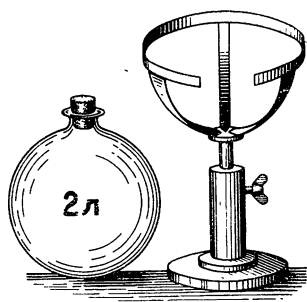


Рис. 4. Общий вид колбы и подставки

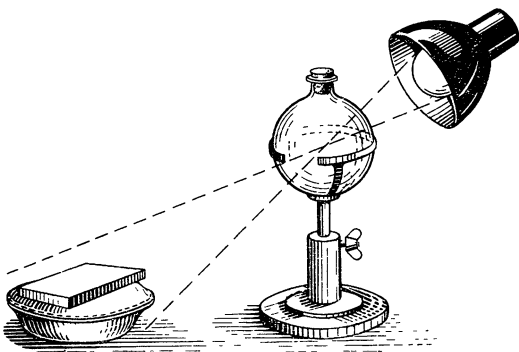


Рис. 5. Схема освещения с использованием колбы

щенной лампой. На рис. 4 показан общий вид колбы и подставки, а на рис. 5 дана схема освещения с использованием колбы.

Температура воздуха в помещении, где работает гравер, должна быть в пределах от 15 до 25°C . При температуре ниже 15°C на металлических предметах появляется влага от дыхания гравера. Вследствие этого нанесенный карандашом рисунок легко стирается, а поверхность гравированного металлического предмета окисляется. При температуре выше 25°C руки гравера становятся влажными и удержать инструмент в нужном положении трудно. Если работа гравера будет связана с применением кислот, то необходимо для предосторожности иметь шкаф для склянок с кислотой. Шкаф должен иметь вытяжную трубу для отвода вредных газов. Если такого шкафа нет, то необходимо иметь колпак, который должен быть соединен с вытяжной трубой, а помещение надо регулярно тщательно проветривать.

Основным инструментом гравера является штихель (граверный резец). Штихель представляет собой стальной резец длиной 120 мм , вставленный в деревянную ручку специальной формы (рис. 6).

Ручки изготовляют из твердых пород дерева разной длины, которая подбирается гравером по своей руке. На тонкий конец ручки надевается металлическая втулка, которая предохраняет деревянную ручку от растрескивания при ее посадке на клинок.

Различные виды штихелей показаны на рис. 7. Штихели различаются по форме клинка и его поперечным сечениям. Грабштихель в поперечном сечении имеет форму ромба с углом между режущими кромками от 30 до 90° . Клинок выгнут. Стрела прогиба посередине составляет $3\text{—}8\text{ мм}$. Мессер-

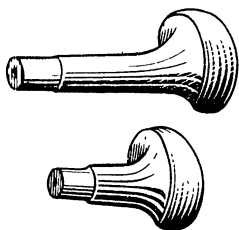


Рис. 6. Ручки для
штихеля

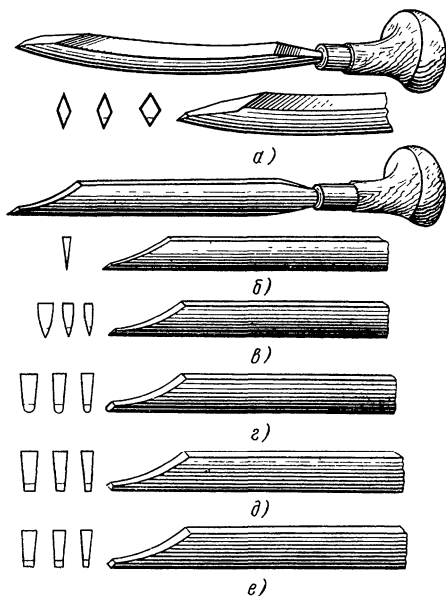


Рис. 7. Граверные
резцы (штихели):

a — грабштихель; *б* —
мессерштихель; *в* — шпи-
штихель; *г* — болтшти-
хель; *д* — флаштихель;
е — шатирштихель

штихель в поперечном сечении имеет клиновидную форму с острой режущей кромкой. Кромка слегка затуплена. Радиус затупления 0,1—0,2 мм. Шпиштихель отличается от мессерштихеля тем, что боковые стенки в поперечном сечении имеют небольшую выпуклость. Болтштихель в сечении имеет клиновидную форму. Режущая кромка выполнена по радиусу от 0,3 до 1,5 мм. Флаштихель имеет плоскую режущую кромку шириной от 0,2 до 3 мм. Шатирштихель имеет плоскую режущую кромку с несколькими зубцами, вследствие чего дает сразу несколько параллельных штрихов. Шаг зубцов от 0,1 до 0,3 мм.

Штихели можно изготовить вручную. Граверный инструмент изготавливают обычно из инструментальной стали У12А или ХВГ. Кроме этих сталей, можно использовать прутковую сталь («серебрянка»), полосу от рессоры, небольшой плоский напильник, наружные кольца шарикоподшипников, которые предварительно отжигают, разрезают и выпрямляют.

Для изготовления резца отрезают полосу стали длиной до 120 мм нужного сечения. Предварительную обработку следует производить с помощью личного напильника. Если сталь окажется очень твердой, то необходимо произвести отжиг. Для этого следует полоски стали положить в плоскую железную коробку, засыпать песком или углем. Затем эту коробку положить в угли, разогреть докрасна и оставить в печи до полного остывания.

Предварительно обработанный напильником до нужной формы резец выгибают. Необходимо внимательно следить, чтобы режущая кромка, которая является направляющей при гравировании, была расположена в одной плоскости. Затем приступают к закалке резца. Резец нагревают до светло-малинового цвета и опускают в воду так, чтобы обух резца погружался в воду наклонно (рис. 8). Это необходимо для избежания разрушения режущей кромки от внутренних напряжений, возникающих от быстрого охлаждения. Когда резец будет закален, его закрепляют в ручке и с помощью гладкого наждачного камня затачивают боковые стороны, при этом необходимо добиваться, чтобы режущая кромка была прямолинейна. Затем производят заточку конца резца под углом 45° . Изготовленный таким способом резец проверяют на стали. Если конец резца сминается, то он недокален, если крошится — перекален. Перекаленный или недокаленный резец можно исправить. Перекаленный резец необходимо отпустить, для этого нужно подвести сбоку к пламени спиртовой лампочки или стеариновой свечи так, чтобы резец не покрывался копотью, и равномерно нагревать (рис. 9) до тех пор, пока поверхность резца не приобретает желтоватый цвет. Потом резец быстро охлаждают в воде. Если резец недокален, то закалку повторяют. Более подробно о закалке и отпуске резца изложено ниже. Нужно обязательно научиться затачивать инструмент, прежде чем начать работать, так как тупым инструментом работать нельзя. Прием затачивания инструмента показан на рис. 11.

При затачивании локоть руки надо держать навесу неподвижно, а кисть руки направлять к себе и обратно, плотно прижимая резец к камню, чтобы плоскость его затачивалась ровно под углом 45° (рис. 10, а). При правильной заточке угол заострения резца должен быть равен 45° , в этом случае резец будет резать легко и на нужную глубину. Если угол заострения меньше 45° (рис. 10, б), то при гравировании резец будет перемещаться рывками («прыгать»), а при угле заострения больше 45° (рис. 10, в) будет скользить. Переднюю поверхность резца следует укоротить затачиванием (рис. 10, г). Плоские изделия для выполнения на них граверных работ кладут на кожаную подушку (рис. 12). Без такой подушки трудно сделать чистые ровные круговые штрихи. Граверную подушку можно сделать самому граверу. Из кожи толщиной 3—4 мм вырезают два круга диаметром 180—200 мм. Эти круги, предварительно замачивают в воде, накладывают один на другой, затем круги сшивают дратвой сапожным швом, отступая от края на 5 мм. Круг прошивают неполностью: 30—50 мм оставляют незащитными. Образовавшийся мешок набивают промытым сухим песком. Отверстие зашивают и подушку разравнивают на столе.

Рис. 8. Схема погружения штихеля в воду при его за-
калке

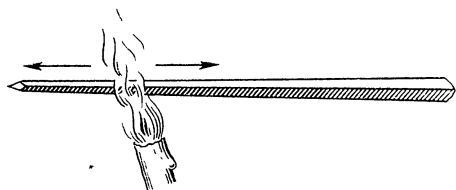
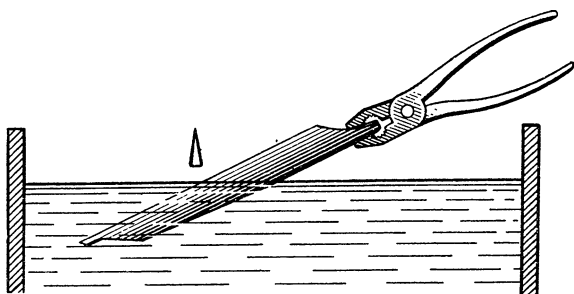


Рис. 9. Нагрев штихеля
в пламени свечи

Рис. 10. Затачивание резцов:
а—в неправильное; г — правильное

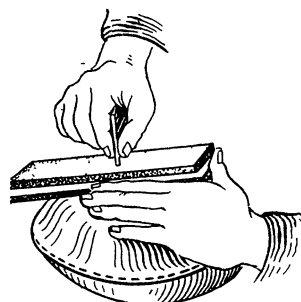
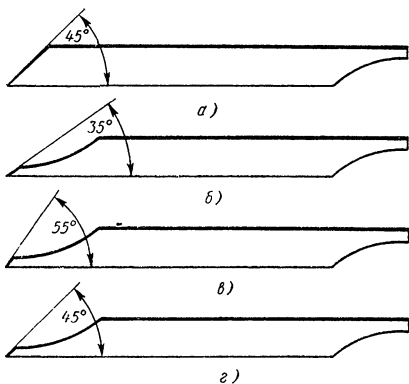


Рис. 11. Прием
затачивания ин-
струмента

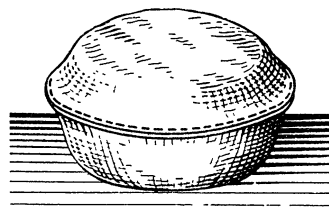


Рис. 12. Граверная
подушка

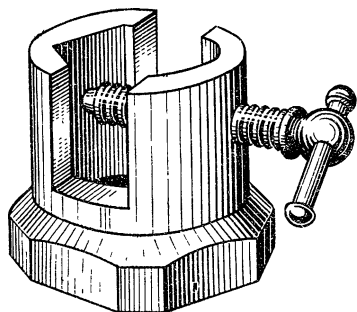


Рис. 13. Граверная колодка



Рис. 14. Граверный молоток

иметь легкий граверный молоток весом 75—100 г (рис. 14). Этот молоток отличается от обычного молотка тем, что имеет круглый расширенный боек диаметром 30 мм. Торец молотка имеет сферическую форму радиусом 50 мм. Верхняя часть молотка выполнена по сфере радиусом 6—8 мм. Высота молотка 50—60 мм. Молоток изготавливают из стали 45 твердостью HRC 46—50. Рукоятку длиной 200—220 мм изготавливают из твердых пород дерева.

Кроме основного инструмента и специальных приспособлений, желательно иметь наковальню весом 20—30 кг, точило с приводом от электродвигателя, электродрель для сверл диаметром до 6 мм, набор драчевых и личных напильников и ножовку. В специальном инструментальном ящике необходимо иметь наборы сверл, метчиков, плашек, надфилей.

Необходимо также иметь лупу с десятикратным увеличением, которая могла бы закрепляться на штативе, и часовую лупу. Кроме того, необходимо иметь металлическую линейку до 300 мм, штангенциркуль и микрометр.

При обработке торца из удлиненной заготовки (печати, клейма и т. п.) необходимо использовать специальную граверную колодку. Граверная колодка имеет небольшие размеры (высота 110—120 мм, наружный диаметр 75—80 мм). Колодку и зажимной винт М16 подготавливают из стали 45. Граверная колодка хорошо держит обрабатываемое изделие и дает возможность быстро и точно производить опиловку клейма или другого предмета. Колодка проста в изготовлении, конструкция ее дана на рис. 13. Конец винта, прижимающий деталь, закалывают до твердости HRC 38—43.

Для работы молоточным резцом для получения контуров и осечек необходимо

ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ ГРАВЕРУ-РЕЗЧИКУ

Для проведения практических работ нужно подготовить пластинку из какого-нибудь медного сплава (латуни, бронзы, мельхиора) толщиной 3—6 мм. Можно использовать из дюр-алюминия. Чистые медь и алюминий употреблять нельзя, так как они обладают большой вязкостью и мягкостью. Для начинающего гравера нужно брать нетвердый металл, но хрупкий. Приготовленную небольшую пластинку закрепляют на доске, чтобы удобно удерживать левой рукой. Пластинку кладут на граверную подушку. При помощи линейки и чертилки проводят параллельные линии на расстоянии 2—3 мм друг от друга и от краев (рис. 15). В правую руку берут резец (шпи-штихель), в левую пластинку так, чтобы большой или указательный палец левой руки упирался в большой палец правой руки (рис. 16, а). Это делается для того, чтобы избежать травмирования руки, так как резец может скользнуть вдоль пластинки и попасть в руку (рис. 16, б). Прорезание линий необходимо начинать от вершины угла. Сначала прорезают те линии, которые начерчены по краям пластинки (рамки). Нажимая на резец, поднимая и опуская его, углубляют небольшую лунку (не более 1 мм) и перемещают резец назад небольшими шагами, чтобы не захватывать много металла. Это облегчает прорезание и предотвращает поломку резца. От нажима на ручку первое время будет болеть кисть руки и ладонь. Для избежания этого необходимо поступать так: когда резец опускается вниз, то остается след от нижней кромки резца, которая врезается в пластинку. В образованное от кромки резца углубление и становится режущая кромка для дальнейшего перемещения.



Рис. 15. Схема расположения параллельных линий на пластинке

С помощью такого приема, когда резцом действуют как рычагом, хорошо отводится стружка (рис. 17), канавку можно прорезать быстрее, не наминая ладони.

Перед окончанием прорезания рамки необходимо резец приподнять так, чтобы угол между резцом и пластинкой был около 80° . Нужно стремиться, чтобы стенка углубления была почти отвесной и при этом не образовывались следы от резца на чистой поверхности. Когда все четыре стороны рамки будут прорезаны и зачищены, можно начинать прорезание параллельных линий (см. рис. 15). Для освоения этого приема потребуется около трех дней. Затем переходят к прорезанию штриховых, пересекающихся, изломанных, волнистых линий, а также и концентрических окружностей (рис. 18). Для освоения прорезания линий, показанных на рис. 18, потребуется не более 4 дней. Для прорезания концентрических окружностей необходимо на пластине циркулем начертить окружности с равномерно увеличивающимися радиусами.

Первую окружность прорезают по часовой стрелке, вторую против и т. д. Это упражнение наиболее полно развивает кисть правой руки и по времени занимает не более трех дней. Освоив первые упражнения, приступают к нарезанию букв, цифр и других фигур.

Для прорезания букв и цифр необходимо подготовить металлическую пластинку. Эту пластинку зашлифовывают, полируют одну сторону и закрепляют на доске. Полированную сторону покрывают тонким слоем белой акварельной краски. Краску на пластинку наносят тонким и ровным слоем. Если краска ляжет очень густо или неровно, то после высыхания ее необходимо снова растереть, предварительно увлажнив. После такой подготовки можно карандашом на пластинку наносить рисунок (буквы, цифры и т. д.). Карандаш должен быть твердый (5Т—6Т) и остро заточен. Пластинка размечается параллельными линиями, расстояние между которыми соответствует высоте букв и размеру между строками (размеры берутся из образцов шрифта или по ГОСТу 2930—62). При этом надо учитывать особенности размеров отдельных букв и цифр.

Начинаящему граверу рекомендуется выполнять буквы высотой 4 мм, так как для выполнения более крупного или мелкого шрифта необходим определенный навык. После разметки надо прорезать глубокие параллельные линии и разделить тем самым строки. После того приступают к рассечке, соблюдая ширину букв по размерам выбранного шрифта. Ширина получившихся прямоугольников должна точно соответствовать размерам будущих букв и цифр. Затем начинают проводить контур буквы. Последовательность выполнения букв выбранного шрифта показана на рис. 19.

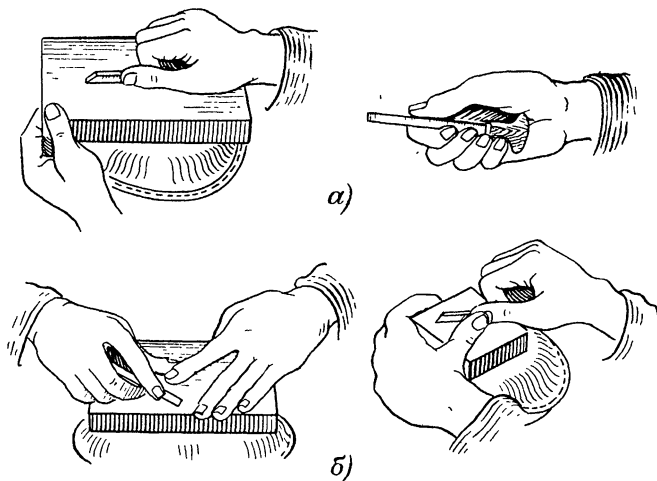


Рис. 16. Расположение резца и рук гравера перед началом работы

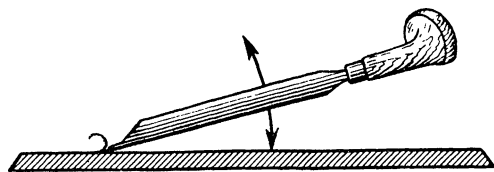


Рис. 17. Движения, совершаемые резцом в процессе работы

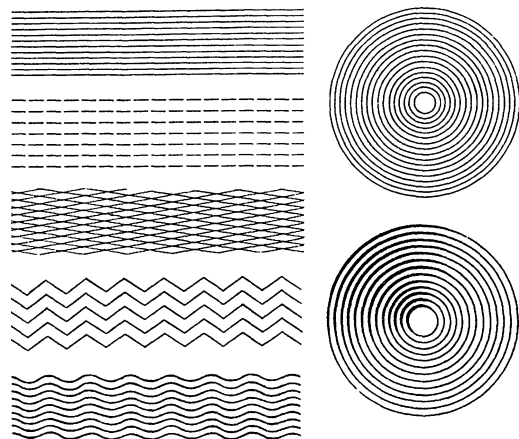


Рис. 18. Виды линий, прорезаемых начинающим гравером

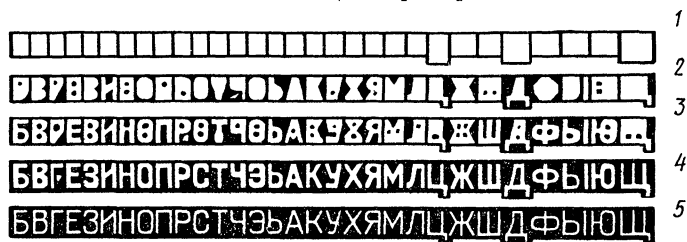


Рис. 19. Последовательность выполнения букв:

1 — прямоугольники под буквы; 2 — контуры букв; 3 — буквы после тушевки; 4 — буквы после отделки



Рис. 20. Изготовление штампея

Рис. 21. Подкладка

Необходимо следить за тем, чтобы каждый рассеченный прямоугольник не имел никаких наклонов и завалов. Нарезание букв и цифр можно освоить за пять-шесть дней. После такой подготовки можно приступить к более сложной работе — изготовлению штампелей, печатей, клише и т. д. Вначале было рассмотрено прямое изображение, а для печати надо иметь на металлической пластине обратное изображение. На пергаментной бумаге мягким карандашом рисуют прямое четкое изображение букв, печати, клише и т. д. Затем на подготовленную пластину наносят белую краску, как было указано выше, плотно прикладывают рисунок на пергаменте к пластинке и проглаживают пергамент с внешней стороны круглым гладким предметом по всей площади. Рисунок отпечатывается на краске. Его подправляют карандашом 6Т и таким образом на пластинке отпечатывается обратное изображение. Для изготовления штампея вначале выбирают необходимый шрифт. На пергаменте производят разметку штампея и карандашом СТ симметрично относительно центровых линий пишут текст (рис. 20).

На рабочую поверхность металлической пластинки соответствующего размера переносят обратное изображение штампея способом, указанным выше. Изображение тщательно подправляют. Затем приступают к нарезанию букв, применяя приемы, описанные выше. Когда все буквы будут нарезаны, то лишний металл между строчками и буквами (фон) надо удалить на глубину букв, чтобы будущий отпечаток на бумаге был четким и не имел темных мест между строчками. Небольшой фон обычно удаляют флаштихелем. Для того чтобы не замазать окружающих линий, используется подкладка, имеющая плоское основание и полукруглый верх. Длина подкладки 100 мм, ширина 10 мм, толщина 1,5—2 мм (рис. 21).

При изготовлении больших штампелей приходится удалять лишний металл на большой площади, что является очень трудоемким процессом. Для облегчения этой работы применяют специальный граверный молоточный резец (сечку), показанный на рис. 22. Молоточный резец (сечка) изготавливают из прутко-



Рис. 22. Граверный молоточный резец (сечка)

Рис. 23. Положение граверного молоточного резца при удалении металла (фона)

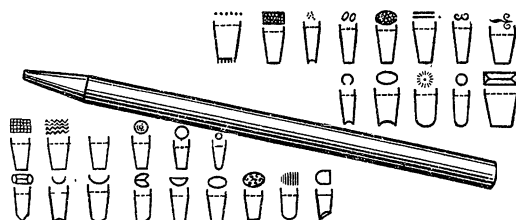
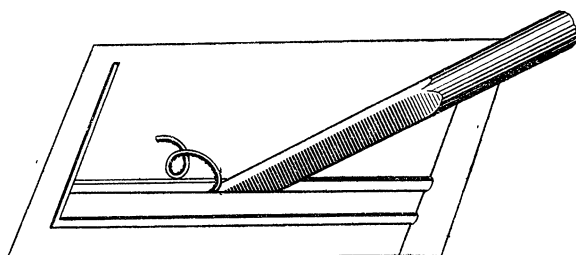


Рис. 24. Мотуар

вой инструментальной стали диаметром 8—10 мм и длиной 120—130 мм. На заготовке на расстоянии 30—40 мм от конца напильником затачивают боковые стороны режущей части молоточного резца (см. рис. 22). Затем этот резец закаливают и затачивают, как было указано выше. Длина режущей кромки может колебаться от 2 до 5 мм. Положение резца относительно пластинки при удалении металла показано на рис. 23.

Резец удерживают и направляют пальцами левой руки, а правой рукой с помощью граверного молотка наносят легкие удары по тыльной части резца. Металл нетрудно удалить на большой площади, необходимо только следить за тем, чтобы режущая кромка была всегда острой. После удаления металла на пластинке остаются неровности и риски, которые удаляют флаштителем с применением подкладки и набивают специальный инструмент — мотуар (рис. 24). Мотуар изготавлива-



Рис. 25. Печать

подправить резцом. К более сложной работе относится изготовление печати (рис. 25). При разметке печати необходимо уметь делить окружности на равные части. Способы эти не сложны и должны быть известны каждому граверу, разметчику, слесарю (рис. 26).

Перед построением многоугольника чертят окружность и из центра этой окружности проводят две взаимно перпендикулярные линии. Для построения равностороннего треугольника (рис. 26, а) необходимо на окружности сделать засечки дугой окружности радиуса r из центра O_1 . Полученные при пересечении окружностей точки A и B соединяем между собой и с точкой C ; получим равносторонний треугольник ABC .

Для построения четырехугольника (рис. 26, б) необходимо соединить точки пересечения взаимоперпендикулярных линий с окружностью. Перед построением пятиугольника (рис. 26, в) необходимо радиус окружности OA разделить на две равные части. Из точки O_1 проводят дугу радиусом O_1D . Точку пересечения C этой дуги с диаметром окружности AB необходимо соединить с точкой D . Прямая DC будет являться стороной вписанного пятиугольника.

Построение шестиугольника осуществляют тем же способом, что и построение равностороннего треугольника (рис. 26, г). Из точек O_1 и O_2 делают засечки радиусом r и получают точки A, B, C и D . Эти точки и точки O_1 и O_2 соединяют последовательно между собой и получают шестиугольник. Для построения семиугольника из точки O_1 на окружности необходимо сделать засечки радиусом r (как при построении треугольника). Половина стороны AC треугольника будет стороной семиугольника. Для построения восьмиугольника нужно провести биссектрисы углов, образуемых двумя взаимоперпендикулярными диаметрами. Девятиугольник строят так же, как семиугольник (рис. 26, ж). Из точек A и C делают засечки

ется из прутка инструментальной стали диаметром 5—6 мм и длиной 70—90 мм. Рабочему торцу мотуара придают самые различные формы, исходя из необходимости. Торец мотуара набивают острым керном и закаливают. Мотуар держат в левой руке, приставляют рабочим торцом к поверхности и легкими ударами молотка устраняют неровности и шероховатости, придавая пластинке окончательный вид. После того, как штемпель будет готов, необходимо сделать пробный оттиск и, если будут обнаружены неровные линии, то их нужно

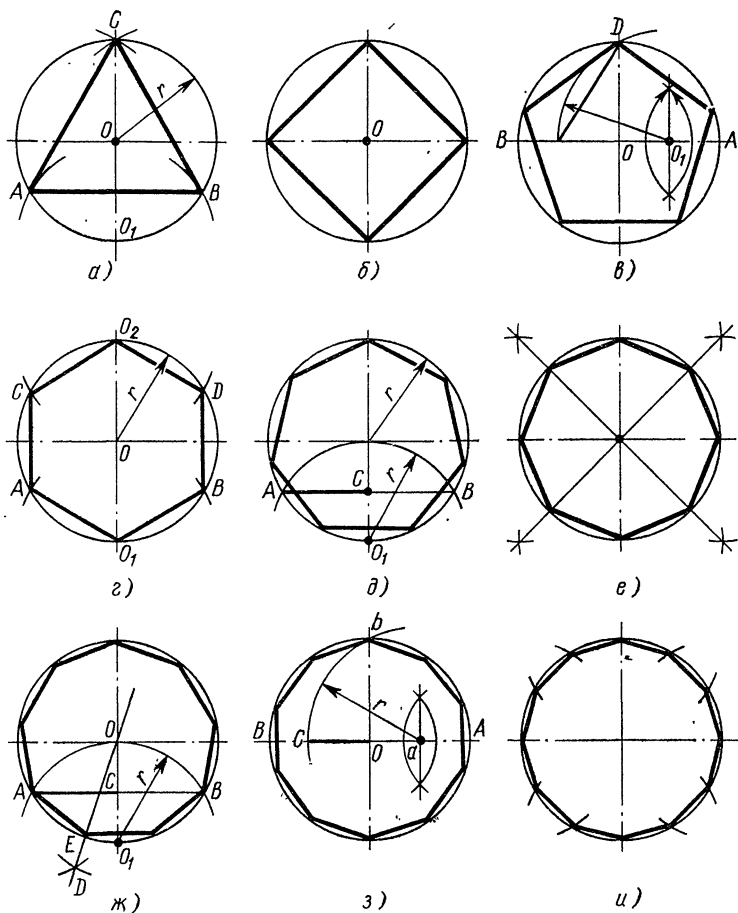


Рис. 26. Способы построения многогранников:

а — треугольник; *б* — четырехугольник; *в* — пятиугольник; *г* — шестиугольник; *д* — семиугольник; *е* — восьмиугольник; *ж* — девятиугольник; *з* — десятиугольник; *и* — двенадцатиугольник

радиусом $r^1 = AC$. Полученную точку *D* соединяют с точкой *O*. Прямая *OD* пересекается с окружностью в точке *E*. Хорда *AE* будет искомой стороной девятиугольника. Построение десятиугольника проводят так же, как пятиугольник (рис. 26, *з*). Стороной десятиугольника будет отрезок *OC*, а двенадцатиугольник строят по тому же принципу, что и шестиугольник (сдвигают точки разметки на 90°).

Заготовку для круглой печати вытачивают на токарном станке. Торец заготовки зачищают и полируют. Для того

чтобы удобно было обрабатывать заготовку, ее необходимо зажать в граверной колодке. Текст и рисунок печати предварительно наносят на пергамент. Очень большое значение имеет правильное, четкое и красивое расположение букв и других изображений на будущей печати.

Для выполнения практической работы на торце печати необходимо провести окружности и радиальные линии. Между ободком и надписями оставляют зазоры для прорезания. Зная, сколько требуется поместить по окружности букв, разбивают окружность на равные части так, чтобы число букв делилось поровну. Затем приступают к прорезанию, рассечке на квадраты, проведению контуров, отделке, удалению металла, соблюдая правильное расположение букв, не допуская завалов. Освоив эту работу, можно приступить к изготовлению факсимиле.

Подпись делают четко и только чернилами. Чтобы точно воспроизвести подпись на металле, берут кальку и смазывают ее каким-нибудь маслом, протирают насухо чистой бумагой или полотном, потом накладывают на оригинал и мягким карандашом выполняют подпись.

Подготовленную для факсимиле пластинку немного увлажняют керосином, а потом воском натирают ее до образования очень тонкого слоя. После этого можно пластинку слабо подогреть. Когда воск разогреется, его охлаждают. Затем рисунок, сделанный на бумаге, прикладывают к пластинке и протирают с обратной стороны (каким-либо предметом, например, косточкой или ручкой от зубной щетки). В результате этого на пластинке получится отпечаток. Потом мессерштихелем очень тонкими линиями проводим контур получаемого отпечатка. При прорезании мессерштихель должен перемещаться не назад, а только вперед.

Когда факсимиле будет готово, его проверяют с оригиналом на просвет, удаляют лишний металл и опиливают. При необходимости пластинку с готовым факсимиле прибивают к деревянной ручке.

Для того чтобы перевести сложный рисунок на пластинку, можно использовать фотопленку. Горячей водой смывают эмульсию на фотопленке. Затем на пленку накладывают рисунок и острой иглой на пленке обводят его. Потом втирают в углубления типографскую краску или графитный порошок. Краску, оставшуюся на пленке вне углублений, стирают чистой бумагой до тех пор, пока бумага перестанет загрязняться. Приготовленную таким образом пленку с нанесенной краской прикладывают к натертой воском пластинке так же, как и для факсимиле, и сильно протирают. При этом на пластинке получается точный обратный отпечаток рисунка.

Существует еще ряд приемов перенесения рисунков на пластинку, доску или линолеум. Рисунок на пластинке должен

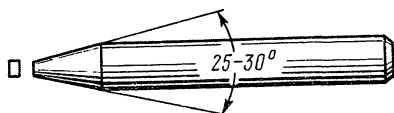


Рис. 27. Заготовка пунсона

иметь обратное изображение. Поэтому сначала необходимо подготовить грунт. Для приготовления грунта нужно 26 г цинковых белил (порошок) высыпать на блюдечко и растереть, затем добавить яичный

белок и опять тщательно растереть. В полученную смесь необходимо добавить растворенные квасцы (раствор квасцов делается до насыщения). Вся масса (грунт) при этом загустевает и ее перекалывают в банку и плотно закрывают. Перед употреблением грунт тщательно перемешивают; на покрытой грунтом поверхности хорошо отпечатывается изображение, нанесенное карандашом или тушью на бумаге, кальке. Можно и непосредственно по загрунтованной пластинке рисовать карандашом или тушью.

Очень часто на производстве изготовленные детали метят (клеймят) условными знаками, буквами или цифрами. Эти метки ставят с помощью особого инструмента — клейма. Эти клейма изготовляют граверным резцом. В качестве заготовки берут прутки инструментальной стали диаметром 8 — 10 мм и длиной 80—90 мм (рис. 27), опиливают торцы и рабочую часть клейма (на конус под углом 25—30°) и, зажав заготовку в граверной колодке, описанными выше способами на торце воспроизводят обратное изображение буквы, цифры или какого-либо знака. После того как клеймо будет готово, его закалывают до твердости HRC 45—50. Однако для массового производства изготовляют матрицу.

Для изготовления матрицы нужны особые пунсоны, для которых необходимо сделать зеки. Изготовление зеки является сложной работой. Для изготовления зеки используется заготовка, которую опиливают под углом 30° (рис. 28).

БУКВЫ

А Б В Д Л Н Е З Ж И К М С О П Ц Р У Ф Х Ч Ш Щ Ъ Ю Я
 А В В Л Н Е Ж И К М О Р У Ф Х Ч Ш Ъ Ю Я

ЦИФРЫ

2 3 5 4 6 9 7 8 0
 2 3 5 4 6 9 7 8 0

Рис. 28. Зеки

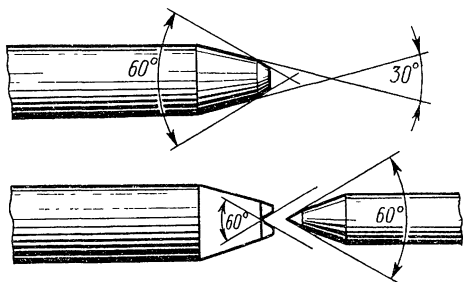


Рис. 29. Различные формы торцов зек, предназначенных для получения букв и цифр на пуансонах

Боковые стороны заготовки после опилования принимают форму овала под углом 60° (рис. 29). Эту заготовку нужно опиливать до размера, который бы соответствовал размеру буквы или цифры. В процессе изготовления проверяют размеры, для этого берут свинцовую или алюминиевую пластинку, набивают зекой на глубину не менее 0,6 мм буквы и приступают к их обмеру. Если размеры выдержаны, то зеку можно закаливать. Если после закалки твердость выше 50 HRC, то нужно зек отпустить. Затем изготавливают пуансон. Для этого используют пруток из стали У12А диаметром 12 мм и длиной 90 мм. Один конец прутка запиливают на конус под углом 30° , но таким образом, чтобы на торце остался прямоугольник в 2 раза больше буквы. Пруток закрепляют в колодке под углом 90° и запиливают торец. Подготовив заготовку пуансона, ее набивают зекой как при пробе на алюминиевой пластинке, т. е. на глубину 0,6 мм. Затем опиляют неровности, заусенцы, образовавшиеся от зеки во время набивки. Проверяют размер пуансона при малой глубине, подбивают при большой глубине — подпиливают сверху. Как только получат нужный размер, приступают к окончательной отделке пуансона.

Для изготовления матрицы используют пластинку из стали У12А размером $50 \times 30 \times 20$ мм, на которой пуансонами клеймят необходимые буквы на глубину не менее 2 мм; после этого пластинку закаливают и матрица готова к употреблению. Приступают к изготовлению клейма с помощью матрицы. На фрезерном станке обрабатывают заготовку клейма.

С помощью надфиля получают наружный контур буквы или цифры, которые должны иметь большие размеры, чем требуемый. Если размеры будут меньше, то клеймо может рваться в матрице во время набивки.

Матрицу кладут на наковальню и немного смазывают маслом.левой рукой берут заготовку клейма, смазывают ее тоже маслом и ставят в лунку матрицы, имеющей изображение требуемой буквы. Правой рукой наносят пять-шесть ударов молотком по клейму, которое при этом слегка вращают по окружности. При последнем ударе клеймо устанавливают пер-

пендикулярно к матрице. Если клеймо недобито, надо сделать еще несколько ударов, а в некоторых случаях необходимо немного спилить край клейма. Затем клеймо закаливают. Изготовление клейм указанным способом значительно экономичней, чем изготовление с помощью граверного резца.

Рассмотрим процесс изготовления ролика для накатки прицельной планки винтовки ТОЗ-8. Эту работу тульские граверы-резчики считают одной из самых ответственных. На рабочей цилиндрической поверхности ролика могут быть вместо показателей дальности стрельбы нанесены любые другие изображения, например орнамент, который после прокатки ролика будет перенесен на изделие и тем самым украсит его. Для заготовки ролика используют инструментальную сталь диаметром 90—0,1 мм и толщиной 18 мм и с диаметром центрального отверстия $40^{+0.27}$ мм.

Для разметки заготовки ролика (рис. 30) приблизительно через центр ролика проводят прямую AB , затем штангенциркулем проводят дуги 1—1 и 2—2, которые должны пересекаться с прямой AB . Потом делят линию AB пополам, для этого из точек пересечения дуг 1—1 и 2—2 с линией AB раствором циркуля 55 мм делают засечки выше и ниже линии AB и получают точки a и b . Проведя через точки a и b прямую, которая пересечет прямую AB в точке O , точка O будет центром ролика.

Полученные точки CD будут являться точками начала отсчета длин хорд (см. рис. 31). Из точек C и D раствором циркуля 50 мм на наружной окружности ролика делают засечки и получают точки f и d . Таким образом, полученные дуги Cd и Df будут являться рабочей частью ролика. Затем проводят прямые Cf и Dd и дуги mn и m_1n_1 до пересечения с этими прямыми. Дуги образуются с помощью штангенциркуля, одна ножка которого скользит по периферии ролика, а второй ножкой наносят дуги на торце ролика. Из точек пересечения дуг с линиями Cf и Dd делают засечки раствором циркуля, немного большим половины расстояния между этими точками пересечения.

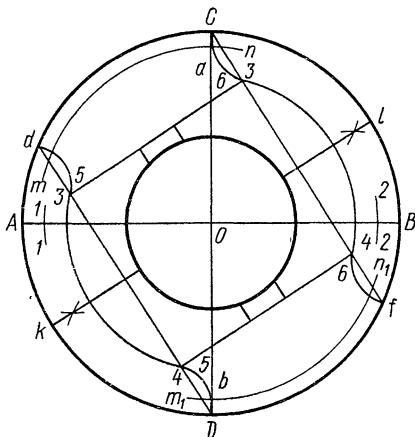
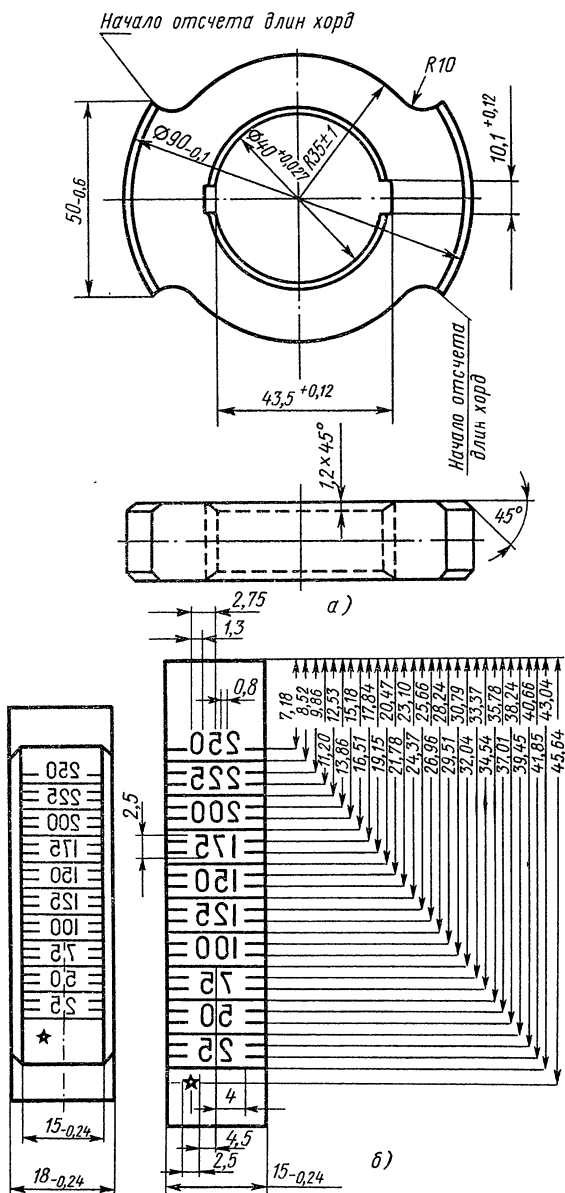


Рис. 30. Разметка заготовки накатного ролика



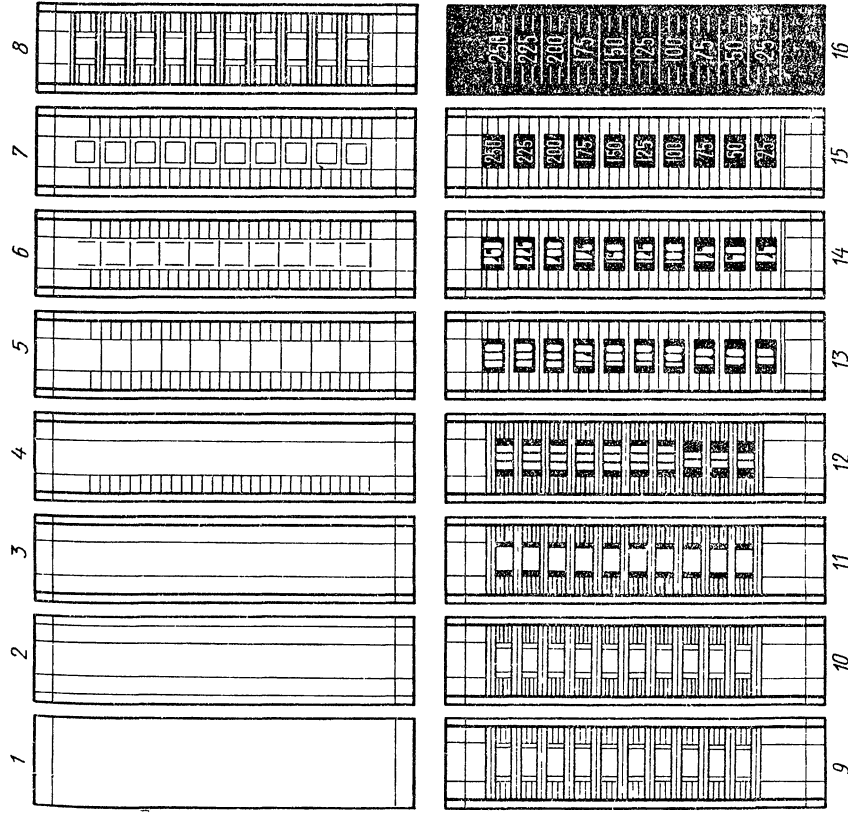


Рис. 32. Последовательность изготовления накатного ролика:

1 — нанесение рисок, по которым ведется разметка; 2 — разметка линий для коротких делений; 3 — прорезание глубоких линий; 4 — нанесение коротких делений; 5 — нанесение длинных делений; 6 — нанесение линий, ограничивающих размеры цифр; 7 — нанесение линий, ограничивающих высоту цифр; 8 — первоначальное удаление металла; 9 — нанесение продольных линий, ограничивающих ширину цифр и делений; 10 — прорезание боковых канавок коротких делений; 11 — окончательное удаление металла; 12 — рассечка на квадраты; 13 и 14 — проведение контуров цифр; 15 — тушевка цифр; 16 — окончательная отделка

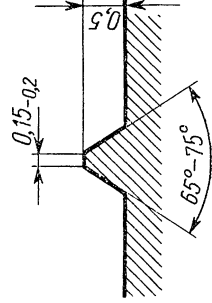


Рис. 33. Сечение цифры (деления)

Через полученные засечки проводят линию kl. Из точек пересечения линии kl с линиями Cf и Dd делают циркулем отметку на линиях Cf и Dd на расстоянии 23,5 мм, получая точки 3 и 4, которые соединяют прямыми линиями 3—3 и 4—4. Из точек 3 и 4 откладывают по 20 мм по направлению к центру ролика. Полученные точки соединяют между собой. Таким способом получают разметку для шпонок. Согласно чертежу, используя предыдущий метод, проводят дуги 5—5 и 6—6, отстоящие от периферии на 10 мм до пересечения с линиями Cf и Dd. Из точки c и из точки пересечения дуги 6—6 с линией Cf делают засечки раствором циркуля в 10 мм. Поставив ножку циркуля в точку пересечения засечек, проводят дугу между точкой C и дугой 6—6. По такому же методу проводят и остальные дуги. После разметки контура ролика размечают его рабочую поверхность. При разметке применяют хорошо заточенную чертилку, которую обычно изготавливают из круглого надфиля, мессерштихель, угольника и штангенциркуль с губками, заточенными на острие. Последовательность процесса разметки и изготовления ролика показана на рис. 32. После окончательной обработки, цифры и деления должны выступать над поверхностью так, как показано на рис. 33.

Выше были рассмотрены работы, которые гравер-резчик должен хорошо выполнять в любом случае. Мастерство будет достигнуто через несколько месяцев при работе 2—3 ч ежедневно.

ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОТДЕЛКА ГРАВЕРНЫХ РАБОТ

Овладев необходимыми приемами в граверном деле, можно приступить к выполнению более сложных работ гравера-резчика. Эта специальность наиболее интересная из всех других граверных. Специальность гравера-резчика необходима во всех отраслях народного хозяйства. Работа гравера-резчика требует большого внимания и усидчивости.

Учитывая сложность, художественную отделку граверных работ надо начинать со штриховых упражнений, на освоение которых уйдет не менее одного месяца при работе 2—3 ч в день. Потом можно приступить к гравированию более сложных тоновых композиций. Начинающему граверу не рекомендуется сразу пользоваться разными штихелями. Целесообразно привыкнуть сначала к одному штихелю и полностью научиться овладеть им. При гравировании на пластинке нужно добиваться получения четких штрихов.

Обычно вначале гравируют тонкие штрихи с одинаковыми промежутками, затем промежутки между линиями постепенно увеличивают для получения тоновой гаммы. Точно также поступают и при гравировании волнистых и других кривых линий независимо от их перекрещивания под острым или тупым углом.

Для проведения штрихов из правого угла пластинки маленькими проталкиваниями нужно вести вперед инструмент, вынимая им стружку и опять вставляя его в канавку. Гравер должен научиться останавливать резец в нужном месте. Штихель необходимо проталкивать правильно, не сворачивая ни в правую, ни в левую стороны от требуемого направления, и расстояния между врезами должны быть одинаковыми. Также надо упражняться и в проведении других линий в каком бы они не были направлении. Освоив эти упражнения, можно приступить к выполнению несложных рисунков. Желательно сначала гравировать изображения веток деревьев (дуба, винограда, рябины, каштана и т. д.), которыми обычно украшают ружья. Проведя контур рисунка, прорезают жилки, где необходимо сделать тушевку и тени. Это достигается прямыми



Рис. 34. Примеры тушевки перекрестными линиями

штрихами. Если необходимо изобразить тень, или выпуклость, углубление или оттенить друг от друга детали гравировемого рисунка, надо применять тушевку перекрестными линиями (рис. 34). Свои практические навыки владения резцом надо углублять и в дальнейшем использовать не только для выполнения репродукций, но и оригинальных творческих работ с выработкой при этом своеобразной индивидуальной манеры, как говорят, своего почерка. После освоения несложных рисунков можно перейти к самым сложным работам, весьма тесно связанным с творческими замыслами художника. В этом случае от гравера прежде всего требуется умение хорошо рисовать. Работа начинается с подготовки пластинки и ее грунтовки. Если нужно гравировать с готового рисунка, то перерисовывают на загрунтованную пластинку. Для получения обратного изображения рисунка можно использовать отражение в зеркале.

Если на пластинке или предмете необходимо точно воспроизвести рисунок, то этот рисунок копируют на кальке твердым карандашом. Затем рисунок переносят на загрунтованную пластинку, прикрепляют кальку только с одной стороны для того чтобы можно было приподнимать один край рисунка, так как во время перевода необходимо контролировать четкость всех штрихов рисунка. Между калькой и пластинкой помещают тонкую бумагу, натертую со стороны пластинки синькой, красной охрой или графитом. По кальке обводят рисунок, не сильно нажимая остро заточенным карандашом или притупленной иглой, вследствие этого изображение будет отчетливо видно на пластинке. При переводе на пластинку очень мелких и точных рисунков можно воспользоваться описанным выше способом перевода с помощью фотопленки. Только вместо воска нужно применить грунтовку.

По полученному на пластинке тем или иным способом контуру рисунка начинают гравировать. Сначала тонко прорезают штихелем контуры всех деталей, а потом приступают к тушевке. Обычно начинают с тушевки переднего плана, который является самым крупным и самым контрастным. Тушевать необходимо так, чтобы четко были видны светотени и детали контура. Удобно делать тушевку крестом, начиная проводить линии сверху вниз, т. е. от светлых к теневым местам. Таким образом лучше будет выделен передний план рисунка. После этого начинают осуществлять тушевку средней части рисунка, где уже подробности не требуются, но теневая часть делается резкой. При тушевке заднего плана следует подчеркнуть только одни силуэты и то очень мягко, за исключением темных предметов. Рисунок можно получить другим способом, т. е. после того как будет проведен контур всех деталей, контуры деталей переднего плана надо сделать глубокими, и около них нужно выбрать металл так, чтобы все эти предметы были выпуклыми. Около деталей среднего плана надо выбрать меньше металла, а самый дальний план можно совсем не трогать. После этого надо сделать тушевку. Места, где был выбран металл, надо зачистить и дать тушевку рисунка, соблюдая правила глубины и перспективы. Более густые и темные места выделяют. При этом лучше всего использовать мотуар, а самые глубокие места обработать с помощью резца. Чтобы лучше выделять отдельные детали рисунка, прибегают к набивке чеканами и мотуарами, так как резцом можно получить только грубую рассечку, а набивка чеканом дает более четкий рисунок.

Чеканы представляют собой стальной стержень круглого сечения диаметром 5—7 мм или квадратного сечения со стороной квадрата такого же размера и длиной 80—100 мм. Рабочую часть зашлифовывают с приданием торцу требуемой формы (прямоугольник, квадрат, овал, круг и т. д.). Торцы чеканов гладкие, они бывают плоскими, выпуклыми или вогнутыми.

Художественное гравирование применяется для украшения охотничьих ружей (всечка и насечка золотом или серебром). Для этих работ используется проволока из драгоценных металлов диаметром от 0,1 до 0,5 мм. Золото и серебро должны быть мягкими с содержанием основного металла не ниже 90%. Более твердые сплавы с меньшим содержанием золота и серебра неприемлемы особенно при всечке тонких линий. Чтобы приступить к этому виду работы, необходимо иметь волочильную доску. С помощью этой доски можно вытягивать проволоку любого диаметра. Волочильную доску можно изготовить вручную. Для этого используют пластинку размером $100 \times 70 \times 3$ мм из стали У12А. Эту пластинку обрабатывают и размечают на квадраты (рис. 35).

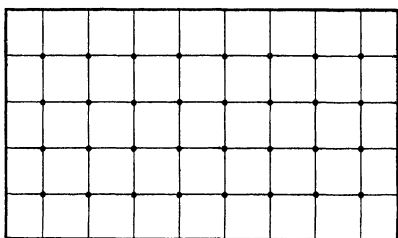


Рис. 35. Пластинка с размеченными квадратами

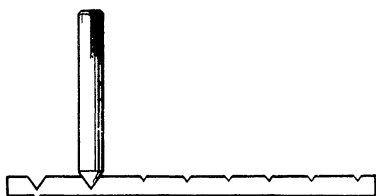


Рис. 36. Набивка отверстий керном

Вершины квадратов набивают глубоко (но не насквозь) керном с углом при вершине не более 45° . После этого спиливают выступы, образовавшиеся на опорной стороне пластинки (рис. 36). Затем берут остро отточенную чертилку или обыкновенную иглу, надевают на нее пробку так, чтобы был виден конец 5—6 мм со стороны мочки. Острый конец черилки или иглы ставят в заранее сделанное керном углубление и слегка ударяют молотком. Появившийся с обратной стороны пластинки бугорок спиливают (рис. 37) до тех пор, пока станет виден просвет. Затем берут развертку диаметром 0,1—2 мм и вставляют ее в полученное отверстие. Как только развертка войдет в отверстие, измеряют линейкой выступающую часть развертки. Так же поступают и со вторым отверстием, но необходимо следить за тем, чтобы развертка углублялась в отверстие больше, чем в первом случае, например на 0,5 мм и т. д.

Процесс развертывания отверстия продолжается с постоянным увеличением длины разверток (рис. 38). Когда рабочая часть первой развертки будет полностью использована, берут развертку большего диаметра и пропускают ее в следующее необработанное отверстие и обрабатывают так же, как предыдущие отверстия. Развертки диаметром больше 0,5 мм встречаются часто, а меньшего диаметра реже. Такую развертку (диаметром меньше 0,5 мм) можно изготовить вручную.

Для этого потребуется небольшой квадратный надфиль не-

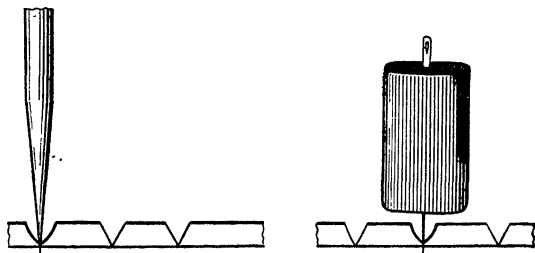


Рис. 37. Образование отверстий с помощью черилки или иглы

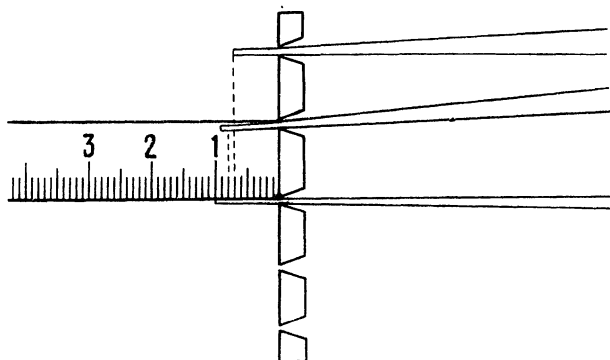


Рис. 38. Получение окончательного размера отверстий с помощью разверток

обходимого размера; толстый конец его зажимают в ручные тиски, а острый кладут на ровную доску, желательно на торцевую сторону, и бруском квадратного сечения с четырех сторон опиливают так, чтобы получилась конусная четырехгранная игла (развертка). Таким способом тонкий конец развертки можно сделать таким, что с его помощью можно получать отверстия диаметром 0,05 мм.

С помощью толстой части развертки можно получить отверстия диаметром 2—2,2 мм. Размеры развертки проверяются с помощью микрометра по диагонали квадрата. Если одно или несколько отверстий (особенно небольшого диаметра) будут ослаблены, то их можно затянуть, ударя пуансоном по пластинке, положенной на наковальню, со стороны меньшего диаметра конусного отверстия (рис. 39). После образования в пластинке ряда отверстий нужного диаметра ее закаливают и отверстия шлифуют. Для этого используют проволоку из красной меди диаметром 2—2,5 мм и запиливают конец до 0,1 мм. Из наждачного порошка № 000 и керосина делают кашицеобразную смесь, которой смазывают коническую часть проволоки. Проволоку вставляют в самое маленькое отверстие с широкой стороны и вращают несколько раз. Затем таким же способом обрабатывают и все последующие

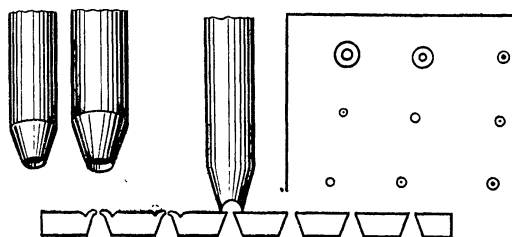


Рис. 39. Затягивание ослабленных отверстий



Рис. 40. Орнамент безкуркового ружья

отверстия. Через эти отверстия волочильной доски протягивают проволоку из золота или серебра до нужного размера. Перед протяжкой через очередное отверстие проволоку отжигают. Без отжига она будет твердой малопластичной и начнет рваться. Проволоку необходимо натереть воском. Приготовив проволоку разных диаметров, можно приступить к основной работе — всечке (инкрустации).

Для выполнения всечки используют стальную пластинку нужного размера и грунтуют как указано выше. На грунт наносят рисунок, например, орнамент для безкуркового ружья (рис. 40). Линии рисунка вычерчивают и прорезают мессерштихелем (тонкие неглубоко, а толстые глубже, но не более чем на 0,6—0,7 мм).

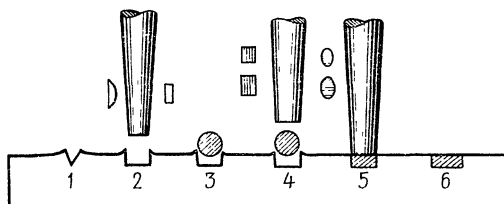
Прорезанные штихелем канавки расширяют с помощью пуансона, ширина рабочей части которого должна быть равна желаемой ширине инкрустации. Длина рабочей части пуансона не более 1—2 мм. Глубина пробиваемой канавки должна быть равна ее ширине. Глубина измеряется от образующегося заусенца. Таким образом в сечении канавка имеет квадрат. Когда все линии подготовлены для всечки, подбираем проволоку. Диаметр ее должен быть на 20% больше ширины канавки. Проволока должна быть отожжена. Конец проволоки устанавливают в подготовленную канавку, наставляем сверху гладкий чекан (пуансон) и легким ударом граверного молотка вбиваем проволоку в канавку. Оставшуюся часть проволоки гнут по линиям рисунка и укладывают на подготовленную канавку. Затем легко ударяя по чекану молотком и постепенно перемещая его вдоль канавки, вбивают всю проволоку.

Далее еще раз надо произвести удары по уложенной проволоке гладким чеканом до тех пор, пока приподнятые заусенцы не сравняются с плоскостью пластинки. При этом нельзя делать забоины на самой пластинке, так как потом ее придется спиливать.

После закрепления проволоки по всем линиям остаток проволоки отламывают покачиванием при прижиме пуансоном. Насеченный рисунок будет иметь красивый вид только

Рис. 41. Последовательность работ при всечке:

1 — прорезание канавки штихелем; 2 — пробивание пуансоном; 3 — укладка проволоки в канавку, 4 — начало забивки; 5 — конец забивки, 6 — обработанная поверхность



в том случае, если все линии будут заданной ширины. Поэтому после насечки и опиловки края линий подправляют штихелем. Затем поверхность пластинки шлифуют наждачным полотном, начиная с крупнозернистого и кончая микронным так, чтобы получилась ровная и блестящая поверхность. Последовательность работ при всечке показана на рис. 41.

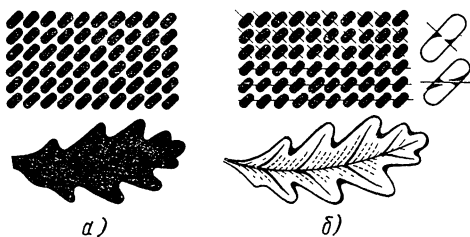
Затем можно перейти к более сложной работе, всечке больших площадей (орнаменты, листья деревьев, контуры животных и т. д.). Чтобы всечь, например, лист дуба, вначале рисуется контур листа, и после этого на всей площади, ограниченной контуром, срезается металл молоточным резцом на глубину от 0,25 до 0,55 мм.

На большой площади удаляется металл на большую глубину. Затем отработанную резцом поверхность набивают пуансоном (рис. 42, а), который в отличие от керна имеет притупленный конец диаметром от 0,5 до 0,75 мм, для более больших поверхностей — от 0,75 до 1,5 мм. Когда вся поверхность будет подготовлена, ее надо насечь маленьким зубилом, располагая следы насечки так, как это показано на рис. 42, б.

После проведения подготовительных работ подбирают проволоку, диаметр которой должен быть в 2 раза больше глубины выбранного металла. Например, если глубина 0,25 мм, то диаметр проволоочки 0,5 мм. Конец проволоочки укладывают в углубление контура к краю рисунка и ударяют легко пуансоном для ее закрепления. Проволочку изгибают по краю контура и укладывают в углубление. Затем ударами молотка по пуансону проволочку вбивают в насеченную поверхность.

Рис. 42. Пример художественного гравирования (лист дуба):

а — поверхность после удаления металла и набивки пуансоном; б — поверхность, обработанная зубилом и готовая всечка



Мягкий металл проволоочки крепко сцепляется с заусенцами пластинки. Набив одну проволочку, отламывают; рядом набивают еще одну и т. д. до заполнения всей площади рисунка. После этого всю всеценную проволочку пробивают мелким мотуаром, при этом проволоочки дополнительно сцепляются между собой. Затем проволоочки зашлифовывают заподлицо с основным металлом и полируют. На полученную из драгоценного металла поверхность листа штихелем наносят жилки, тужежку и др.

Существует еще один способ украшения драгоценными металлами — поверхностная насечка. Поверхностная насечка отличается от всечки способом подготовки изделия. На подготовленную поверхность металла наносится необходимый рисунок. Проводят контуры детали штихелем на глубину 0,1—0,2 мм. Металл внутри контура не вынимается, а «взъерошивается», т. е. с помощью керн и зубильца получают впадины и заусенцы, которые удерживают проволоку. Проволока внутри контура набивается ряд к ряду так же, как и при всечке больших площадей. Поверхность проволоки забивают мотуаром, а затем зашлифовывают и проглаживают гладким пуансоном. Выступающая над основным металлом поверхность драгоценного металла после такой обработки должна быть сплошной, гладкой без следов границ отдельных проволочек. Контур набитого металла подправляют резцом. Затем, используя резцы, чеканы мотуары, шаберы обрабатывают поверхность насеченного металла в соответствии с рисунком. После окончательного полирования рисунок будет полувывуклым, что придает ему объемный вид. Можно производить поверхностную насечку и тонких линий надписей, орнаментов и т. д. Вначале линии неглубоко прорезают штихелем, а потом пробивают притупленным керном, боек которого имеет овальную форму с размерами $0,25 \times 0,5$ мм. Отпечатки от удара керном располагают под углом $75-80^\circ$ к направлению линии (рис. 43). После этого производят насечку зубильцем по прочерченной линии. Затем пуансоном, на бойке которого имеется полукруглая канавка с радиусом, равным половине диаметра проволочки, насекают проволочку на подготовленную линию. Насеченная проволока прочно сцепляется с металлом. После всечки, насечки или чеканки изделие окончательно отделывается.

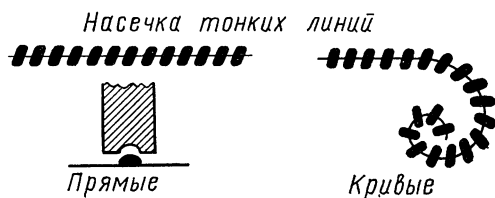


Рис. 43. Правильное расположение отпечатков керн по отношению к направлению линии

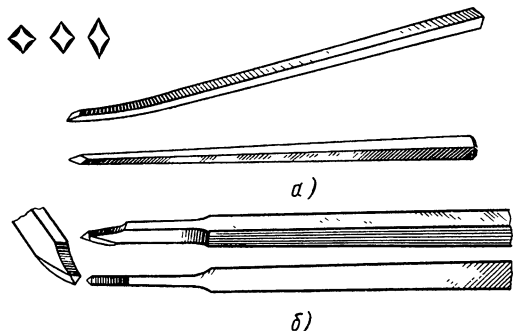


Рис. 44. Типы молоточных резцов

Познакомившись с оборудованием мастерской, необходимым инструментом, гравировкой по металлу, чеканкой, всечкой, насечкой золотом и серебром, необходимо познакомиться с особым видом гравировки — молоточной гравировкой. Этим способом изготовляют спиральный орнамент. Владея молоточным резцом, легче выполнять граверные работы в тех случаях, когда надо выбирать много металла или значительно углублять прорезку линий. Спиральный же орнамент выполнять ручным граверным резцом на круглых мелких деталях вообще невозможно.

В настоящее время используются резцы, показанные на рис. 44, а. Эти резцы изготовляют из квадратного стального прутка (сталь У12А) длиной 120 мм. По всей длине резец запиливается на конус, причем у толстого конца сечение должно быть 5×5 мм, а у рабочей части 2×2 мм. При необходимости тонкую часть слегка выгибают. Резец закаливают и затачивают под углом 45° .

Для тушевки применяется такой же квадратный и запиленный на конус резец, но режущей частью его является одна из сторон квадрата, на которой делается несколько продольных насечек как у шатиристхеля. Углы таких резцов по всей длине немного притупляют (за исключением режущей части), чтобы не получить травму руки при работе.

Другой вид молоточного резца более универсален (рис. 44, б). Заготовка резца может иметь квадратное или прямоугольное сечение с размерами примерно 5×5 мм или 5×8 мм. Рабочая часть на длине 20—25 мм запиливается с двух сторон до размера 2—2,5 мм. При работе этим резцом можно хорошо видеть зону обработки и соответственно направлять режущую кромку. Положение резца во время работы показано на рис. 45. Наиболее удобны и универсальны резцы, рабо-

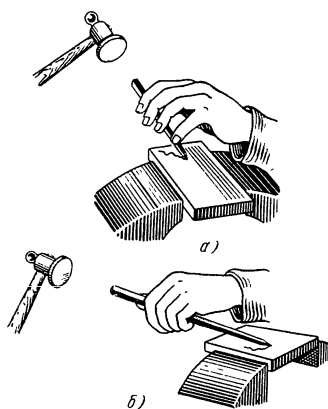


Рис. 45. Положение молоточного резца в руке гравера:
а — простого; б — универсального

чая часть которых имеет форму штихелей, приведенных на рис. 7. Но в отличие от них рукоятка резца длиной 100—120 мм делается из твердой породы дерева диаметром 10—12 мм и плотно насаживается на клинок. Этим резцом надо привыкнуть работать. При работе гравер будет стоять почти на месте, не поворачивая тисок с зажатым изделием для гравирования. Движения производятся только руками гравера. Зона работы хорошо видна и должна быть достаточно освещена. При работе молоточными резцами (см. рис. 44, а и б) приходится делать много движений около тисков и все время их поворачивать. При поворотах параллельных больших тисков лампу для освещения в ночное время надо удалять и приближать. Все это очень утомительно и отражается на работающем. Чтобы работать молоточным резцом, требуется некоторый навык. Для этого желательно освоить выполнение упражнений, показанных на рис. 18. После этого можно перейти к выполнению более сложных упражнений (рис. 46).

При выполнении сложных граверных работ необходимо следить, чтобы резец врезался в начало будущей линии, для этого его надо поставить острием в начальную точку и расположить по отношению к поверхности под углом 80° , слегка ударить по рукоятке граверным молотком. Если делаются прямые неглубокие штрихи, то резец опускается так, чтобы между ним и поверхностью был угол $20\text{--}30^\circ$, если глубокие, то угол должен быть $40\text{--}45^\circ$. Затем ударами молотка резец передвигают вперед (необходимо следить, чтобы поддерживалась заданная глубина). Если при работе резец покачивать в вертикальной плоскости и в горизонтальной в различных сочетаниях, то можно получить самые разнообразные по исполнению фигурные линии. Затем необходимо освоить прорезание спиральных линий (рис. 47). Во время прорезания нужно резец наклонять вправо или влево, и при этом режущая кромка должна быть направлена по касательной к линии спирали. Кроме того, с помощью молоточного резца можно выполнить пейзаж или орнамент (рис. 48).

При выполнении орнамента следует обратить особое внимание на рассечку внутри спирали. От чистоты выполнения рассечки зависит красота этого орнамента. Спиральные орнаменты обычно составляют из кругов, эллипсов, ромбов, треугольников.

Орнамент можно выполнить еще механическим способом. Для выполнения орнамента этим способом необходимо сделать клеймо. На рабочем торце клейма вырезается элемент (часть) орнамента (рис. 49).

Отличается клеймо от обычного тем, что рабочая часть заточена под углом 45° , а не 60° , как обычно. После подготовки пластинки чертилкой намечают линии, по которым будет нанесен орнамент. Клеймо с выбранным элементом орнамента



Рис. 46. Образцы для выполнения граверных упражнений

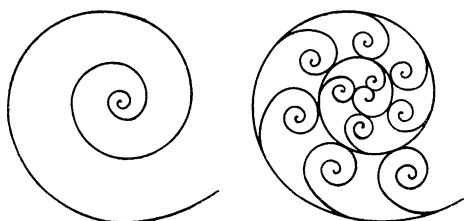


Рис. 47. Спиральные линии



Рис. 48. Сложный орнамент

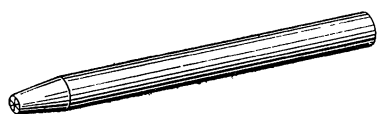


Рис. 49. Клейма для получения орнаментов

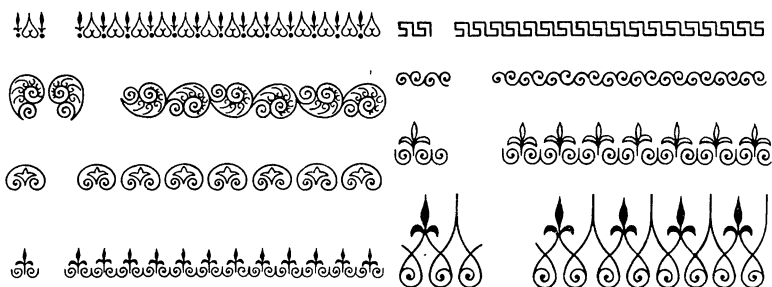


Рис. 50. Виды бордюров и торцы клейм

приставляют к линии, и от легкого удара молотка часть будущего орнамента переносится на пластинку. Затем клеймо переставляется, снова ударяют и т. д. Различные виды бордюров и торцы клейм показаны на рис. 50.

Таким способом можно получить очень сложный бордюр, который трудно делать вручную резцом. Бордюры особенно хорошо украшают тонкостенные изделия, по которым можно наносить только легкие удары. После воспроизведения орнамента бордюра на изделии, обработанное место тщательно зачищают и полируют. Кроме того эти клейма можно применить и при всечке золота и серебра. Намеченный с помощью клейма бордюр подготавливают для всечки, как описано выше. Подготовленные золотые и серебряные проволочки забивают сначала мелким молотком, а затем широким. Получившиеся неровности зачищают и полируют.

Кроме указанных способов гравирования, существует еще и машинный. Машинное гравирование осуществляют с помощью гравировальных станков. Принцип действия станка основан на копировании (рис. 51). Предварительно изготовляют оригинал рисунка на бумаге и переносят его на пластинку-копир. Изготовленный копир закрепляют на столике станка, а гравлируемый предмет — в специальном

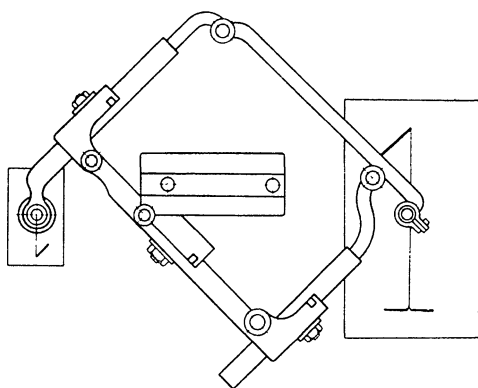


Рис. 51. Схема копировального устройства гравировального станка

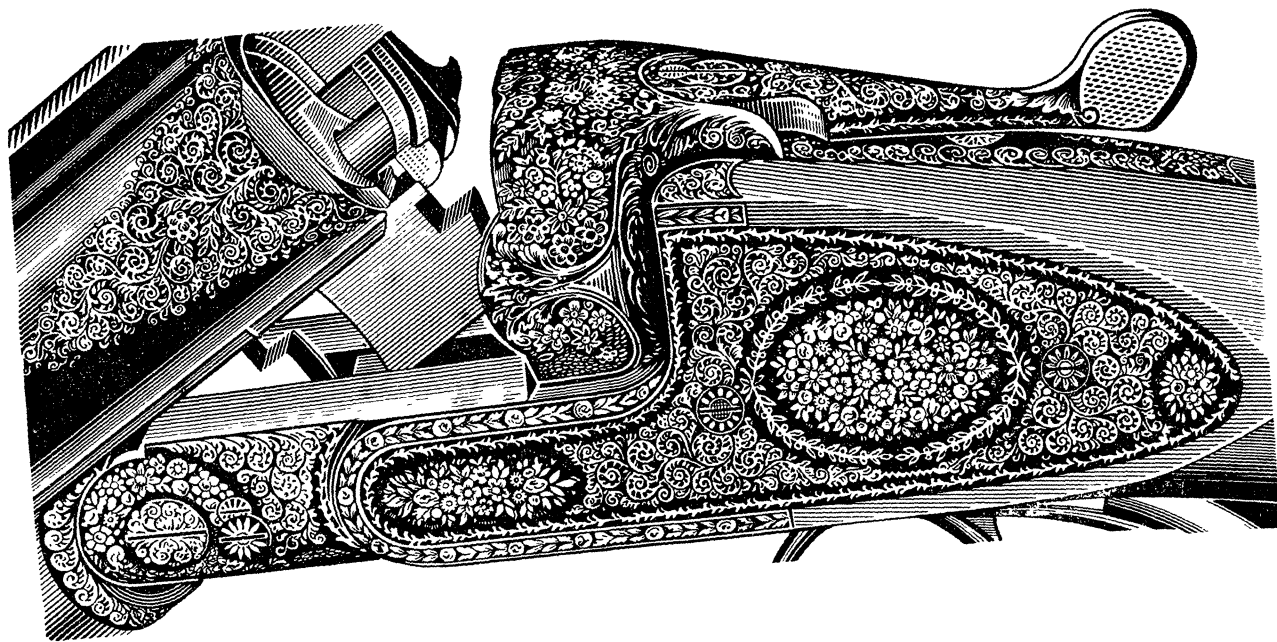


Рис. 52. Мелкая спиральная гравировка



Рис. 53. Гравирование охотничьей сценки на фоне орнамента листьев

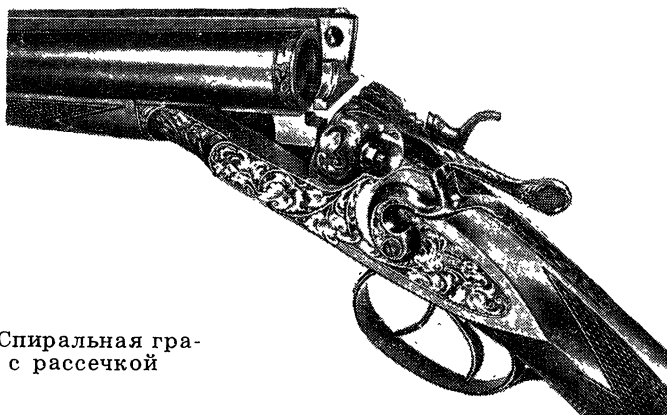


Рис. 54. Спиральная гравировка с рассечкой

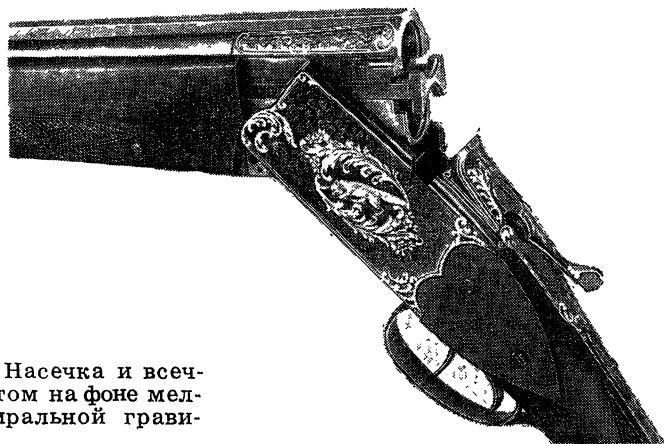


Рис. 55. Насечка и всечка золотом на фоне мелкой спиральной гравировки

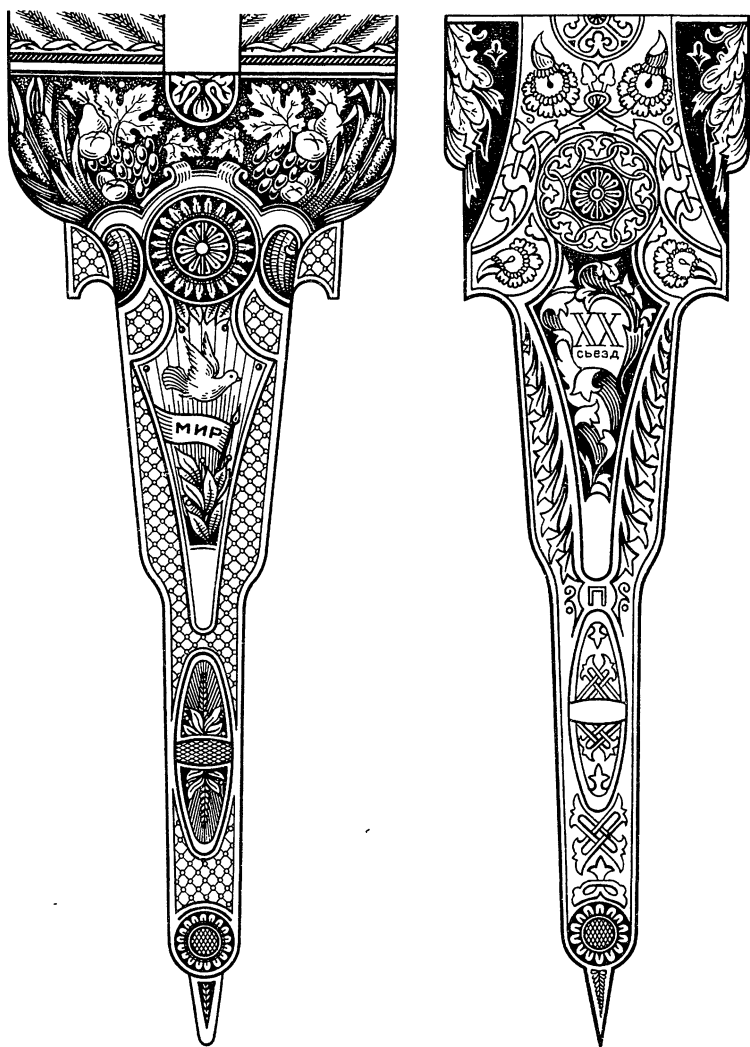


Рис. 56. Рисунки для украшения коробки ружья

приспособлении. По линиям рисунка или по углублениям матрицы вручную перемещают щуп, а специальная вращающаяся фреза с помощью пантографной системы переносит рисунок на пластинку или изделие. С помощью гравировальных станков можно производить плоское или объемное гравирование при массовых работах. Наиболее часто гравировальные станки используют для нанесения надписей на изделиях или пластинах.

Образцы художественного гравирования ружей и рисунки, выполненные автором за время работы на Тульском оружейном заводе, показаны на рис. 52—56.

ПРАКТИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ ПО ПРИКЛАДНЫМ РАБОТАМ

В процессе подготовки и выполнения различных граверных работ требуется знание материалов, их свойств и методов обработки.

При выполнении граверных работ применяются стали, цветные металлы и сплавы. Из сталей изготовляют граверный инструмент. Из цветных металлов при выполнении граверных работ чаще всего используют сплавы меди и олова-бронзы, меди и цинка-латуни, мельхиор и драгоценные металлы — золото и серебро. Из конструкционной стали, содержащей углерода от 0,1 до 0,65%, в граверном деле можно изготовлять детали для охотничьего оружия.

Сталь 35 и 45 — самые распространенные стали для изготовления различных деталей. Эти стали хорошо подвергаются закалке и на них не трудно выполнять граверные работы. Сталь 50 и 65 используют для изготовления пружин и инструмента (молотков, бородков, зубил и др.).

Инструментальная быстрорежущая сталь предназначена для изготовления режущих инструментов. Эта сталь обладает большим сопротивлением изнашиванию. Наиболее часто в граверном деле применяют стали марки P18 и P9. Из инструментальной быстрорежущей стали изготовляют граверные резцы.

Для изготовления зубил, пуансонов, клейм, матриц и молоточных резцов применяют инструментальную легированную сталь марки ХВГ, а для изготовления режущего и измерительного инструмента — сталь 3Х13 и 4Х13.

В производственных условиях марку стали определяют по клеймам и цветным полосам на прутках. Каждой марке стали соответствуют определенные цветные полосы. Если марка стали неизвестна, то ее можно примерно определить по искре испытуемого образца.

Проба на искру является наиболее простым и быстрым методом распознавания марки стали. Этот метод состоит в наблюдении пучка искр, которые дает испытуемый образец стали при соприкосновении с вращающимся абразивным кругом. Получаемый пучок искр для различных марок стали (рис-

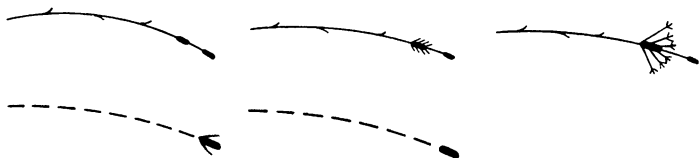


Рис. 57. Пучки искр от различных марок сталей

57) различен по форме и цвету. При этом желательно иметь образцы заранее известных марок сталей. Сравнивая искры испытуемого образца с искрами известных образцов, легко определить марку стали. Углеродистые стали марок 10-35 дают пучок искр, где каждый луч представляет прямую линию, оканчивающуюся яркой каплей, затем появляется темно-красная капелька меньших размеров. Яркость капельки зависит от содержания примесей кремния в стали (чем больше кремния, тем ярче капелька).

Углеродистые стали марок 45, 50 дают яркие короткие искры — иглы вокруг первой яркой капельки и чем больше в стали углерода, тем больше появляется таких игл.

У инструментальных сталей марок У8—У12 иглы веерообразно расщепляются на конце. Инструментальные быстрорежущие стали имеют характерные темно-красные прерывистые лучи.

В граверном деле, как было сказано выше, применяют различные сплавы цветных металлов. Из этих материалов изготовляют печати, штемпеля, факсимиле и клише. Бронза представляет сплав меди, олова, свинца и цинка. Пластинки из бронзы хорошо полируются, гравировать на них очень удобно.

Латунь представляет сплав меди с цинком с добавлением других металлов. Латунь применяется для тех же целей, что и бронза. Однако имеется вязкая латунь, которая для граверных работ непригодна.

Для отдельных работ применяется проволока из золота и сплавов золота с серебром. Характеристики этих сплавов приведены в ГОСТе 6835—56. Для золочения применяются тонкие, толщиной в несколько микрон, пластинки из золота, размеры которых указаны в ГОСТе 6902—56.

В комплект инструментов для механических работ входят различные напильники, надфили, сверла, плашки метчики, слесарная ножовка, зубила и крейцмессели, абразивные материалы, а для разметки — линейки, угольники, штангенциркули с острыми ножками. В граверном деле чаще всего приходится использовать напильники и надфили. Напильники различают по форме и номеру насечки. У гравера всегда долж-

ны быть напильники разных форм — плоские, круглые, квадратные и т. д. Для грубой (предварительной) обработки пользуются напильниками с малыми номерами насечек для точных работ и снятия заусенцев — с большими номерами насечек. При выпиливании фасонных отверстий, например, в номограммах и при обработке мелких деталей пользуются надфилями. Напильники особенно при обработке вязких металлов забиваются и их надо периодически очищать от спрессованных опилок с помощью стальной щетки.

Напильники с большим количеством насечек требуют тщательного ухода. Если напильники не очищаются, то их надо предварительно промыть в керосине или в каустической соде. Необходимо напильники предохранять от попадания влаги. При попадании влаги напильники ржавеют, кроме этого, при работе скользят по металлу. При хранении нельзя класть напильники друг на друга.

Для разрезания металла используют ножовочное полотно, которое рекомендуется изготовлять из быстрорежущей стали Р9 или легированной 9ХС. Величина зубьев должна зависеть от твердости обрабатываемого материала (чем больше твердость материала, тем мельче должны быть зубья у ножовочного полотна). Полотно надо укреплять в ножовочном станке зубьями вперед и натягивать так, чтобы оно не изгибалось во время работы. При работе с ножовочным полотном больших усилий прикладывать при ходе вперед не рекомендуется.

Для обработки металла применяются зубило и крейцмессель. Зубило употребляется при рубке листового металла в тисках или на наковальне. Крейцмессель-зубило с узкой режущей кромкой употребляется для вырубания пазов и рубке мелких деталей.

При сверлильных работах сверло следует подбирать на 0,1 мм меньше диаметра требуемого отверстия, так как при сверлении диаметр отверстия несколько увеличивается вследствие радиального биения сверла. Для увеличения срока службы сверла его необходимо правильно затачивать. Например, угол при вершине сверла затачивается под углом 2φ , который при обработке конструкционной стали берется равным 118° , при обработке латуни и мягких материалов 100° и т. д. При сверлении необходимо применять охлаждающие жидкости (олеиновую кислоту и скипидар — для твердых сталей, керосин — для бронзы и латуней).

При нарезании резьб используют метчики и плашки. Для заточки инструмента и отделочных работ нужно использовать абразивные инструменты (бруски, точильные камни, наждачные полотна разной зернистости). Величина зерна в абразивных инструментах различается по номерам, чем меньше зерно, тем выше номер.

Для полирования применяют сухие пасты (окись хрома).

Граверу необходимо иметь измерительный инструмент (микрометр, штангенциркуль, металлические линейки и др.).

Для улучшения структуры стали и для придания образцу необходимой формы применяют ковку. С помощьюковки получают заготовки для граверных и молоточных резцов, зубил, отверток, клейм и т. д. Ковку надо вести при определенной температуре. Нагрев до необходимой температуры ведется медленно. При перегреве многие легирующие присадки выгорают и сталь теряет свои свойства. При недогреве могут образоваться при ковке трещины. В производственных условиях нагрев производится в специальных электропечах с контролем температуры.

Мелкие заготовки диаметром до 5 мм можно нагревать на газовой горелке. Температуру при нагреве можно контролировать по цвету нагреваемых заготовок. Кроме того, температуру нагрева заготовки можно проверить по плавлению некоторых солей. Так сернистый калий плавится при температуре 1070° С, хлористый барий 955° С, сернистый натрий 865° С, углекислый натрий 810° С, хлористый натрий 800° С, хлористый калий 775° С, бромистый калий 730° С и т. д. Необходимо следить за тем, чтобы при нагреве было меньше окалина. На точных изделиях окалина недопустима. Окалина получается от присутствия свободного кислорода. Доступ кислорода можно ограничить, если нагреваемое изделие при нагреве поместить в мелкий древесный уголь, или обмазать изделие смесью глины с бурой и содой, ржаным тестом. Все эти вещества активно соединяются с кислородом воздуха и окалина на металле не получается. Весь процессковки надо вести быстро, следя за остыванием изделия по цвету металла. Ковка ниже 660—750° С не допускается. Нагрев изделия можно повторить несколько раз.

Закалка применяется для придания стали большей твердости. Структура стали может быть изменена путем нагрева и быстрого охлаждения в воде, масле или на воздухе. От выбора охлаждающей среды зависит скорость охлаждения. Чем выше скорость охлаждения, тем тверже получается сталь. Но при большой твердости сталь очень хрупка и мало пригодна для работы. Поэтому после закалки сталь подвергают отпуску, т. е. нагреву до определенной температуры не выше 330° С. При этом твердость уменьшается, но уменьшается и хрупкость. Перед отпуском поверхность изделия зачищают и нагрев определяется по цветам побежалости (табл. 1).

Отжиг предназначен для уменьшения твердости, снятия напряжений, улучшения обрабатываемости материала. При отжиге изделия нагревают выше критических температур и медленно охлаждают. В табл. 2 приведены режимы термической обработки различных сталей.

Таблица 1

Температура отпуска в °C	Цвет побежалости	Инструмент, подвергающийся отпуску
220—230	Светло-желтый	Токарные и строгальные резцы; штихели по металлу, инструмент для обработки дерева, кости и меди, ножи для бумаги
240	Темно-желтый	Резцы, сверла для чугуна и меди, пуансоны
255	Коричнево-желтый	Фрезы для дерева, ножницы, молотки, сверла для меди
265	Коричнево-красный	Пробойники для меди, алюминия и железа
275	Пурпурно-красный	Зубила для холодной рубки стали, железа, граверные чеканки, хирургические инструменты
285	Фиолетовый	Зубила для холодной рубки чугуна, твердой бронзы, фасонные резцы и ножовки для дерева, буравы, топоры
295	Синий	Зубила для горячей, рубки металла, пилы и фрезы по дереву и шила
315	Светло-голубой	Пружины
330	Серый	Рессорные пружины

Таблица 2

Марка стали	Температура в °C			Среда охлаждения	Температура отпуска °C	Твердость после отпуска HRC
	окончанияковки	отжига	закалки			
Сталь 35 Сталь 45 Сталь 50	840	800—850	840—860	Масло или через воду в масло	350—370 390—410	48—52 43—48
У7—У8	850—750	740—760	770—790	Через воду в масло	180—220	58—60
У9—У13	850—750	750—770	790—810	Масло	200—220 320—340	58—60 50—55
P9	900—920	830—850	1240—1260	Воздух	500—550	62—64
P18	900—920	830—850	1260—1280	Воздух	500—550	62—64
ХВГ	860—800	770—790	820—840	Масло	160—180 410—430	61—63 50—55
3Х13 3Х14	900	850/860	1050—1060	Масло	420	40—50

В граверном деле иногда приходится применять пайку деталей. Пайка — это процесс соединения материалов, находящихся в твердом состоянии, с помощью расплавленного ме-

талла-припой, имеющего более низкую температуру плавления, чем соединяемые материалы.

Нагревать детали рекомендуется паяльной лампой или паяльной трубкой, которые равномерно нагревают деталь. Паяльная трубка представляет собой металлическую трубку длиной 250 мм, согнутую под прямым углом.

Один конец трубки имеет диаметр 8—9 мм, а другой 2—3 мм. Продувая воздух со стороны широкого конца трубки, получают узкое длинное пламя с температурой до 1000° С. Это пламя направляют на нагреваемую деталь, температуру регулируют перенесением узкого конца трубки из одной части пламени в другую. Поверхности металла перед пайкой обезжиривают и зачищают шкуркой. Если припаявается стержень в отверстие, то зазор оставляется не более 0,1 мм.

Перед пайкой детали фиксируются друг относительно друга и на спаиваемые поверхности наносится флюс, препятствующий образованию пленки окислов. Обычно в качестве флюса берут хлористый цинк, канифоль или специальные составы на основе буры и борной кислоты. Затем на спаиваемые поверхности в виде мелких кусочков наносят припой, который при расплавлении смачивает поверхности деталей и при остывании крепко соединяет их.

Припои бывают мягкие на основе свинца и олова, твердые на основе меди и серебра. Составы некоторых распространенных припоев приведены в табл. 3. После пайки детали промывают и быстро высушивают. Затем, если это необходимо, они поступают на дальнейшую обработку.

Защитные покрытия металлов служат для предохранения поверхности от коррозии и для улучшения внешнего вида ме-

Таблица 3

Припой	ГОСТ	Цинк в %	Олово в %	Сурьма в %	Свинец в %	Серебро в %	Медь в %	Темпе- ратура плавления в °С
ПОС50	1499—54	—	50	0,8	49,2	—	—	214
ПОС40	1499—54	—	40	2	58	—	—	235
ПОС30	1499—54	—	30	2	68	—	—	256
ПСр3	1499—54	—	—	—	97	3	—	305
ПСр-68	1499—54	—	5	—	—	68	27	750
РСр-62	8190—56	—	10	—	—	62	28	700
ПСр-50	8190—56	—	—	—	—	50	50	850
ПМЦ36	1534—42	64	—	—	—	—	35	825
ПМЦ54	1534—42	46	—	—	—	—	54	885
Л62	1019—47	38	—	—	—	—	62	905

таллов и изделий из них. В этой работе будут рассмотрены только оксидирование, воронение, серебрение и золочение.

Оксидирование состоит в нанесении на поверхность металла защитной пленки окисла. Деталь очищают, полируют и обезжиривают. Обезжиривание обычно производят, опуская деталь на 5 мин в крепкий раствор едкого натра, нагретого до 50° С. После обезжиривания деталь промывают горячей водой. Затем удаляют окисел с поверхности детали (декапирование). Для этого деталь помещают на 1 мин в 5%-ный раствор серной кислоты, потом ее промывают в мыльном растворе при температуре 100° С. Закончив эту операцию, деталь помещают на 90 мин в раствор, состоящий из воды (1000 г), едкого натра (650 г), нитрата натрия (175 г). Температура раствора должна быть 135° С. После окончания операции на детали получается черная блестящая пленка. Деталь промывают и опускают в горячее масло для пропитки слоя окислов.

Воронение является простой операцией. В результате воронения детали приобретают цвета от синих до черных тонов. Перед воронением деталь полируют, обезжиривают и нагревают до 270—325° С, затем протирают ветошью, смоченной конопляным маслом. После воронения детали промывают и пропитывают маслом.

Серебрение и золочение осуществляется гальваническим путем. Для этого в ванну из стекла или другого изолирующего материала наливают электролит. В ванну погружают деталь и электрод из меди. К детали и электроду подводят постоянный ток напряжением 4—12 в. «Минус» к детали, а «плюс» к электроду. Рекомендуются контролировать силу тока, которая должна быть 0,8—1,0 а. Деталь периодически поворачивают в электролите и держат до получения слоя покрытия нужной толщины. Состав электролита для серебрения следующий: хлористое серебро (3—15 г), калий железосинеродистый (6—30 г), сода безводная (20—25 г), вода (1000 г), а для золочения: хлорное золото (2,65 г), калий железосинеродистый (15—50 г), сода безводная (20—25 г), вода (1000 г). После нанесения покрытия деталь промывают в воде и полируют сукном.

На этом заканчивается краткое руководство для начинающего гравера и гравера-универсала. Автор старался описать только самые главные и необходимые приемы и секреты в граверном деле.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Рабочее место гравера	4
Практические советы граверу-резчику	11
Художественная отделка граверных работ	25
Практические советы по прикладным работам	41

Михаил Исаевич Почукаев

НАЧИНАЮЩЕМУ ГРАВЕРУ

Редактор издательства *В. В. Глебова-Авилова*
Технический редактор *Т. И. Андреева*
Корректор *Э. В. Солдатенкова*
Обложка художника *Г. Д. Целищева*

Сдано в производство 26. X. 1970 г.
Подписано к печати 9. IV. 1971 г.
Т-07008. Тираж 18. 000 экз.
Печ. л. 3,0. Бум. л. 1,5.
Уч.-изд. л. 2,75. Формат 60 × 90 1/16
Цена 12 коп. Зак. № 353.
Набрано на фотонаборном автомате НФА.
Отпечатано на машине «Ротадонор».

Издательство «МАШИНОСТРОЕНИЕ»,
Москва, Б-66, 1-й Васманный пер., 3.

Экспериментальная типография ВНИИ полиграфии
Москва К-51, Цветной бульвар, д. 30.

Цена 12 коп.



ИЗДАТЕЛЬСТВО
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»