

Мельников И. В.

ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ



Ростов-на-Дону
«Феникс»
2005

ББК 34.5
М48

Мельников И. В.

М48 Художественная обработка металлов. — Ростов н/Д: «Феникс», 2005. — 448 с. (Серия «Профессиональное мастерство»)

Книга знакомит с практическими операциями и приемами ручной художественной обработки металлов, применяемых при художественной ковке, чеканных, дифовочных, граверных и иных работах, а также с оборудованием и инструментами для этих работ. Рассмотрены технология соединения отдельных изделий (пайка, сварка, клепка, склеивание) и некоторые способы отделки ювелирных изделий.

Для учащихся профессиональных учебных заведений, учебных комбинатов, мастеров художественных и ювелирных изделий. Может быть полезна для художников и мастеров, работающих в области декоративно-прикладного искусства, реставраторов, для профессионального обучения рабочих на производстве, а также для профориентации учащихся общеобразовательных школ и ознакомления с технологией художественной обработки металлов всех интересующихся техническими возможностями ремесленной основы этого искусства.

ISBN 5-222-05856-5

ББК 34.5

© Мельников И. В., 2005

© Оформление, изд-во «Феникс», 2005

ВВЕДЕНИЕ

Изделия из металла непременно присутствуют в повседневной жизни людей. Многообразие художественно-технических приемов позволяет делать вещи самого разного назначения. Высокий уровень ремесла и вкус мастера обеспечивают создание подлинных произведений искусства даже из железа. Но драгоценные, цветные, черные металлы и их сплавы еще не определяют всех возможностей достижения художественного результата. Необходимы определенные знания и опыт в самих процессах металлообработки, а они чрезвычайно разнообразны и у разных народов самобытны.

История материальной культуры зафиксировала удивительные изделия из металла, выполненные мастерами прошлого: литые колокола, скульптурные монументы, кованые ограды, предметы оружия, сосуды и светильники и многое другое. В каждый предмет вложен труд мастера, знающего приемы обработки золота и серебра, бронзы и железа, умеющего извлечь из особенностей материала нужные для решения художественной задачи качества и свойства.

Современная технология заменила многие ручные приемы обработки металла промышленными способами производства изделий. Но для изготовления уникальных и малосерийных художественных предметов они остаются уникальными, сохраняются и передаются новым поколениям мастеров и художников.

В России центры художественной обработки металла начали формироваться в XVII в., многие существуют и поныне. Сегодня ассортимент изделий, а также приемы обработки металла продолжают в русле исторически сложившихся традиций. Мастера знают все основные способы обработки металла — литье, ковку, чеканку, филигрань (скань). Другие виды работ по существу являются сопровождающими приемами, декорирующими поверхность изделия, среди них гравировка, перегородчатая и расписная эмаль (финифть), чернение.

Литье — древний и очень распространенный способ изготовления изделий путем заливки расплавленного металла в специальные формы. Остывшая отливка зачищается и дорабатывается способом чеканки.

Ковка особенно применима для обработки железа. Этот способ работы связан с кузнечным делом. В отличие от драгоценных металлов, которые поддаются холодной ковке, железо требует разогрева до температуры выше 1000 градусов. Тогда его можно гнуть, рассекать, создавая из бруска или прутка нужную конструкцию или элементы орнамента. Близка ковке техника просечки, когда из тонкого листового металла (жести) вырубает ажурные ленты орнамента.

Чеканка, получившая широкое распространение, применяется для создания рельефного, выбитого в тонком металле изображения. Чеканку выполняют специальными инструментами, в виде стального стержня, выколачивая ударами молотка по нему необходимый объем на пластине металла или на поверхности объемного предмета. Техника чеканки основана на возможности металла растягиваться под ударами молотка. Это свойство мастера заметили давно, выработав способ выколочки (дифовки) из листа металла, скажем, меди, значительной объемной формы — к примеру, кувшина.

Скань — оригинальная ювелирная техника создания из гладкой или крученой проволоки разнообразных узоров, которые называют «металлическим кружевом». Такой орнамент может стать накладным украшением предмета из металла, дерева, камня, но может и самостоятельно образовывать форму ажурного изделия (вазочки, шкатулки) или ювелирного украшения. Узор из скани часто дополняется металлическими шариками (зернью), которые обогащают поверхность орнамента. Будучи напаянной на поверхность предмета из металла, скань образует контурный рисунок для перегородчатой эмали или вставки драгоценного или цветного камня.

Чернение, как один из традиционных видов декорирования серебра и золота, основано на сплавлении в резной, гравированный рисунок черни — сплава из серебра, меди, свинца или олова и серы. После обжига излишки черни снимают напильниками, поверхность изделия шлифуют и полируют. Сплав остается в гравюре, контрастно выделяя рисунок на фоне светлого металла.

Финифть, или живописная эмаль, — уникальная роспись эмалевыми красками по белому эмалевому грунту на предметах из металла. Уникальность и сложность этой техники декорирования изделий определили довольно узкое ее использование в центрах художественной обработки металлов. Стекланный сплав, составляющий основу эмали, обеспечивает тонкий, блестящий слой поверхности расписных и обожженных пластин, закрепляемых в сканную оправу ювелирных украшений. Прозрачность, чистота и звучность цвета эмалевых красок придают изделиям с финифтью нарядность и декоративность.

Данное пособие содержит необходимые сведения для подготовки мастера, создателя художественных изделий из металла. Однако в каждом случае художественное

своеобразие создаваемых изделий определяется их связью с исторически сложившимися традициями, которые и служат прочной основой для развития мастерства. Поэтому так велико значение мастерства в декоративном искусстве. От того, как владеет автор работы своим ремеслом, как использует свои знания и практическое умение, зависит художественный уровень создаваемых им вещей.

В пособии рассмотрены вопросы теории и практики художественной обработки металлов, правила безопасности труда при выполнении работ в учебной мастерской и на предприятии. Первая часть посвящена вопросам материаловедения: физическим, химическим и технологическим свойствам черных, цветных, драгоценных металлов и их сплавов; даны общие сведения о кислотах, основаниях, видах солей, способах их образования и применения. Во второй части рассмотрены методы художественной обработки металлов: виды, операции и технические приемы художественного литья, операции и технические приемы кузнечно-слесарных работ; оборудование и инструменты для художественнойковки; технология чеканных, дифовочных и граверных работ; техника художественной эмали; способы отделки ювелирных изделий, а также технология соединения деталей художественных изделий (пайка, сварка, клепка, склеивание); методы технологии отделочных операций (механические, химические, электрохимические); примеры изготовления художественных изделий.

Третья часть затрагивает вопросы охраны труда и техники безопасности.

Часть I. МАТЕРИАЛЫ

Глава 1. МЕТАЛЛЫ, СПЛАВЫ И ИХ СВОЙСТВА

Огромным событием для человека и человечества было открытие металлов. У людей появился материал, которым можно обрабатывать другие материалы и который можно использовать для создания самых разных предметов. Возможно, что впервые люди обратили внимание на металлы благодаря их внешнему виду: блеску, цвету. Ведь золото и серебро первоначально использовались как священные предметы. Осваивая металлы, открывая для себя их важные физические качества, такие, как прочность, масса, сохранение той или иной формы, люди обнаружили, что медь, бронза, железо устойчивы к физическим воздействиям, а предметы, выполненные из них, надежно выполняют свое предназначение.

Длинный путь освоения металлов был процессом подготовки к производству железа, этот путь протянулся до нашего времени. Связано это с тем, что медь, золото, серебро встречаются в природе в виде самородных слитков. Их легко обрабатывать в холодном виде. Для воздействия на них требуются невысокие температуры. Для получения железа — необходимо проведение специальных работ по

выплавке его из руды при температуре свыше тысячи градусов; обработка железа требовала еще более высокой температуры, почти 1400 градусов. Необычайная практическая ценность железа определила этот металл таким образом, что стоил он в 40 раз дороже серебра и в 8 раз дороже золота.

Технологии обработки, технике изготовления того или иного предмета из металла отдается первое место. Они являются азбукой ремесла, основой производства, степень развития которого определяет возможности художественного преобразования предмета. На этой основе зарождается и формируется культура создания предметов, которые относят к области художественного творчества, часто называя их произведениями декоративно-прикладного искусства. У каждого народа металл получил свое признание и был по-своему оригинально использован в художественном творчестве; в разное время, из разных металлов рождались вещи, отличавшиеся совершенством исполнения и ставшие непревзойденными в художественной обработке.

В производстве различного вида художественных и ювелирных изделий применяют металлы, сплавы, а также вспомогательные материалы. Знать их основные свойства не только важно, но и необходимо. К основным свойствам металлов относят физические, механические, технологические, химические. Знание их дает возможность избежать дефектов при обработке металлов и их сплавов, предупредить неверное применение и использование.

К физическим свойствам металлов относят плотность, температуру плавления, цвет, блеск, непрозрачность, теплопроводность, электропроводность, тепловое расширение. По плотности металлы разделяют на легкие (до 3000 кг/м³) и тяжелые (от 6000 кг/м³ и выше); по тем-

пературе плавления — на легкоплавкие (до 973 К) и тугоплавкие (свыше 1173 К). Цвет и блеск очень важны, так как определяют художественно-эстетические достоинства металла как материала для изготовления изделия. Каждый металл или сплав обладает определенным, присущим ему цветом. Однако большинство имеют довольно однообразную гамму серовато-белых, серебристых тонов. Исключением являются золото, с его насыщенным желтым цветом, и медь, отличающаяся оранжево-красным цветом. Добавка этих металлов в сплавы придает последним желтые и красные оттенки.

При конструировании и производстве художественных изделий большое значение имеют механические свойства металла, такие, как прочность, упругость, пластичность, твердость, выносливость.

Прочность — способность металла в определенных условиях и пределах не разрушаясь воспринимать те или иные воздействия, нагрузки. Это свойство учитывается при изготовлении и проектировании художественных изделий, выборе того или иного металла, сплава. Наибольшее напряжение, которое может выдержать металл, не разрушаясь, называют пределом прочности, или временным сопротивлением разрыву. Образцы для измерения прочности подвергают испытанию на специальной разрывной машине, которая постепенно, с возрастающей силой растягивает образец до полного разрыва.

Упругость — свойство металла восстанавливать свою форму после прекращения действия внешних сил, вызвавших деформацию. Наибольшее напряжение, после которого металл возвращается к своей первоначальной форме, называют пределом упругости. Если при дальнейшем повышении нагрузки напряжение превышает предел упругости и удлинение сохраняется после разгрузки

образца, такое состояние называют остаточным удлинением. Далее наступает предел текучести, т.е. образец продолжает удлиняться без увеличения нагрузки. Такая способность к текучести используется в штамповочном производстве при глубокой вытяжке.

Пластичность — свойство металла под действием внешних сил изменять, не разрушаясь, свою форму и размеры и сохранять остаточные (пластические) деформации после устранения этих сил. Данное свойство также определяется и измеряется на разрывной машине. Высокой пластичностью обладают золото, серебро, платина и их сплавы. Менее пластичны медь, алюминий, свинец. Это свойство металлов имеет большое значение в давальном и штамповочном производстве, при чеканке, волочении, прокатке, дифовке.

Твердость — свойство металлов сопротивляться проникновению в них другого тела под действием внешней нагрузки, что необходимо учитывать при выборе инструментов для обработки металлов резанием. Например, важно знать твердость обрабатываемого металла, чтобы подобрать соответствующую фрезу или сверло. Испытания металлов на твердость проводят на специальных приборах — твердометрах. Существуют разные способы определения твердости. Испытание по методу Бринелля состоит в том, что в испытуемый металл при помощи специального пресса вдавливают под определенной нагрузкой стальной закаленный шарик диаметром 2,5, 5 или 10 мм и выдерживают 30 секунд. От давления шарика на металле образуется отпечаток. Чем мягче металл, тем отпечаток больший. Затем диаметр отпечатка измеряют и по специальной таблице находят число твердости, которое обозначается буквами НВ, что означает отношение нагрузки к площади поверхности отпечатка.

На приборе Роквелла в испытуемый металл вдавливают алмазный конус или стальной шарик, однако за критерий оценки твердости принимают не площадь отпечатка, а его глубину. Число твердости в зависимости от нагрузки обозначают НРС или НРА; при испытании алмазным конусом — НРВ.

В ы н о с л и в о с т ь — свойство металлов сопротивляться действию повторных нагрузок. Температурные условия значительно влияют на механические свойства металлов: при нагревании их прочность понижается, а пластичность увеличивается; при охлаждении некоторые металлы становятся хрупкими, например, сталь некоторых марок, цинк и его сплавы. Нехладноломкими являются алюминий и медь.

Х р у п к о с т ь — некоторые металлы обладают хрупкостью и при нормальных условиях, примером является серый чугун.

В производстве художественных изделий учитывается способность металлов поддаваться обработке, т.е. такие их технологические свойства, как ковкость, жидкотекучесть, литейная усадка, свариваемость, спекаемость, обрабатываемость резанием и некоторые другие.

К о в к о с т ь — способность металлов подвергаться ковке и другим видам обработки давлением (прокатке, прессованию, волочению, штамповке). Металлы могут коваться в холодном состоянии (золото, серебро, медь), а также в горячем (сталь). Это свойство используется при художественной ковке изделий из малоуглеродистой стали, при дифовке, чеканке по листу.

Ж и д к о т е к у ч е с т ь — свойство расплавленного металла заполнять литейную форму. Высокой жидкотекучестью обладают цинк и его сплавы, чугун, бронза, олово, силумин (сплав алюминия с кремнием), латунь,

некоторые магниевые сплавы. Низкой жидкотекучестью обладают сталь, красная медь, чистое серебро.

Литейная усадка — уменьшение объема металла при переходе из жидкого состояния в твердое. Это необходимо учитывать при изготовлении формы для отливки. Отливка получается всегда меньше модели, по которой сделана форма. Металлы с большой усадкой для литья почти не используют.

Свариваемость — способность металла прочно соединяться путем местного нагрева и расплавления свариваемых кромок изделия. Сплавы свариваются труднее, чистые металлы — легче. Легко свариваются изделия из малоуглеродистой стали. Плохо поддаются сварке чугун и высокоуглеродистые легированные стали.

Спекание — свойство металла, используемое для получения металлокерамики. При этом металлы, предварительно измельченные в порошок, смешивают, запрессовывают в специальные формы и подвергают действию высокой температуры и давления до спекания. Разные металлы спекаются неодинаково. Методом спекания производят особо твердые стойкие сплавы, например, победит, который применяется при изготовлении режущих инструментов.

Обрабатываемость резанием на различных станках, а также способность к шлифовке и полировке — свойства, имеющие большое значение при производстве художественных изделий, их обработке и отделке. Отлично поддаются резанию бронза, чугун, латунь, сталь, алюминий, плохо обрабатываются медь, свинец и его сплавы.

Из химических свойств металлов и их сплавов наиболее важными в производстве художественных изделий являются растворение (взаимодействие с кислотами и щелочами) и окисление (антикоррозийная стойкость, т.е.

стойкость к воздействию окружающей среды — газов, воды и т.д.).

Растворение (разъедание) — способность металлов растворяться в сильных кислотах и едких щелочах. Это свойство широко используется в различных областях производства художественных изделий. Растворение бывает частичное и полное. Частичное применяется для создания чистой поверхности изделия, а также при исполнении офорта. Полное растворение — это растворение цинка в соляной кислоте, при приготовлении хлористого цинка (флюс при пайке); серебра в азотной кислоте, при приготовлении азотнокислого серебра и др.

Окисление — способность металлов соединяться с кислородом и образовывать окислы металлов. При окислении вес металла увеличивается на вес кислорода, который с ним соединяется. Обычно почти все металлы и сплавы покрыты тонкой оксидной или окисной пленкой, которая представляет собой тончайший слой, состоящий из окислов. Магний и алюминий окисляются очень быстро, бронза и латунь — медленнее, а изделия из золота и платины вовсе не окисляются. При нагревании металла окисление усиливается, и на поверхности появляется толстая пленка окислов — окалина. Чем больше доступ воздуха и выше нагрев, тем толще слой образующейся окарины. В некоторых случаях это свойство металлов бывает полезным, так как защищает металл от дальнейшего окисления в глубину (его называют защитной пленкой, например, защитная пленка на алюминии). Но эта пленка создает трудности при пайке и сварке алюминия, ввиду своей тугоплавкости.

Металлы и сплавы делят на черные и цветные. К черным относят железо и сплавы на его основе — чугуны и стали; к цветным — все остальные. В группу цветных

входят и драгоценные металлы, которые являются основным материалом для изготовления ювелирных изделий. Черные металлы и их сплавы составляют почти 95 процентов производимой в мире металлопродукции, во многих странах постоянно ведется работа по созданию новых сплавов с заранее заданными свойствами.

1.1. ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Металлы и их сплавы в твердом состоянии имеют кристаллическое строение. Их атомы располагаются в пространстве в строго определенном порядке, образуя пространственную, или кристаллическую решетку. Наименьший комплекс атомов, который при многократном повторении в пространстве воспроизводит решетку, называют элементарной кристаллической ячейкой. Атомы металлических кристаллов состоят из кристаллических ячеек трех типов: кубической объемно-центрированной, кубической гранецентрированной и гексагональной. Железо при температуре ниже 910 градусов и в интервале 1400–1539 градусов, титан при 885–1720 градусах, вольфрам, ванадий, хром, калий, натрий и некоторые другие металлы имеют кубическую объемно-центрированную решетку. Железо при 910–1400 градусах, медь, золото, платина, палладий, серебро, кальций, свинец, никель и некоторые другие металлы — кубическую гранецентрированную, а магний, цинк, кадмий, бериллий и некоторые другие металлы — гексагональную решетку (см. рис. 1).

В кристаллической решетке атомы расположены правильно, поэтому их число в элементарной кристалличес-

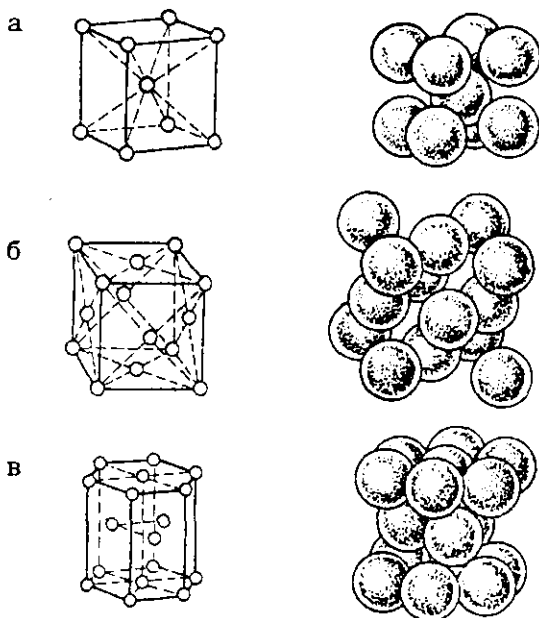


Рис. 1. Элементарные кристаллические ячейки
а — объемно-центрированная; б —
гранецентрированная; в — гексагональная

кой ячейке в разных направлениях будет неодинаково, в связи с чем многие свойства кристаллов, например, механические, магнитные, химические, в этих направлениях также различны. Такое свойство называют анизотропией.

Кристаллическое строение металлы приобретают при переходе из жидкого состояния в твердое. В процессе кристаллизации кристаллы начинают образовываться одновременно во многих местах. Вначале они растут свободно, не мешая друг другу, имеют геометрически правильную форму и отличаются размерами и ориентировкой. По мере увеличения, кристаллы соприкасаются и

рост одних начинает мешать росту других, их правильная форма нарушается. Такие металлы, как олово, железо, марганец, титан и некоторые другие в твердом состоянии могут иметь не одну, а несколько форм кристаллической решетки. При нагревании до определенной температуры (критическая точка) атомы перестраиваются и образуют новую кристаллическую решетку, что сопровождается изменением физико-механических свойств металла.

Каждый раз при медленном нагреве и охлаждении металла до критической точки перекристаллизация повторяется. Этот процесс перекристаллизации называется аллотропией металла. Например, чистое железо при затвердевании, которое происходит при 1539 градусах, образует железо с кристаллической решеткой объемно-центрированного куба, которая сохраняется до температуры 1401 градус. Дальнейшее охлаждение приводит к образованию железа с кристаллической решеткой гранецентрированного куба. При температуре 910 градусов происходит следующее аллотропическое превращение. Ниже этой критической точки железо имеет кристаллическую решетку объемно-центрированного куба.

1.2. СПОСОБЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СПЛАВОВ

Кристаллическое строение металлов определяется методом изучения внутреннего строения кристаллов и их внешних форм, металлографическим методом, макроскопическим и др. Внутреннее строение кристаллов изучается, главным образом, с помощью рентгеноструктурного анализа. По его данным для всех металлов установлены различные типы и параметры кристаллических решеток.

Однако для большинства металлов характерны три типа решеток. С помощью металлографического метода изучают размеры, форму и взаимное расположение кристаллов в металлах и сплавах. Микроскопический анализ шлифа металла дает наиболее полную оценку строения металла. Для проведения анализа из испытуемого металла вырезают образец, плоскость шлифуют, полируют и протравливают специальным раствором. В результате выявляется структура образца, которую рассматривают

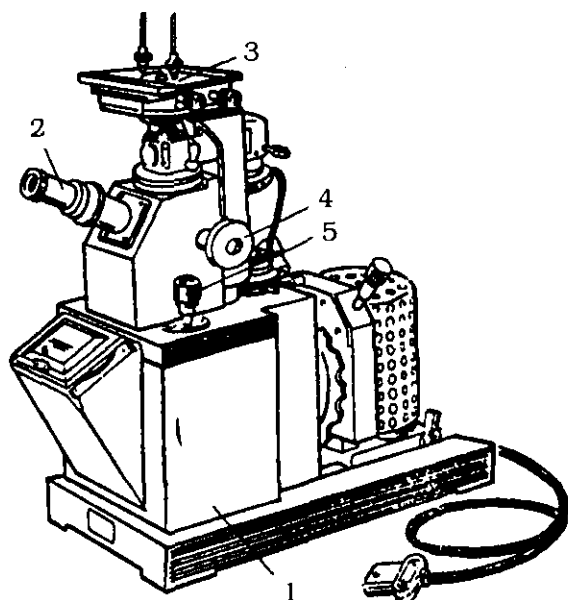


Рис. 2. Устройство микроскопа МИМ-7:

- 1 — корпус; 2 — окуляр для визуального наблюдения;
3 — предметный столик для крепления исследуемого
образца; 4 — рукоятка грубой подачи предметного
столика; 5 — винт точной настройки изображения
поверхности

или фотографируют с помощью металлографического микроскопа (рис. 2).

Всякий металл состоит из большого количества кристаллов. Такая структура называется поликристаллической. При кристаллизации металла из расплавленного состояния растущие кристаллы мешают друг другу принять правильную форму, поэтому, в отличие от правильно ограниченных кристаллов, они называются кристаллитами, или зернами. Зерна различаются между собой пространственной ориентацией их кристаллических решеток. При травлении шлифа границы зерен разъедаются сильнее и углубляются. Падающий на них свет рассеивается, и в поле зрения микроскопа границы зерен представляются темными, а сами зерна светлыми.

Макроскопический метод изучения строения сплавов является наиболее простым. Образец сплава рассматривают по излому сплава, при помощи увеличительного стекла или невооруженным глазом. Металлы имеют кристаллический (зернистый) излом. По размерам зерен на поверхности излома можно судить об особенностях выплавки и литья, качестве сварки и термообработки.

Глава 2. ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

Ранее других металлов были открыты золото, серебро и медь, так как они встречаются на поверхности земли в самородном состоянии. Позже были обнаружены легко выплавляемые из руд свинец, олово, ртуть и железо. Открытие металлов было очень важным событием. Медной и железной названы целые исторические эпохи.

Древние люди считали, что металлы имеют таинственную связь с небесными светилами, потому и тех и

других в древности было известно по семи. В древних книгах металлы часто именуются названиями планет: золото — Солнцем, серебро — Луной, медь — Венерой, олово — Юпитером, свинец — Сатурном, железо — Марсом, ртуть — Меркурием. Отголоски этих названий живы до сих пор. Например, кристаллическая уксуснокислая соль меди называется Венераины кристаллы, отравление свинцом — «сатурнизм» и т.д.

В середине XV века были открыты цинк, висмут, сурьма. В начале XVIII — мышьяк, остальные металлы были открыты еще позднее. Алюминий был открыт в 1827 году, а в промышленность он вошел только с 20-х годов XX века.

В наше время существует немного отраслей производства, где не применялись бы металлы. Из металлов производят машины, станки, инструменты, бытовые вещи. Большую роль играют металлы и в художественной промышленности, где, в основном, применяют черные металлы, т.е. сплавы железа с углеродом — чугун и сталь, а также некоторые цветные металлы: медь и ее сплавы (латунь и бронза), алюминий и магний и их сплавы, цинк, никель, олово, свинец. На рис. 3 показана микроструктура ряда металлов.

В особую группу драгоценных цветных металлов выделяют золото, серебро, платину и металлы платиновой группы. Некоторые цветные металлы имеют меньшее значение для производства художественных изделий. Их применяют преимущественно в виде небольших добавок к сплавам, для изменения их свойств, или в качестве покрытий при изготовлении инструментов и приспособлений и т.д. К таким металлам относят сурьму, кадмий, ртуть, висмут, кобальт, мышьяк, вольфрам, марганец, молибден и некоторые другие.

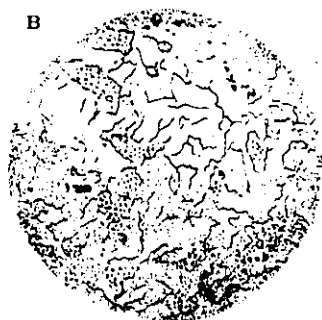
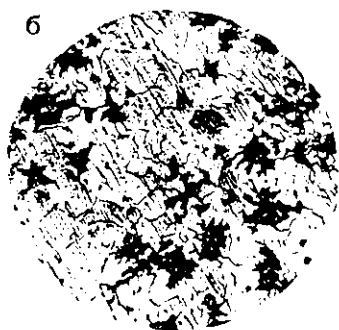
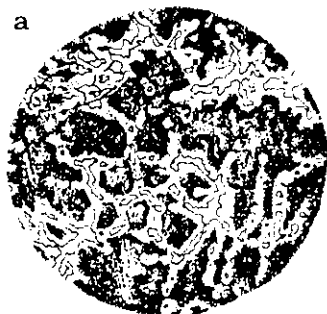


Рис. 3. Микроструктура некоторых металлов:
 а — бронза оловянистая, видны включения меди, олова; б — ковкий чугун, видны включения графита; в — алюминий, видны трещины, раковины

2.1. ЖЕЛЕЗО

Железо (Fe) — химический элемент VIII группы периодической системы Д.И. Менделеева, атомный номер 26, атомная масса 55,847, валентность II, III, плотность 7874 кг/м³, температура плавления 1812 К, температура кипения 3013 К, твердость по Бринеллю 350–450 Мн/м².

Это блестящий серебристо-белый металл, ковкий и пластичный. При температуре 768 градусов намагничивается, а при дальнейшем нагревании теряет ферромагнитные свойства. В сухой среде почти не окисляется, однако при наличии в воздухе влаги и кислорода покрывается коричневым слоем ржавчины, состоящим из водосодержащего окисла железа. Строение этого слоя пористое, процесс коррозии продолжается до тех пор, пока весь металл не превратится в ржавчину. Коррозия происходит и в воде. Если железо подогреть до температуры выше 650 градусов, на его поверхности образуется хрупкий черный слой окарины. Железо растворяется в соляной кислоте (хлорид FeCl₂), а в концентрированных серной и азотных кислотах покрывается защитным слоем, который предохраняет его от дальнейшего разъедания.

Железо известно человеку с доисторических времен. В большинстве очагов древней культуры железный век пришел на смену бронзовому или медному веку. В Европе железная культура возникла около 1000 лет до н.э., сменив более древнюю, бронзовую эру, которую относят ко второму тысячелетию до нашей эры. Смена бронзового века железным в различных частях земного шара совершалась неодновременно. Более того, некоторые народы открыли железо, не зная бронзы, каменные орудия труда сменились сразу железными. Например, когда в Египте использовали только литые из бронзы и драгоценных

металлов, негритянские племена центральной Африки уже умели ковать железо. Возможно, высокоразвитое кузнечное искусство Верхнего Египта воспринято от африканских кузнецов. Похожим было положение и в Индии, богатой железными рудами. Культура железа здесь развилась очень давно, минуя бронзовый век. Высоко было искусство черных металлов в Вавилоне и Ассирии. В IX и VIII веках до нашей эры древние кузнецы умели ковать из железа оружие, а также украшать железные шлемы и панцыри бронзой. При раскопках Вавилона был обнаружен клад общим весом до 160 кг. Состоял он из железных слитков в форме двойной пирамиды. Металл был отличного качества, совершенно нержавеющий.

Железо было известно также на восточном побережье Черного моря. В древней Руси техника обработки черного металла достигла высокого уровня. В IX—X веках русские мастера пользовались многими технологическими приемами обработки железа — ковкой, сваркой, термической обработкой, пайкой. Тогда железо добывали из болотной или луговой руды, загружая в яму, обмазанную глиной, измельченную руду и древесный уголь. В нижней части ямы делали отверстие, через которое осуществлялось дутье ручными, а позднее механическими мехами. Окись железа восстанавливалась до металла, пустая порода шлаковывалась и стекала вниз, а на дне скапливались зерна железа, которые слипались в рыхлую губчатую массу, пропитанную шлаками. Эту, раскаленную добела массу вынимали и быстро проковывали на наковальне, отжимая из нее шлак, и сваривали в монолитный кусок железа, похожий по форме на лепешку, весом от двух до шести килограммов. Такой способ прямого получения железа из руды существовал почти 300 лет. Только в начале XIII века он начал заменяться доменным процессом. В

Финляндии этот способ использовали до XIX века, а в некоторых странах применяют до сих пор.

Сыродутное железо по своему составу представляло собой сплав железа с углеродом. Однако процентное содержание углерода не превышало и сотых долей. В наше время существует классификация железоуглеродистых сплавов. Сплавы, содержащие углерода до 2 процентов, называют сталью; причем, если в сплаве углерода меньше 0,25 процента, то такую сталь называют малоуглеродистой или мягкой. При содержании углерода от 0,25 до 0,6 процента сплав называют среднеуглеродистой сталью, а при содержании от 0,6 до 2 процентов — высокоуглеродистой сталью. При содержании углерода более 2 процентов железные сплавы называют чугуном. В сталях, кроме железа и углерода, присутствуют примеси фосфора, серы, кремния, марганца. Железо и его сплавы — сталь, чугун, которые относятся к черным металлам, занимают первое место по производству и использованию в современной металлургии.

Как художественный материал железо использовалось уже в глубокой древности. Например, в Древнем Египте в гробнице Тутанхамона найдены изделия из железа, в Индии до наших дней сохранилась железная колонна близ Дели, воздвигнутая в V веке до нашей эры, и пр. В ювелирном деле железо почти не применяют из-за легкой окисляемости и высокой температуры плавления.

2.2. ЧУГУН

Чугун — это сплав железа с углеродом (обычно 3–4 процента), некоторым количеством марганца (2,5–4,5 процента), кремния (до 4,5 процента), серы (около 0,08 процента), фосфора (до 1,8 процента) и некоторых других элементов.

Чугун — первичный продукт переработки железных руд путем их плавки в доменных печах.

По мнению специалистов, впервые чугун стали получать на Востоке. В XIII веке его стали выплавлять в Европе, а в России первые доменные печи были построены под Тулой в XVII веке. При современном доменном процессе получают чугун белый, серый и ковкий, высокопрочный. Углерод в чугуне может находиться в химически связанном состоянии в виде цементита или в структурно свободном состоянии в виде графита. Если в чугуне содержится 3,0—4,5 процента углерода, то повышается его твердость и прочность, но уменьшается пластичность и снижается температура плавления. При повышении содержания кремния от 0,3 до 2,5 процентов улучшаются литейные свойства чугуна. Присутствие 0,5—0,6 процента марганца способствует образованию карбида железа, повышению твердости и прочности чугуна. Примесь 0,08—2,2 процента фосфора делает его жидкотекучим, твердым и хрупким, а вредная примесь 0,03—0,12 процента серы ухудшает жидкотекучесть чугуна, при повышении температуры он становится очень хрупким.

В белом чугуне большая часть углерода химически соединена с железом в виде цементита. Цементит имеет белый цвет, он очень твердый и хрупкий. Белый чугун в изломе также светло-серого, почти белого цвета, твердый, не поддается механической обработке и сварке. Используется для получения ковкого чугуна. В сером чугуне большая часть углерода находится в свободном состоянии в виде графита. Он мягок, хорошо обрабатывается, обладает отличными литейными качествами, в изломе темно-серого цвета. После отделки цвет его, от теплого темно-серого до черного с коричневатым оттенком, одинаково красив и на матовой, и на глянцевой блестящей поверх-

ности. Чугун обладает лучшими антикоррозийными качествами по сравнению со сталью и является более долговечным материалом. Важной особенностью антикоррозийных свойств чугуна является их способность возрастать во времени. Наиболее прочно литье из серого чугуна работает на сжатие, примерно в два раза слабее на изгиб и в три-четыре раза хуже на растяжение. Эти свойства чугуна необходимо учитывать при проектировании различных художественных изделий, предназначенных под отливку.

Чугун широко применяется как материал для прикладного искусства. Из него отливают вазы, скульптуры, парковые декоративные фигуры, садовые ограды, надгробные плиты, решетки, ворота, садовую мебель. Высокая прочность на истирание и долговечность определяют применение чугуна для изготовления плит для полов, ступеней и ограждений лестниц и др. Высокие литейные свойства позволяют отливать из него тончайшие ажурные предметы с красивым темно-коричневым цветом. Чугун является прекрасным материалом для производства всевозможных мелких бытовых предметов: различных настольных фигур, шкатулок, дверных ручек и т.п.

Наиболее древними образцами художественного литья из чугуна, относящимися к XVI и XVII векам, являются орнаментальные плиты полов в древних соборах, двери и надгробные плиты. При Петре I появляются чугунолитейные заводы на Урале. В XVIII веке в Петербурге был построен Александровский завод, оборудованный новыми доменными и иными печами. На нем изготавливали разнообразные художественные изделия, такие, как колонны, решетки, статуи, вазы и др. На этом заводе были отлиты чугунные ворота дома Демидовых в Москве и иные изделия. Известные русские архитекторы и скульпторы

применяли чугунное литье при воплощении своих художественных замыслов. Так, по проекту архитектора А. Н. Воронихина была отлита исключительная по своей композиции и красоте чугунная решетка у Казанского собора, замечательные чугунные ограды Петербурга и др.

Ковкий чугун вырабатывается из белого и является его разновидностью. Получают его путем термической обработки — длительной выдержки при температуре 800—850 градусов. При этом углерод в чугуне выделяется в виде хлопьев свободного углерода, которые располагаются между кристаллами чистого железа. По своим механическим свойствам ковкий чугун занимает среднее место между чугуном и сталью. Он более вязкий, подвергается правке и чеканке, но не куется. Применяется при отливке мелких художественных изделий сложной формы, требующих тщательной отделки, которая осуществляется чеканкой. Из серого чугуна путем специальной обработки — введения в жидкий чугун при температуре не ниже 1673 К чистого магния или его сплавов — получают высокопрочный чугун. Высокопрочный чугун обладает хорошими литейными качествами, подвергается почти всем видам термической обработки, приближаясь по свойствам к углеродистым сталям, хорошо обрабатывается резанием. Применяется в машиностроении при замене стальных и кованых изделий.

Чугун по химическому составу подразделяется на нелегированный, малолегированный, среднелегированный и высоколегированный. В нелегированном чугуне содержатся следующие примеси: марганца — не более 2 процентов, кремния — 4 процента, хрома — 0,1 процента и 0,1 процент никеля. В малолегированном чугуне суммарное количество легирующих элементов не превышает 3 процентов. В среднелегированном чугуне суммар-

ное количество легирующих элементов не превышает 7–10 процентов, в высоколегированном — не более 10 процентов. Легирующие элементы повышают прочность при ударных нагрузках и усиливают антикоррозийную стойкость чугуна.

Маркировка чугунов производится следующими буквенными обозначениями: Ч — чугун; С — серый; К — ковкий; В — высокопрочный; М — модифицированный. Цифрами указываются механические свойства чугуна. В марках серого и модифицированного чугунов первое двузначное число после букв указывает временное сопротивление при растяжении, второе — при изгибе. Например, СЧ 15–32 — серый чугун с временным сопротивлением при растяжении 150 и при изгибе 320 Мн/м². В ковком и высокопрочном чугунах первое двузначное число указывает временное сопротивление разрыву при растяжении, второе — относительное удлинение. Например, ВЧ 60–2 — высокопрочный чугун с временным сопротивлением разрыву 600 Мн/м² и относительным удлинением 2 процента. Марки легированных чугунов обозначаются буквами, которые указывают, какие легирующие элементы входят в состав чугуна, и цифрами, стоящими за каждой буквой. Цифры характеризуют среднее содержание данного легирующего элемента. При содержании легирующего элемента менее 1 процента, цифры с соответствующей буквой не ставят. Например, ЧН19Х3 означает чугун, содержащий 19 процентов никеля и 3 процента хрома.

2.3. СТАЛЬ

Сталь получают из перепельного чугуна путем его переплавки. Во время переплавки из чугуна выгорает часть примесей, так как они окисляются легче, чем железо.

Сталь отличается от чугуна меньшим содержанием углерода и других примесей. Она закаливается, куется, прокатывается, режется и может отливаться. Содержание железа в стали колеблется в пределах 97,0—99,5 процентов. При выплавке ее, наряду с углеродом, присутствуют и такие постоянные примеси, как кремний, марганец, сера, фосфор, азот, водород и др.

Кремний и марганец вводят в металл в процессе выплавки с целью улучшения качества стали. Фосфор и сера ухудшают качество, но удалить их невозможно. Сера делает сталь красноломкой, т.е. повышает ее хрупкость при высоких температурах, а фосфор — хладноломкой, повышая хрупкость при низких температурах. Общее содержание серы и фосфора в высококачественной стали не должно превышать 0,03 процента; в сталях обыкновенных допускается не более 0,055—0,07% серы и 0,045—0,09% фосфора. Скрытыми нежелательными примесями являются также кислород, азот и водород. Они могут находиться в виде химических соединений или газов. В зависимости от способа получения стали допускается предельное содержание кислорода 0,1—0,01, азота 0,01—0,001 и водорода 0,0007—0,0001 процента. В современной металлургии сталь получают главным образом из смеси чугуна, который выплавляют в доменных печах со стальным ломом.

Стали по назначению подразделяют на конструкционные, инструментальные и стали с особыми физическими свойствами — специальные. Конструкционную сталь применяют для изготовления строительных конструкций, деталей машин, механизмов судовых и вагонных корпусов, паровых котлов и других изделий. Она может быть как углеродистой, так и легированной (основными легирующими элементами являются хром и никель).

Мягкую сталь (техническое железо) в давние времена добывали непосредственно из руды. В XVIII веке в Англии начали применять получение стали в тиглях. Через некоторое время появился способ получения стали в тестообразном состоянии из чугуна в пламенных печах. Однако эти способы были малопроизводительны. В 1856 году Г. Бессемер открыл новый способ получения стали, который был назван по его имени, бессемеровским. В 1878 году С. Томас несколько видоизменил этот способ, и теперь его называют томасовским. Сталь, получаемая бессемеровским и томасовским способами, называется конвертерной. Качество ее сравнительно невысокое. Из нее изготавливают рельсы, трубы, болты и т.д. Томасовская сталь более мягкая и идет на прокат листовой стали (кровельного железа), проволоки и т.п. Преимущество этих способов заключается в том, что процесс получения стали идет очень быстро и стоимость конвертерной стали невысока.

Для получения качественных сталей применяется мартеновский способ, при котором сталь выплавляют в мартеновских печах. Из мартеновской стали изготавливают листовую, сортовую, высококачественную и легированную. Электросталь выплавляют в дуговых или индукционных высокочастотных печах.

По химическому составу сталь разделяют на углеродистую и легированную. Углеродистая сталь может быть обыкновенного качества, качественной, повышенного качества и высококачественной. Обыкновенная углеродистая сталь широко применяется как поделочный материал, из которого изготавливают различными способами художественные изделия, например, декоративные решетки из стальной полосы. Промышленность выпускает эти стали в форме полуфабрикатов и заготовок, получаемых

прокаткой, из которых путем последующей обработки можно выполнить художественные изделия.

Стальной прокат подразделяется на следующие группы: листы, трубы, сортовой прокат, периодический прокат. Листовой прокат подразделяется на толстые листы (толще 4 мм) и тонкие листы. Например, это кровельная сталь (кровельное железо), листовая декопированная сталь, т.е. отожженная и травленая сталь, которая становится мягкой и более устойчивой против коррозии. Белая жечь представляет собой тонкие листы мягкой стали, покрытые с обеих сторон слоем олова. Жечь может быть черной, полированной и т.д. Сортовой прокат различается по размерам: крупный, средний и мелкий. Кроме того, он может быть различной формы — квадратным, полосовым, трехгранным, шестигранным, круглым, полукруглым и т.д. Может быть угловым, коробчатым (или швеллерным), тавровым, двутавровым, колонным, рельсовым и др.

Для выделки различных художественных изделий мягкая малоуглеродистая сталь, которую раньше называли поделочным железом, применялась издавна. В древней Руси наряду с железом (малоуглеродистой сталью) была известна и высокоуглеродистая сталь с хорошей однородной структурой и содержанием углерода от 0,35 до 0,85 процентов. Из этой стали делали мечи, кинжалы, ножи, сварные клинки со сложным узором, которые изготовлялись по очень сложной технологии. Из малоуглеродистой стали (ковочного железа) методом свободнойковки кузнечные мастера изготовляли флюгеры, шпильки. Применяли ее и при изготовлении витражей, решеток и т.д.

Качество стали зависит от наличия в ней вредных и загрязненных примесей. Сталь обыкновенного качества

выплавляют в бессемеровских конверторах и мартеновских печах; качественную — в мартеновских и электропечах; высококачественную — в кислых, основных мартеновских и электрических печах. Электрические печи содержат небольшое количество серы, фосфора, кремния и марганца.

Из инструментальной стали изготавливают инструменты и приспособления для художественной обработки других металлов: резцы, штихели, чеканы, прессформы, граверные пуансоны, матрицы, молотки, мерительный инструмент и т.д. Обыкновенно эта сталь содержит 0,6—1,4 процента углерода. Установлено несколько марок инструментальной углеродистой стали. Марки обозначаются буквой У, которая указывает на то, что сталь углеродистая. Цифры, следующие за буквой, означают среднее содержание углерода. Так, марка стали У7 с содержанием углерода 0,60—0,74 процента применяется для изготовления зубил, кузнечных штампов, отверток, клещей по стали, слесарных молотков, чеканов, кувалд. Марка стали У8 с содержанием углерода 0,75—0,85 процента применяется для изготовления штихелей, пуансонов, резцов для обработки медных сплавов, кернов, матриц, граверных зубил. Из стали марки У9 (0,86—0,94 процента углерода) изготавливают зубила по камню, инструмент по дереву, дыропробивные штампы. Из стали У10 (0,95—1,09 процента углерода) изготавливают сверла, метчики, фрезы, ножовочные полотна, плашки, развертки. Из стали У12 (1,10—1,25 процента углерода) изготавливают метчики, сверла, калибры, напильники, пилы по металлу, развертки, плашки. Из стали У13 (1,26—1,40 процента углерода) изготавливают резцы по твердому металлу, шаберы, зубила для насечки напильников, волоочильный инструмент. Высококачественная

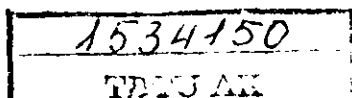
инструментальная углеродистая сталь отмечается в конце марки буквой А (У8А, У10А и т.д.).

К сталям с особыми химическими и физическими свойствами относится электротехническая сталь, нержавеющая, кислотостойкая, окалиностойкая, жаропрочная, сталь для постоянных магнитов и др. Для них характерно низкое содержание углерода и высокая степень легирования. Сталь легированная для обеспечения нужных свойств, кроме обычных смесей, содержит элементы, которые вводят специально в определенных количествах. В зависимости от содержания легирующих элементов она подразделяется на низколегированные (2,5 процента), среднелегированные (2,5—10 процентов) и высоколегированные (свыше 10 процентов). Легированные стали делятся на две группы: легированные конструкционные и легированные инструментальные. Первые применяются как поделочный материал, вторые — для производства инструментов и приспособлений. Легированные стали обладают одновременно высокой прочностью и пластичностью. В углеродистых сталях такого сочетания достичь невозможно. Легирующие элементы, входящие в состав стали, участвуют в образовании структуры и влияют на различные свойства металла. В наименования марок стали введены дополнительные буквенные обозначения, которые определяют содержание входящего компонента: А — азот, Б — ниобий, В — вольфрам, Г — марганец, Д — медь, К — кобальт, М — молибден, Н — никель, Р — бор, С — кремний, Т — титан, Ф — ванадий, Х — хром. Легированная конструкционная сталь маркируется цифрами, которые обозначают среднее содержание углерода в десятых долях процента, а буквы — наличие легирующих элементов. Например, марка стали 13Н2ХА означает, что в состав стали входит 1,3 процента углерода, 2 процента

никеля, 1 процент хрома; буква А указывает на высококачественные стали. Цифры, стоящие после буквы, обозначают приблизительное содержание элемента в процентах, если содержание его больше 1 процента. При большем количестве — цифра не ставится.

По тому, как застывает металл, различают спокойную, полуспокойную и кипящую сталь. Поведение металла при кристаллизации зависит от степени его раскисленности: чем полнее удален кислород, тем спокойнее протекает процесс затвердевания. При разливке малораскаленной стали в изложнице происходит бурное выделение пузырьков углерода — сталь как бы кипит. Выбор технологии раскисления и разливки определяется назначением стали и технико-экономическими показателями производства.

Маркировка сталей позволяет знать их состав и свойства. Углеродистые стали обыкновенного качества в зависимости от назначения подразделяются на три группы: А — с гарантируемыми механическими свойствами; Б — с гарантируемым химическим составом; В — с гарантируемыми механическими свойствами и предельным содержанием отдельных элементов. Стали группы А в зависимости от нормируемых показателей подразделяются на три категории — А1, А2, А3. Стали группы Б подразделяются на две категории, Б1 и Б2. Стали группы В подразделяются на 6 категорий — В1, В2, В3, В4, В5, В6. Сталь группы А маркируется буквами «Ст», за которыми идут цифры: Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6. В этих марках стали содержание углерода находится в пределах от 0,2 до 0,6 процента. По мере увеличения углерода сплав приобретает лучшую способность к закаливанию. Для стали группы Б установлены марки БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5, БСт6; для стали группы В — ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5. Сталь марки ВСт5 изготавливается мартеновским и



конверторным способами. Буквы «Ст» обозначают — сталь, цифры от 0 до 6 — условный номер марки, в зависимости от химического состава и механических свойств. Буквы Б и В обозначают группу, группа А в обозначении не указывается. Если сталь относится к кипящей, ставится индекс «кп», к спокойной — «сп», полуспокойной — «пс» (например Ст5кп, Ст3сп, Ст5пс).

Качественная углеродистая конструкционная горячекатаная и кованая сталь подразделяется на две группы: I — сталь с нормальным содержанием марганца, II — с повышенным (0,7—1,2 процента). Сталь группы I маркируется двумя цифрами: 08кп, 10кп и далее до 85. Цифры в марке показывают содержание углерода в сотых долях процента. В стали группы II после чисел, которые указывают содержание углерода, ставят букву «г», например: 15г, 20г и далее до 70г, что обозначает повышенное содержание марганца.

Конструкционная углеродистая специальная сталь, предназначенная для обработки на металлорежущих автоматах, маркируется буквой А впереди чисел, указывающих содержание углерода, например: А12, А20. Для марок сталей специального назначения введены буквенные обозначения, которые ставятся перед цифровым указателем углерода, например: Р18Ф2. Буква Р означает, что сталь быстрорежущая. Если перед цифровым указателем углерода стоит буква Я — сталь кислотоупорная, Ш — шарикоподшипниковая, Ж — жаростойкая, Е — электротехническая.

Для производства художественных изделий особый интерес представляет нержавеющая сталь. По своему составу она относится к высоколегированным сталям с малым содержанием углерода (0,14—0,23 процента), высоким содержанием хрома (10—23 процента) и никеля (4—10 процентов). Эта сталь отличается высокой коррозионной

стойкостью. На открытом воздухе, без каких-либо дополнительных покрытий, она хорошо сохраняет свой серебристый блеск и цвет. Промышленность выпускает нержавеющую сталь в виде листов толщиной 0,1–2 мм, что очень удобно для производства различных художественных изделий. Листы достаточно вязки и пластичны, хорошо диффундируют, принимая объемную форму, их сравнительно легко резать, сверлить, паять и сваривать. Листовая нержавеющая сталь применяется и в архитектуре, она долговечна и декоративна. Полосами из нержавеющей стали обернуты некоторые колонны московского метро. Кроме того, нержавеющая сталь является очень хорошим материалом для изготовления столовых приборов, посуды и т.п.

При изготовлении инструмента и приспособлений для ювелирных и чеканных работ состав стали зависит от характера этих работ. Например, для ударного инструмента используют стали марки У7, У8, а для режущего инструмента — У8, У12. Для обработки холодного металла давлением используют марки 9Х, 5ХВС, ХВГ.

Глава 3. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

3.1. ОТЖИГ, НОРМАЛИЗАЦИЯ, ЗАКАЛКА, ОТПУСК

Термическая обработка означает воздействие на металлы, которое изменяет их строение и свойства. При механической обработке в металлах и сплавах возникают внутренние напряжения. Например, при обработке стали

давлением с повышением степени деформации внутреннее строение ее кристаллической решетки изменяется и кристаллы принимают не естественное, напряженное состояние. Этот процесс продолжается до тех пор, пока все кристаллы не вытянутся в виде волокон в направлении действия силы давления. Происходит это при холодной обработке металла. В результате изменяются его различные свойства — твердость и прочность повышаются, а с удлинением понижаются. Если продолжать обработку, могут произойти трещины, разрывы. Чтобы вернуть стали первоначальные свойства, необходимо вывести структуры из напряженного состояния и придать им вновь устойчивое положение, иными словами, нужна рекристаллизация. Для этого нужна тепловая, или термическая обработка металла.

На рис. 4 показана структура до термообработки и после нее.

При термической (тепловой) обработке необходимо нагревание металла до определенной температуры, выдержка при этой температуре и затем охлаждение с нужной скоростью. Различают несколько видов термической обработки: отжиг, нормализацию, закалку, отпуск, химико-термическую обработку.

Отжиг — вид термической обработки, при котором изделия нагревают до определенной температуры, выдерживают определенное время при этой температуре и затем медленно охлаждают, достигая устойчивой равновесной структуры стали. Отжиг улучшает обрабатываемость, повышает пластичность, уменьшает остаточные напряжения и т.д. Производят его в электрических печах. Обрабатываемый металл нагревают при температурах 650–720 градусов 2–3 часа, а затем охлаждают вместе с печью. В случае нагрева изделия в кузнечном горне, самой хорошей средой охлаждения является сухая, просеянная зола, которую по-

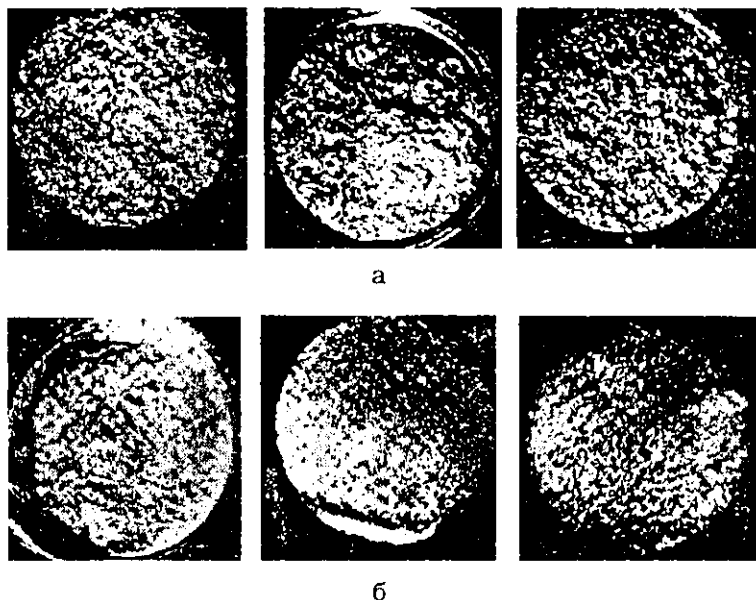


Рис. 4. Сталь марок 3; У10; 45:

а — до термообработки; б — после термообработки

догревают в горне и закапывают в нее охлаждаемое изделие. Используют для этой цели и чистый нагретый песок. В производстве художественных изделий отжиг применяют при ковке, штамповке, дифовке, чеканке. При отжиге нужно следить, чтобы не произошло пережога, который вызывает окисление и оплавление границ зерен, резкое падение крепости и пластичности. Иногда изделие совершенно рассыпается. Структура металла при пережоге не поддается исправлению, изделие подлежит переплавке.

Нормализация — это вид термической обработки, применяемый в основном для стальных изделий. Изделия нагревают и затем охлаждают на спокойном воздухе. В зависимости от количества углерода, содержащегося в

стали, нормализация вызывает различные изменения ее свойств. Для малоуглеродистых сталей нормализация заменяет отжиг, так как при этом структура получается почти такой же, как и после отжига, однако процесс протекает быстрее и поэтому он более экономичен. Нормализацию производят для повышения механических свойств стали, а также для улучшения обрабатываемости резанием. Для высокоуглеродистых, легированных сталей нормализация является по существу закалкой.

Закалка — вид термической обработки, при которой изделию придают высокую твердость, упругость и прочность. Однако при закалке, с повышением твердости, сталь становится более хрупкой. Процесс закалки заключается в нагреве изделия до высокой температуры (740—850 градусов), выдержке и быстром охлаждении до 400—450 градусов с разной скоростью в разных средах — масле, воде, соляных и иных растворах. Как правило, скорость охлаждения должна быть не меньше 150 градусов в секунду, т.е. охлаждение должно произойти за очень короткий интервал времени, 2—3 секунды. Охлаждение ниже 300 градусов может произойти при любой температуре, так как полученная при закалке структура достаточно устойчива и скорость дальнейшего охлаждения не оказывает на нее влияния.

В зависимости от цвета накала изменяется и приближенная температура стали. Так, при темно-коричневом цвете накала температура стали находится в пределах от 530 до 580 градусов, при коричнево-красном — 580—650 градусов, при темно-вишневом — 650—730 градусов, при светло-красном — 830—980 градусов, при оранжевом — 900—1050 градусов, желтый цвет накала возникает при 1050—1150 градусах, светло-желтый при 1150—1250 градусах, ослепительно белый цвет накала возникает при 1250—1300 градусах.

Отпуск — вид термической обработки, который осуществляют после закалки. Он смягчает действие закалки, повышает вязкость, уменьшает хрупкость и твердость изделия. Охлаждение может осуществляться на воздухе или в воде. Различают низкий, средний и высокий отпуск. При низком отпуске закаленное изделие нагревают до 150–200 градусов, что снижает остаточное напряжение и хрупкость, оставляя прежней твердость. Применяется при изготовлении инструментов из углеродистой и легированной стали. При среднем отпуске закаленное изделие нагревают до 350–450 градусов, что повышает пластичность и упругость, понижает твердость и внутренние напряжения. Используется для отпуска пружин, рессор, ударного инструмента. При высоком отпуске закаленное изделие нагревают до 450–650 градусов. Для изделий из стали, чувствительной к скорости охлаждения, при изготовлении деталей из улучшенных конструкционных сталей, инструмента из быстрорежущей стали применяют ускоренное охлаждение в воде или масле. При многократном отпуске изделие два-четыре раза нагревают и охлаждают. Этот прием применяют при изготовлении инструмента из быстрорежущей стали. Здесь для определения температуры при отпуске пользуются цветами побежалости. Если очищенное от окалины стальное изделие нагреть, то, начиная с температуры 220 градусов, на нем образуются пленки окислов железа, которые придают изделию различные цвета, от светло-желтого до серого. При светло-желтом цвете побежалости температура изделия нагрева составляет 220 градусов, при желтом — 230 градусов, при темно-желтом — 240, при коричневом — 255, при коричнево-красном — 265, при фиолетовом — 285, при темно-синем 300 градусов, при светло-синем — 325, при сером — 330 градусов.

3.2. ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Химико-термическая обработка стали заключается в одновременном воздействии на ее поверхность различных химических реагентов и высокой температуры. В этом случае поверхностные слои изделий насыщаются углеродом, азотом и другими элементами. Насыщение необходимо для увеличения твердости поверхности слоя с сохранением вязкой сердцевины изделия, повышения устойчивости против коррозии, приобретения новых декоративных свойств, жаростойкости и др.

Основными видами химико-термической обработки являются цементация, азотирование, цианирование, диффузное хромирование, алитирование.

Цементация представляет собой поверхностное науглероживание стального изделия и применяется, когда изделие должно иметь твердую поверхность при вязкой сердцевине. Основана цементация на свойстве железа поглощать углерод при высокой температуре. Изделия, подвергнутые цементации, приобретают повышенную твердость, износоустойчивость, прочность. Проводят цементацию в смесях газов (газовая), в ванне из расплавленных солей (жидкая) и в электролите (электролизная). Цементации подвергают малоуглеродистые стали (0,2 процента углерода), а также легированные стали с содержанием никеля, хрома и других веществ.

Азотирование представляет собой процесс насыщения поверхностного слоя стальных и чугуновых изделий азотом. Азотирование углеродистых сталей применяется главным образом для повышения коррозионной стойкости и проводится в среде аммиака NH_3 , а также в

расплаве солей на основе карбамида и цианита при температуре 500–600 градусов.

Цианирование — обработка стальных изделий, заключающаяся в одновременном поверхностном насыщении металла углеродом и азотом с целью повышения поверхностной твердости, износостойкости и усталостной прочности. Процесс может протекать в твердых, жидких и газовых средах. В зависимости от условий нагрева цианирование подразделяется на высокотемпературное, среднетемпературное и низкотемпературное. Высокотемпературное цианирование ведется при температуре 920–960 градусов, при этом поверхностный слой насыщается углеродом (до 0,8–1,1 процента) и азотом (0,2–0,3 процента). В качестве цианирующей среды при жидкостном цианировании применяют ванны с цианидом натрия или калия и с цианитом кальция. При газовом цианировании применяют смесь, состоящую из 75–80 процентов науглероженного газа и 20–30 процентов аммиака. Среднетемпературное цианирование осуществляется при температуре 780–850 градусов в жидких или газообразных средах. Низкотемпературное цианирование применяется для повышения режущих свойств инструментов, изготовленных из высоколегированных марок стали. Процесс протекает при температуре 550–560 градусов в жидких и газовых средах или твердых смесях, содержащих углерод и азот. Совместное действие углерода и азота при цианировании ускоряет процесс одновременного насыщения стали углеродом и азотом, по сравнению с цементацией.

Алиитирование — является процессом диффузного насыщения поверхности стальных и чугуновых изделий алюминием на глубину 20 мкм–1,2 мм в твердой, газовой и жидкой средах. Алиитирование производят с целью

улучшения жаростойкости стали. Наибольшее применение в промышленности нашли способы насыщения в порошкообразных смесях и ваннах с расплавленным алюминием. В расплавленном алюминии процесс протекает при температуре 600–750 градусов, глубина слоя — 0,08–0,25 мм, продолжительность процесса — 50–60 минут.

Основными видами термической обработки чугуна являются: низкотемпературный отжиг, низкотемпературный графитизирующий отжиг, высокотемпературный графитизирующий отжиг, нормализация и отпуск.

Низкотемпературный отжиг заключается в медленном нагреве отливок до температуры 550–600 градусов с выдержкой 10–12 часов и последующим медленным охлаждением вместе с печью. Одной из целей низкотемпературного отжига чугуна является снятие внутренних напряжений в отливках.

Низкотемпературный графитизирующий отжиг протекает при температуре 680–750 градусов с выдержкой и замедленным охлаждением до 280 градусов. Этот вид отжига улучшает обрабатываемость отливок, снижает твердость металла. Для получения ковкого чугуна применяется высокотемпературный отжиг. Кроме того, он применяется для снятия отбела в отливках из серого и высокопрочного чугуна. Процесс протекает в две стадии. В первой стадии белый или отбеленный чугун нагревают при температуре 1050 градусов, серый — в интервале 850–950 градусов; вторая стадия — медленное охлаждение до температуры ниже критической точки или длительная выдержка при этой же температуре.

Н о р м а л и з а ц и я — это термическая обработка чугуна, которая заключается в его нагреве до температуры 750–950 градусов, выдержке и последующем охлаждении на воздухе. Этот вид термической обработки повы-

шает прочность серого чугуна. Закалка предназначена для увеличения прочности, твердости и износостойкости. Температура закалки серого чугуна в масле 830–870 градусов, в воде — 800–820 градусов.

Отпуск — вид термической обработки чугуна, осуществляемый после закалки. Он представляет собой нагрев до температуры 400–600 градусов с последующим охлаждением в воде или на воздухе. Применяется отпуск для уменьшения твердости, снятия внутренних напряжений, увеличения прочности и пластичности.

Изделия из чугуна, требующие большой коррозионной стойкости, подвергаются диффузному хромированию, азотированию, силицированию.

3.3. КОРРОЗИЯ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛА

Изделия из металлов и их сплавов под действием окружающей среды со временем разрушаются. Ежегодно от коррозии теряется до полутора процентов всего металла в мире. Слово «коррозия» происходит от латинского и означает разрушение металлов. Существует два типа коррозии — химическая и электрохимическая. Химическая коррозия является чисто химическими процессами и происходит главным образом от окисления. Порой в сухом воздухе при комнатной температуре в результате воздействия кислорода воздуха на поверхности металлоизделий появляется тонкий слой окисла — окисная пленка, представляющая пример химической коррозии. При нагреве металла окисление усиливается. Окалина, образующаяся на раскаленной поверхности металла, также относится к явлению химической коррозии.

Электрохимическая коррозия возникает при наличии физико-химической неоднородности металлов, в присутствии жидкости, способной проводить электрический ток. Эти типы коррозии сложно разграничить, ибо в воздухе всегда присутствует влага в виде водяных паров, которые легко конденсируются на поверхности изделия, и химическая коррозия переходит в электрохимическую. Для протекания электрохимической коррозии необходимо наличие двух разнородных металлов, контакт между ними и присутствие электролита. Вода в природе всегда содержит в растворенном состоянии различные химические вещества и является электролитом, который представляет собой водный раствор солей, кислот или щелочей. Особенность этих растворов в том, что молекулы солей, кислот или щелочей, растворяясь в воде, подвергаются электролитической диссоциации, т.е. распадаются на ионы, которые несут положительные или отрицательные заряды.

Металлы обладают различной химической активностью. Химическая активность характеризуется электродным потенциалом, измеренным относительно водорода, потенциал которого условно принят равным нулю. В соответствии с их электродным потенциалом (электрохимическим рядом напряжений) металлы, которые наиболее часто употребляются в художественных изделиях, расположены следующим образом (см. табл. 1).

Каждые два металла образуют гальваническую пару, при этом электродвижущая сила у них тем больше, чем дальше в ряду электрохимических напряжений стоят друг от друга взятые металлы. Происходит это потому, что электродвижущая сила равна разности потенциалов обоих металлов. Если, к примеру, взять медь и железо, то разность их потенциалов равна $0,34 - (-0,44) = 0,78$; а если пара железо — цинк, то равна 0,32. Следовательно, кор-

Таблица 1

Металлы	Электродный потенциал
Калий	-2,92
Кобальт	-0,27
Натрий	-2,73
Никель	-0,25
Магний	-1,55
Олово	-0,14
Алюминий	-1,32
Свинец	-0,13
Марганец	-1,10
Водород	0
Цинк	-0,76
Сурьма	+0,20
Хром	-0,51
Медь	+0,34
Железо	-0,44
Серебро	+0,81
Кадмий	-0,40
Ртуть	+0,86
Золото	+1,50

розии в первом случае будет протекать интенсивнее, чем во втором, примерно в два с лишним раза. В первом случае будет разрушаться железо, а во втором — цинк.

Вода, конденсируясь на поверхности изделия, превращает химическую реакцию в электрохимическую. С ростом концентрации электролита и температуры скорость коррозии увеличивается. У сплавов с разными потенциалами зерен наблюдается местная коррозия. Все сплавы состоят из зерен двух или нескольких металлов. Примеси присутствуют и в чистых металлах, за исключением самых высоких марок. Поэтому поверхность почти любого металлического предмета, если на него попадает вода, представляет собой как бы многоэлектродный элемент, в

котором одни из зерен служат анодами, а другие катодами. Анодом является металл, который в паре имеет относительно меньший электродный потенциал и, следовательно, подвергается коррозии; металл, обладающий относительно большим потенциалом, является катодом. Примером такого сплава является латунь. В образовавшейся гальванопаре зерна различных металлов при попадании воды подвергаются разрушению и растворению. Появляются пустоты, в них вновь проникает вода (электролит), процесс идет в глубину и латунное изделие в результате разрушается.

3.4. МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

Коррозия наносит художественным изделиям из металла, и особенно архитектурным деталям, огромный вред. Затраты на ремонт или замену деталей порой превышают стоимость металла, из которого они изготовлены. Очень большое значение имеет борьба с коррозией в деле охраны и реставрации художественных памятников искусства — барельефов, статуй, оград, ворот и т.д.

Для защиты от коррозии применяют следующие методы: использование химически стойких сплавов; защита поверхности металла покрытиями; электрохимические методы; обработка коррозионной среды и др. Из химически стойких сплавов наибольшее применение имеют нержавеющие и кислотоупорные стали. Нержавеющая сталь содержит около 13 процентов хрома, кислотоупорная — 18 процентов хрома и до 10 процентов никеля.

Покрытия подразделяются на металлические, неметаллические и образованные в результате химической или электрохимической обработки поверхности металла. Для покрытия используют металлы, которые образу-

ют на поверхности защитные пленки (хром, никель, цинк, кадмий, алюминий, золото, серебро, олово и некоторые другие). Наибольшее применение получил метод гальванотехники. Неметаллическими покрытиями являются лаки, краски, эмали, формальдегидные и иные смолы. Для длительной защиты от атмосферной коррозии используют лакокрасочные покрытия. При химической или электрохимической обработке металла покрытия представляют собой защитные оксидные или солевые пленки.

К электрохимическим методам относят катодную защиту и метод протекторов. При катодной защите деталь или конструкция присоединяется к отрицательному полюсу источника электрического тока и становится катодом. В качестве анодов используются куски железа. При соответствующей силе тока в цепи на защищаемом изделии происходит восстановление окислителя, процесс же окисления претерпевает вещество анода. Метод протекторов заключается в присоединении к защищаемому изделию большого листа, изготовленного из другого, более активного металла — протектора (при защите стальных изделий используются цинк или сплавы на основе магния. При хорошем контакте между металлами защищаемый металл (железо) и металл протектора (цинк) оказывают друг на друга поляризующее действие, в результате которого железо поляризуется катодно, а цинк — анодно. На железе идет процесс восстановления того окислителя, который присутствует в воде, а цинк окисляется. Протекторы и катодная защита возможны в средах, хорошо проводящих электроток. Как правило, для защиты художественных изделий из металла применяют такие методы защиты от коррозии, которые одновременно являются и декоративной отделкой.

Поэтому, благодаря применению того или иного приема защиты от коррозии, художественные изделия не только не должны терять своего внешнего вида, но приобретать новые художественные качества, такие, как блеск, цвет и др.

Одним из широко известных способов защиты художественных изделий являются сусальное золочение и серебрение, представляющие способ покрытия изделий драгоценными металлами. Этот вид защиты заключается в том, что на поверхность изделия наклеиваются тончайшие листочки золота, серебра или двойника — двухслойного листочка из серебра и золота, а также потали — из серебра и меди. В глубокой древности на Руси этим способом широко пользовались для золочения крыш, шпилей, церковных глав, крестов и других элементов архитектуры, выполненных из металлов, а также для золочения дерева и других неметаллических материалов. Чтобы получить тончайшие листочки, золото или серебро расковывали между специальными прокладками из оболочки говяжьих внутренностей. Такие прокладки позволяли получать гладкие и очень тонкие листочки. Выделывание из золота тончайших листочков для золочения называли золотобойным мастерством, известно оно было с глубокой древности.

В изготавливаемых «блокнотиках» или «книжечках» насчитывается 60 тончайших золотых листочков размером 6 x 12 см, между которыми проложена папиросная бумага, чтобы они не слипались между собой. Вес такой книжечки примерно 1,5 г. Золото можно довести до толщины меньше 0,0001 мм, и листок площадью в один квадратный дециметр будет весить всего 13 миллиграммов. Такое золото становится прозрачным и пропускает зеленые лучи, но для золочения оно применяется ред-

ко, так как становится непрочным. Обычно для получения желтого сусального золота применяется золото, лигатуренное медью, от 930 до 990 пробы, но иногда для получения цветного зеленого золота, чтобы разнообразить оттенки позолоты, применяют 750 пробу, лигатуренную серебром.

Золочение может быть матовым морданным и блестящим полиментарным. Для того чтобы получить матовую позолоту, применяют специальный морданный лак, состоящий из старой натуральной олифы, мелко размолотого сурика и камеди (вишневого клея), который иногда разводят скипидаром. На подготовленное изделие наносят морданный лак, дают ему слегка просохнуть и на отлип кладут сусальное золото. Листочки берут при помощи специальной кисточки, слегка смазанной коровьим маслом. Золото пристаёт к кисточке, однако к лаку липнет сильнее. Чтобы получить блестящее золото, применяют полимент, состоящий из жирной, тщательно очищенной глины, пчелиного воска, мыла, сала, а иногда и яичного белка. Вся эта смесь варится и тщательно перемешивается. Готовый полимент наносят ровным тонким слоем на изделие, подлежащее золочению, просушивают и тщательно шлифуют. Затем изделие смачивают и быстро накладывают золото.

В давние времена железные изделия перед золочением специально подготавливали, многократно покрывая поверхность железным суриком или охрой, разведенной на масле. Таким образом, между железной основой и золотым покрытием оказывался слой краски, исключаящий возможность непосредственного контакта между золотом и железом, а значит, и возникновение гальванопары. Сусальное золочение по железу является очень прочным.

Глава 4. МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ

4.1. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ

Медь и ее сплавы

Медь имеет характерный красный цвет, который на матовых поверхностях приобретает розовый, приглушенный, мягкий оттенок. Полированная медь отличается более ярким цветом и блеском. При добавлении меди в сплавы в больших количествах они также окрашиваются в теплые красноватые тона, например, бронза и томпак. Сплавы, содержащие меньший процент меди, имеют желтые и зеленовато-желтые цвета. Сплав, содержащий 50 процентов меди и 50 процентов олова, имеет белый цвет. На основе меди изготавливают сплавы, имеющие красновато-желтый цвет, близко напоминающий золото. Медь является мягким и тягучим металлом. Она легко обрабатывается давлением и волочением. Из меди легко штамповать, дифовать и чеканить, так как она может принимать самую разнообразную форму и допускает выколотку высокого рельефа. Медь хорошо прокатывается. Из нее изготавливают тончайшие листы и ленты (фольга), толщина которых составляет не более 0,05 мм, а также различные трубки, прутки и проволоку, диаметр которой может быть доведен до 0,02 мм. Но из-за своей вязкости медь плохо пилится напильником, задирается и быстро забивает напильник. Обработка чистой меди на режущих станках также довольно затруднительна, она плохо точится, фрезеруется и сверлится. Шлифовке

и полировке медь подвергается хорошо, но, из-за малой твердости, детали из полированной меди быстро теряют блеск.

Удельный вес меди 8,94, удлинение 45–50 процентов. Медь обладает высокой теплопроводностью и электропроводностью. Температура ее плавления 1083 градуса, температура кипения 2305–2310 градусов. Отливается медь плохо и даже при высокой температуре остается густой и плохо заполняет форму. Кроме того, расплавленная медь поглощает газы, и отливки получаются пористыми. В сухом воздухе медь не окисляется. Окисляется она при нагреве более 180 градусов и под действием щелочей, воды и кислот. В крепкой азотной кислоте медь окисляется особенно энергично. На открытом воздухе изделия из красной меди быстро покрываются пленкой из окислов меди зеленого цвета и сернистых соединений — черного цвета. Эта пленка защищает ее от дальнейшей коррозии в глубину.

Из примесей в меди присутствуют кислород, висмут, цинк, олово, сера, никель, железо, мышьяк, свинец, сурьма. Наиболее вредным из этих примесей является висмут, который вызывает краснотомность меди в интервале 400–600 градусов. При этой температуре она становится хрупкой и не пригодной для штамповки, прокатки и других методов обработки. При дальнейшем нагреве хрупкость исчезает.

Чистая, или красная медь для изготовления художественных изделий применяется довольно часто, однако, не так широко, как ее сплавы — латунь и бронза. Применяют чистую медь из-за ее высокой пластичности и вязкости, позволяющей из листов небольшой толщины (0,9–1,3 мм) получать методом выколотки сложные объемные формы. Медь отличается высокой стойкостью

против коррозии. Изделия из чистой меди хорошо сохраняются на открытом воздухе без антикоррозийных покрытий. Эти свойства сделали ее основным материалом для дифовочных работ при изготовлении крупных скульптурных и орнаментальных композиций.

Помимо дифовочных работ, чистая медь применяется для штамповки очень высоких и сложных рельефов и орнаментов, для которых латунь оказывается недостаточно пластичной. Красная медь является незаменимым материалом в области филигранных работ. Проволока из красной меди, которую применяют для филигранных работ, в отожженном состоянии становится мягкой и пластичной. Из нее легко можно вить шнуры и выгибать сложные элементы орнамента. Она может быть изготовлена любой толщины и хорошо спаивается сканным серебряным припоем, хорошо поддается позолоте и серебрению. Благодаря тугоплавкости и теплопроводности, а также определенным коэффициентам расширения при нагреве, красную медь применяют для филигранных или чеканных работ с последующим их эмалированием. При остывании изделия эмаль хорошо держится на медном изделии, не отскакивает и не трескается.

Аноды из красной меди высших марок являются основным материалом для производства художественных гальванопластических работ, а также для нанесения гальваническим путем подслоев меди при никелировании и хромировании стальных изделий, так как никель и хром, осажденные непосредственно на стальную поверхность, держатся непрочно. Высокая электропроводность, уступающая только серебру, послужила причиной широкого применения меди для изготовления электропроводов, кабелей и т.д. Незаменима медь и при изготовлении сердечников для паяльников. При изготовлении твердых

припоев (медных, серебряных, золотых), которые применяют для пайки разнообразных художественных изделий из металла, начиная от ювелирных изделий и кончая крупными декоративными предметами, медь является основным компонентом. Наряду с золотом и селеном медь применяют для изготовления красного стекла, смальты и эмали. Медь хорошо растворяется в азотной, серной, разбавленной соляной кислотах. Она является основой таких сплавов, как латунь, бронза, нейзильбер, мельхиор.

Л а т у н ь — сплав меди с цинком (до 45 процентов), часто с добавлением алюминия, железа, марганца, свинца, никеля и других сплавов (в сумме до 10 процентов). Большинство латуней имеет красивый золотисто-желтый цвет. Художественные латунные изделия, если их покрыть специальными бесцветными или слабо окрашенными спиртовыми лаками либо нитролаками, приобретают и надолго сохраняют вид и блеск золота.

Латуни применяются для изготовления уникальных декоративных предметов, а также для некоторых ювелирных изделий с последующим золочением или серебрением. Сплав хорошо обрабатывается на режущих станках, полируется, надолго сохраняет полированную поверхность, хорошо сваривается, паяется как мягкими, так и твердыми припоями. Латунь хорошо чеканится, штампуются, прокатывается, легко и прочно покрывается гальваническими покрытиями — никелем, золотом, серебром. Она хорошо принимает химические оксидировки и может быть тонирована в любой цвет. Температура плавления латуни 980–1000 градусов. Большинство латуней плохо отливаются. Однако имеются специальные марки литейных латуней, которые, благодаря примеси алюминия, имеют хорошие литейные свойства и отличаются от других

латуней высокой коррозионной стойкостью. В отличие от чистой меди, латуни более прочны и тверды, а некоторые из них, содержащие примесь цинка, не уступают чистой меди в пластичности. Кроме того, латуни значительно дешевле меди и красивее по цвету, чем красная медь.

Латуни, содержащие от 10 до 30 процентов цинка, называют томпаками. Они отличаются красновато-желтым цветом и близки по нему к золотым сплавам. Применяются для изготовления художественной посуды, нагрудных спортивных и юбилейных значков, недорогих ювелирных изделий. Томпак хорошо обрабатывается в холодном состоянии — штампуются, тянется в проволоку, приближаясь в этом отношении к чистой меди. На открытом воздухе изделия из томпака постепенно темнеют, покрываясь оксидной пленкой.

Художественные изделия из латуни хорошо смотрятся в интерьерах теплых и сухих помещений. На открытом воздухе латунь быстро теряет свой блеск и золотистый цвет, покрывается окисными пленками, чернеет и утрачивает свои художественные качества. Выпускается латунь в виде листов различной толщины, ленты, прутков, проволоки и трубок. Литейные латуни выпускаются в виде слитков (чушковая латунь). Латунь нельзя длительно хранить в холодных, неотапливаемых складах, так как от смены температуры, наличия влажности и других условий она разрушается.

С XVIII века из латуни начали производить порошок для бронзирования художественных изделий из гипса, дерева и для иных целей. Получали его путем механического измельчения тончайших латунных пластинок, предварительно прокатанных и расплюснутых под паровым молотом. Порошок для бронзирования получают и способом восстановления раствора медного купороса металли-

ческим железом. Полученную губчатую медную массу измельчают, промывают и сушат, затем придают бронзовый оттенок путем нагревания с парафином в железных ящиках.

Латунь является одним из основных материалов для практического обучения чеканщиков и ювелиров. Маркируется она буквой Л и буквами, которые обозначают специально вводимые в сплав элементы. Эти элементы обозначают буквами: Ж — железо, К — кремний, Мц — марганец, Н — никель, С — свинец и т.д. После букв ставятся цифры, указывающие процент меди и специальных элементов. Например, состав латуни ЛАЖМц 66—6—3—2 содержит меди — 66, алюминия — 6, железа — 3, марганца — 2 процента, остальное цинк.

Бронза — сплав на основе меди, в котором главными добавками являются олово (3—12 процентов), цинк, никель, свинец, марганец, фосфор и другие элементы.

Известна бронза очень давно, за несколько тысячелетий до нашей эры. В истории развития человеческого общества одна из эпох носит название бронзового века. В эту эпоху человек впервые научился выплавлять из медной и оловянной руды бронзу и производить из нее предметы быта, оружие, различные украшения, памятники монументального искусства. В состав наиболее древних бронз, относящихся к бронзовому веку, входило около 88 процентов меди и 12 процентов олова. Античные бронзы содержали еще больше меди — до 90 процентов.

В древней Руси в XII—XVII веках отливки производились из сплава, в который входили медь, олово, цинк и свинец. В XV—XVII веках отливки делались из сплава красной меди с оловом; с XVIII века из желтой меди — бронзы с добавлением цинка. В конце XIX века широкое применение для художественного литья получила бронза с содержанием 4 процентов олова и 10—18 процентов

цинка. В Западной Европе для отливки памятников применяли бронзы, близкие к этому составу. Французская бронза состояла из 82 процентов меди, 13,5 процентов цинка, 3 процентов олова, 1,5 процента свинца.

В настоящее время литье художественных изделий производится из специальной художественной бронзы. Цвет бронзы с увеличением процентного содержания олова изменяется, переходя от красного, при содержании в ней меди не менее 90 процентов, в желтый (при содержании меди не менее 85 процентов); в белый — при 50 процентах, в серо-стальной — при содержании меди менее 35 процентов.

Если в бронзе до 3 процентов олова, она очень пластична в холодном состоянии. Если олова содержится 5 процентов, бронза куется только в состоянии красного каления. Начиная с XVIII века появляется золоченая бронза. Из бронзы производили люстры, канделябры, торшеры, декоративные вазы в комбинации с граненым хрусталем, полированным камнем и цветным стеклом.

Художественная бронза является материалом для литья памятников и монументальных скульптур. По своим цветовым характеристикам она одинаково хорошо смотрится и в помещении, и на открытом воздухе. Бронза исключительно долговечна, не подвергается атмосферным влияниям, устойчива против механических повреждений. В настоящее время промышленность выпускает специальную безоловянистую бронзу. В составе этих сплавов нет олова, его заменяют алюминий, цинк, свинец, кремний, марганец, никель и другие элементы. Такие бронзы отличаются рядом новых механических и технологических свойств и во многих отношениях превосходят оловянистую бронзу. Например, марганцевая бронза отличается высокой жаропрочностью, а кремни-

стая, с добавкой никеля, получает свойство закаливаться и по прочности не уступает стали, однако в художественной сфере обе они почти не применяются. В художественной промышленности наибольшее применение имеют сплавы меди с 5–10-процентным содержанием олова благодаря их высоким литейным качествам, прочности, антикоррозийной стойкости и красивому желтоватому цвету. Сплав с 5 процентами олова называется монетной или медальной бронзой. В основном бронза применяется для художественного литья, изготовления сувениров, юбилейных значков, медалей, частей механизмов, работающих во влажной атмосфере, паре, морской воде.

Маркируют бронзу буквами Бр условными обозначениями и соответственно содержанию элементов, входящих в состав сплава. Например, бронза БрОН10–4 состоит из 10 процентов олова, 4 процентов никеля, остальное медь.

Мельхиор — сплав меди с 30 процентами никеля, 0,8 процентами железа и 1 процентом марганца (иногда с 19 процентами никеля). Мельхиор обладает красивым серебристым цветом и относится к числу декоративных сплавов, имитирующих серебро. Сплав очень пластичен, устойчив против атмосферной коррозии, легко обрабатывается — хорошо поддается чеканке, штампуются, режется, паяется, полируется. Применяется, в основном, для изготовления столовых принадлежностей и ювелирных изделий.

Нейзильбер — сплав меди с 20 процентами цинка и 13,5–16,5 процентами никеля. По внешнему виду напоминает серебро. Отличается хорошей пластичностью, тягучестью, повышенной прочностью, упругостью и высокой коррозионной стойкостью. Применяется в художественной промышленности и ювелирном деле.

Никель и его сплавы

Металлический никель был известен в Китае еще до нашей эры. Из особого никелевого сплава чеканились древнекитайские монеты. Известны и древнеперсидские монеты, также сделанные из никелевого сплава. Первоначальное применение никеля было связано, главным образом, с ювелирным и монетным производством. Как химический элемент никель был открыт в XVIII веке, однако в производстве художественных изделий он стал применяться только в самом конце XVIII и начале XIX вв.

Н и к е л ь — металл серебристо-белого цвета, с сильным блеском, не тускнеющий на воздухе. Удельный вес 8,8; температура плавления 1455 градусов; кипит он при 3075 градусах; обладает магнитными свойствами; при температуре 360 градусов магнитные свойства исчезают. Чистый никель не окисляется под влиянием атмосферного воздуха. В разбавленных серной и соляной кислотах он растворяется медленно, а в азотной кислоте быстро. В концентрированной азотной кислоте пассивен. Никель обладает большой химической стойкостью, тугоплавкостью, прочностью, пластичностью. Принадлежит к мало распространенным в природе металлам и в самородном состоянии в земной коре не встречается. Однако его обнаружили в метеоритах. Чистый никель обозначается марками Н-1, Н-2, Н-3, Н-4. В никеле всегда находятся различные примеси: кобальт, железо, кремний, марганец, медь, которые присутствуют в нем в небольших количествах. Они не считаются вредными примесями, так как не оказывают на его механические свойства плохих воздействий. К вредным примесям никеля относят углерод, серу и кислород. Они ухудшают его пластичность и крепость. Углерод допустим в пределах до 0,3—0,4 про-

цента. При более высоком содержании он начинает выделяться в виде графитовых включений и делает невозможной прокатку никеля в листы. Присутствие серы выше 0,02 процентов вызывает красноломкость никеля при температуре 625 градусов. Поэтому никель с повышенным содержанием серы не пригоден к горячей штамповке. Чистый никель хорошо штампуются, прокатываются и тянутся в проволоку, но плохо отливаются, так как в расплавленном состоянии сильно поглощает газы и отливки получаются пористыми. Никель хорошо полируется, тонируется и отделывается.

В области художественного производства никель применяется главным образом для никелирования декоративных и антикоррозийных покрытий, а также для приготовления различных сплавов, заменяющих серебро в посудном, галантерейном, ювелирном производствах и в монетном деле. Значительная часть добываемого никеля идет на легирование нержавеющей сталей, которые используются в художественной промышленности.

На никелевой основе изготавливается значительное количество специальных сплавов, применяемых в различных отраслях хозяйства, — нихром, константин, никелин, алюмель, хромель и др. Эти сплавы применяются для приготовления высокоомной проволоки; сплав инвар, который состоит из 36 процентов никеля и 64 процентов железа, применяется для эталонных линейных мер, так как его коэффициент линейного расширения равен всего 0,0000001. Сплав платинит, содержащий 50 процентов никеля и 50 железа, очень близок к коэффициенту стекла, поэтому применяется для выделки оправ к стеклам в тех случаях, если изделие подвергается нагреву. Иногда детали из платинита запаивают в стекло. Свое название платинит получил за внешнее сходство с платиной. В

ювелирном, галантерейном и других областях художественной промышленности применяются сплавы, имитирующие серебро. Наиболее древним из них является пактонг — белая китайская медь, в состав которой входит 40,4 процента меди, 25,4 цинка, 2,6 железа и 31,6 никеля. В Древней Персии применялся сплав для чеканки монет, состоявший из 78 процентов меди, 20 процентов никеля, 1,0 процента железа, 0,5 процентов кобальта и других примесей.

Ц и н к . Сплавы цинка известны с глубокой древности. Их изготовляли в Древнем Египте, Китае, Индии и ввозили в Европу. Однако в чистом виде цинк был получен в XV веке и для производства художественных изделий начал применяться только с XVIII века, а художественное литье из цинка — с XIX века. Чистый цинк представляет собой белый металл с голубоватым оттенком. На воздухе покрывается плотным защитным слоем. Довольно хрупок, однако при нагревании до 110—150 градусов хорошо поддается обработке давлением. Температура плавления цинка 692,4 градуса, кипения — 1179 К, твердость по Бринеллю 300—350 Мн/м², удельный вес литого цинка 6,9, катаного 7,2. В холодном состоянии легко разбивается молотком, при нагреве до 150 градусов становится пластичным, легко куется, катается в тонкие листы и вытягивается в проволоку. При нагреве выше 150 градусов пластичность вновь исчезает, а при 250 градусах цинк становится настолько хрупким, что может быть измельчен в порошок. При нагревании цинк сильно расширяется, сильнее, чем все другие металлы. Плохо обрабатывается режущими инструментами, напильник забивается.

В чистом виде цинк применяется в полиграфической промышленности при изготовлении клише для печати, в химической промышленности — для производства цин-

ковых белил; благодаря коррозионной стойкости применим для покрытия стальных листов (цинкованное железо) и т.д. В прикладном искусстве цинк используется в чистом виде и в сплавах. Из листового цинка выполняют техникой дифовки и чеканки с последующей монтировкой крупные декоративные скульптуры, барельефы и другие архитектурные украшения. Ввиду высокой жидкотекучести цинка, из него выполняют тонкие ажурные работы, выплавлялись подсвечники, настенные бра, канделябры и др. Эти изделия тонируются под бронзу или золотились. Литьем исполнялись и круглые декоративные скульптуры, которые отливались по частям, а затем спаивались оловянно-свинцовым припоем.

В художественном деле применяют сплавы, содержащие цинк, например, латунь, нейзильбер. Интерес представляют легкоплавкие цинковые сплавы для литья под давлением и в кокили. Они высокопроизводительны и экономичны, благодаря малому износу форм. Эти сплавы применяются для литья различных деталей — эмблемы, марки на автомобилях, холодильниках и др. Легкоплавкий цинковый сплав повышенной прочности состоит из 93 процентов цинка, 4 процентов алюминия и 3 процентов меди; сплав средней прочности состоит из 95 процентов цинка, 4 процентов алюминия и 1 процента меди. От растрескивания эти сплавы предохраняет добавление 0,3 процента магния.

А л ю м и н и й — металл серебристо-белого цвета, мягкий, пластичный, хорошо тянется и прокатывается в холодном состоянии. Удельный вес 2,7 — он в три раза легче меди и в четыре раза легче серебра. На воздухе покрывается оксидной пленкой, предохраняющей его от дальнейшей коррозии. Из-за постоянно присутствующей оксидной пленки алюминий трудно паять и сваривать,

так как температура плавления окиси алюминия намного выше самого алюминия (температура ее плавления почти 2050 градусов). Температура плавления алюминия 660 градусов, он кипит при 1650 градусах. Алюминий легко растворяется в едких щелочах. Серная и азотная кислоты медленно его разъедают, в соляной кислоте он быстро растворяется, механической обработке — резанию — поддается хорошо, легко тянется в проволоку и прокатывается в листы. Особенно тонкие листы (фольгу) получают прокаткой при 430 градусах.

Открыт этот металл в 1827 году, однако, до сих пор не найден в самородном состоянии. Он входит в состав глины, полевых шпатов, слюды и многих других минералов. Добывается из боксита — руды, представляющей собой глину, содержащую до 70 процентов окиси алюминия. Чистый алюминий не обладает достаточными литейными свойствами, однако его сплавы, например, силумин, имеют хорошие литейные свойства; жидкотекуч. Технический алюминий (различной степени чистоты, от 96,5 до 99,7 процента) выпускается в виде листов, труб, фольги, уголка, полосы, таврика, прутков. Прочность алюминия невелика, но при легировании его различными добавками она может быть значительно повышена. Основными компонентами в сплавах, которые существенно изменяют свойства алюминия, являются медь, кремний, магний, цинк, железо, никель, хром, марганец. Их добавляют для повышения прочности сплавов. В основном все множество алюминиевых сплавов делится на деформирующие сплавы для обработки их механическими способами и литейные, предназначенные для литья.

Художественные изделия из алюминиевых сплавов полируются до зеркального блеска, напоминающего ни-

келированные поверхности. Они устойчивы и декоративны в полированном состоянии. Чистый алюминий устойчив против коррозии, чего нельзя сказать о его сплавах.

Алюминий и его сплавы используют в художественной промышленности наряду с чугуном для крупных литых архитектурных деталей и скульптур, для украшения интерьеров. Кроме того, алюминий применяется и в ювелирном производстве, где стал заменять золото и серебро, а также в авиастроении, автостроении, судостроении. В виде чистого металла его используют для изготовления химической аппаратуры, электрических проводов, конденсаторов, чеканки по листу и т.д.

С в и н е ц . На свежем разрезе этот металл синевато-серого цвета, быстро тускнеет на воздухе, покрываясь пленкой окиси. Его удельный вес 11,9; температура плавления 327 градусов; температура кипения 1525 градусов. Свинец является наиболее мягким и вязким из всех металлов. Он легко прокатывается, штампуется, прессуется, а также хорошо отливается. В сухом воздухе свинец не изменяется, но во влажном воздухе на его поверхности образуется пленка сначала окиси, а затем гидрата окиси, которая частично растворяется в воде. Поэтому под переменным воздействием воздуха и воды свинец очень медленно, но разрушается. Он хорошо сопротивляется действию соляной кислоты и серных кислот, а в азотной кислоте растворяется. Против едких щелочей свинец также не стоек.

Известен свинец с глубокой древности. Знали его египтяне, греки и другие народы. Он легко выделяется из соединений и довольно широко распространен в природе. В самородном состоянии встречается редко. Добывают свинец, в основном, из руды галенита или свинцового блеска.

Свинец издавна применялся в прикладном искусстве (а также для крыш и водосточных труб). Изделия из свинца украшались различными орнаментами, изображениями птиц и зверей. Особенно широко он применялся для соединения цветных стекол в готических витражах. Выделявали из свинца художественную посуду, гребни, ложки и т.д. Иногда из него отливали скульптуры, декоративные детали архитектуры, детали на оградах, воротах. Для повышения блеска свинец употребляют как составную часть хрусталя, некоторых художественных эмалей и смальты. Однако сейчас он заменяется в этих производствах калием и иными элементами, не обладающими, в отличие от него, ядовитыми свойствами. Соли свинца и сам свинец ядовиты, поэтому использовать их для художественных целей нужно осторожно, выполняя правила охраны труда и техники безопасности. Чистый свинец как материал для производства художественных изделий не применяется. Используется он как составная часть легкоплавких сплавов, идущих на некоторые виды декоративного литья, а также для мягких оловянно-свинцовых припоев при пайке стальных и медных художественных изделий.

О л о в о известно было в античные времена и применялось для чеканки монет и изготовления сосудов. В природе олово находится в виде кислородного соединения (оловянного камня) и значительно реже в соединениях с железом и серой. Имеет серебристо-белый цвет, но темнее серебра. Его температура плавления 505, кипения — 2635 К, твердость по Бринеллю 50 Мн/м². На воздухе олово не окисляется, в воде окисляется очень медленно. Обладает хорошей коррозионной устойчивостью, благодаря появлению окисной пленки. Используется для приготовления белой жести, т.е. луженой тонколистовой стали.

При сильном охлаждении олово теряет металлические свойства и переходит в серый порошок, «серое олово». Это явление носит название «оловянной чумы» и происходит в связи с изменением кристаллической решетки. Изменения вызывают значительные увеличения объема, сопровождаемые сильными внутренними напряжениями, которые приводят к рассыпанию металла. Сначала «оловянная чума» появляется в виде отдельных серых пятен, распространяясь при дальнейшем охлаждении по всему предмету. Для того чтобы остановить или предотвратить «оловянную чуму», нужно изделие нагреть выше 18 градусов.

Олово металл мягкий и вязкий, немного тверже свинца. В холодном состоянии прокатывается в самые тонкие листы, но проволока из него легко рвется.

Начиная с XVI века на Руси олово применяли для тонкого художественного литья, которое шло на внутреннюю отделку зданий, а также для изготовления различных бытовых вещей. Ажурное оловянное литье применялось в качестве украшения иконостасов, дверей, подвесных и выносных фонарей и т.д. В настоящее время олово в художественной промышленности не употребляется. Его используют в сплавах с медью, со свинцом, изготавливая припои, которые применяют при изготовлении художественных изделий из черных и цветных металлов и сплавов. В сплавах с сурьмой, свинцом, висмутом, ртутью, кадмием и другими легкоплавкими металлами олово применяется для мелкого художественного литья. Из олова получают двусернистое олово, которое представляет собой блестящую массу, похожую по цвету на золото. Это вещество называют «сусальным золотом», или «серным золотом» и в виде тончайших листков или порошка применяют для отделки под золото различных металлических,

деревянных или гипсовых изделий. Двусернистое олово очень стойкое и надолго сохраняет блеск при применении его не только для внутренних художественных работ, но для наружных.

К а д м и й — это тяжелый металл белого цвета, очень мягкий, вязкий и тягучий. При изгибе кадмиевого прутка слышно характерное потрескивание, похожее на потрескивание оловянного прутка. По своим свойствам кадмий занимает среднее место между оловом и цинком. Открыт в первой половине XIX века. Температура плавления 321 градус, температура кипения 773 градуса.

В чистом виде кадмий обладает высокой устойчивостью против коррозии и применяется в качестве электролитического покрытия — кадмирования. Наиболее часто кадмируются стальные изделия — корабельная арматура и приборы, для защиты от действия морской воды. В городской атмосфере с ее сернистыми газами, кадмиевые покрытия не пригодны из-за их слабой устойчивости против сернистых соединений. Кадмиевые соли ядовиты, покрывать ими пищевую посуду нельзя. Используется кадмий как составная часть в сложных сплавах, входит в состав многих легкоплавких припоев в ювелирном деле.

Р т у т ь — единственный жидкий металл при обычной температуре. Температура плавления минус 39 градусов, температура кипения 357 градусов. Металлическая ртуть, ее пары и все соединения очень ядовиты. Работая с ней, нужно соблюдать осторожность, работы производить только в вытяжных шкафах.

Ртуть взаимодействует со слабо разбавленной азотной кислотой и концентрированной серной кислотой, не взаимодействует с соляной и щелочами. Обладает способностью растворять в себе многие металлы, образуя жидкие

и твердые сплавы, которые называют амальгамами. При этом порой получают химические соединения ртути с металлами. Особенно легко образуется амальгама золота; золотые изделия нужно оберегать от соприкосновения с ртутью. Ювелиры используют ртуть для получения золотой или серебряной амальгамы при горячем золочении и серебрении. В горном деле ртуть используют для отделения золота от неметаллических примесей. Она используется в химической промышленности, электротехнике, светотехнике, приборостроении — для производства ртутных выпрямителей, манометров, ламп дневного света и т.д.

В природе ртуть встречается очень редко, в виде вкрапления в горные породы. Главным образом она находится в виде ярко-красного сульфида ртути, или киновари, из которой металлическую ртуть получают путем обжига руды. Ртуть выделяется в виде паров и конденсируется в охлажденном приемнике.

Хром — металл светло-серого цвета. Открыт в конце XVIII века, однако как металл начал применяться с конца XIX. Хром хорошо полируется и долго сохраняет зеркальный блеск. Температура плавления 1615, температура кипения 2200 градусов. Хром — металл очень твердый и хрупкий, хорошо противостоит коррозии. Применяется в качестве присадки при получении легированных сталей и чугунов. При содержании хрома более 12 процентов сталь становится нержавеющей и жаростойкой. Хромистые сплавы применяют для изготовления инструментов и высокоомной проволоки для нагревательных приборов.

В художественном деле хром применяется для гальванических покрытий черных металлов. Хромированные изделия обладают красивым цветом и блеском.

В настоящее время хромирование приобрело очень широкое распространение. Хромируют детали автомашин, велосипедов, холодильников, часов и т.д. Исключительная прочность покрытий, которые оказываются крепче и тверже закаленной стали, позволяет применять гальваническое хромирование не только как декоративное и антикоррозийное, но и как очень стойкую защиту против истирания. Окись хрома идет на приготовление полировальной пасты, кроме того, различные соединения хрома дают разнообразные краски (зеленую, изумрудную, желтую и др.). Свое название (от греческого «цвет») хром получил из-за разнообразной окраски его соединений.

Титан — блестящий, серебристого цвета металл, не тускнеющий на воздухе. Отличается высокой химической стойкостью, не испытывает коррозии даже в морской воде. Температура рекристаллизационного отжига 650 градусов, температура плавления 1668 градусов. Титан — металл прочный и легкий. Вредными примесями титана и его сплавов являются азот, кислород и углерод. Азот и кислород, повышая прочность, резко снижают пластичность. Содержание азота допустимо не более 0,25 процентов, кислорода не более 0,50 процентов. Углерод затрудняет обработку резанием, давлением и сварку титана и его сплавов, поэтому примесь углерода не должна превышать 0,15 процента.

Самыми распространенными являются сплавы титана с алюминием и хромом или с алюминием и ванадием. Имеются сплавы с железом, молибденом, марганцем. Эти сплавы выпускаются в виде различных полуфабрикатов: плит, полос, прутков, труб, проката, проволоки. Титановые сплавы применяются в химической, авиационной, машиностроительной промышленности. Из них изготов-

ляют резервуары, трубопроводы для кислот и активных газов, жаропрочные материалы при рабочих температурах до 500 градусов. Некоторые сплавы необходимо подогревать при штамповке, гибке и т.п., что является их недостатком. Недостатком является и возможность использования дуговой сварки только в среде нейтральных газов (аргона и гелия). Однако возможны роликовая и точечная сварка и без защиты нейтральными газами.

Для художественных целей титан применяется в качестве материала для монументов и иных работ не только в экстерьерных, но и в интерьерных условиях.

Марганец — металл твердый, темного цвета. Температура плавления 1230 градусов, температура кипения 2200 градусов. Применяется в доменном производстве при получении белого (передельного) чугуна, так как присутствие марганца задерживает выделение графита. Находит применение и как добавка при производстве специальных легированных сталей. Он уменьшает коробление стали при закалке, повышает режущие свойства и стойкость на истирание. Окислы марганца применяются как красители для получения эмалей и цветного стекла фиолетового цвета, а также для приготовления коричневых, зеленых и фиолетовых красок.

Кобальт — металл серебристо-белого цвета с розоватым отблеском. Температура плавления 1444 градуса. Кобальт растворяется в азотной кислоте, стоек против серной и соляной кислот.

Применяется в качестве присадки при производстве быстрорежущих инструментальных сталей. В последнее время его начали применять вместе с серебром в качестве гальванического покрытия для ювелирных изделий. Покрытия серебро — кобальт более прочны, чем из чистого серебра.

В художественной промышленности кобальт применяется также в виде кобальтовой сини, т.е. сплава закиси кобальта с поташем и кварцевым песком. Кобальтовая синь употребляется как краска для горячей эмали, стекла, фарфора и фаянса, придавая им красивый синий цвет. Кобальтовые синие краски были известны в Древнем Египте и Китае. Кроме синих, из кобальта вместе с хромом и цинком получают фиолетовые и зеленые краски.

4.2. ДРАГОЦЕННЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ. ДОБЫЧА ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ

Драгоценные металлы — это металлы, относящиеся к так называемой благородной группе: золото, серебро, платина; и металлы платиновой группы — рутений, палладий, иридий, осмий, родий. Название «драгоценные» они получили за высокую их стоимость по сравнению с другими металлами, а «благородные» — благодаря своей высокой химической стойкости во многих средах и красивому внешнему виду в готовых изделиях. Для изготовления многих художественных изделий и в ювелирном деле используются золото, серебро, платина, палладий, а также сплавы на основе этих металлов.

Золото

Предполагают, что первым металлом, на котором человек остановил свой взгляд, было золото, а первыми открывателями золотых месторождений считают скотоводов, которые, перегоняя по руслу высохших в летнюю жару рек и ручьев стада, обратили внимание на красивые

по цвету самородки и на крупинки золота коренных месторождений. После того как были найдены другие металлы и способы их обработки, золото стало предметом роскоши, приобрело власть, а затем выступило в роли денег.

На землях Сибири и Казахстана месторождения золота разрабатывались с конца III тысячелетия до нашей эры. Древнейшим, и довольно распространенным, металлом оно было во многих странах, в том числе и в Древнем Египте, где сохранились золотые рудники со времен Рамсеса II (1317—1251 годы до н.э.).

В России о существовании золота в Нерчинском крае знали со второй половины XVI века, открыли его там в 1746 году; спустя шесть лет из нерчинского серебра стали отделять золото. Затем красивый, тяжелый, драгоценный металл нашли на Алтае, Урале и в Карелии.

В природе золото встречается в виде самородков, песка и мельчайшей пыли. Крупнейшие самородки весом 60—90 кг были найдены в Аргентине и Австралии. Самый большой самородок, найденный в России, весил 48 кг. Самородное золото представляет собой природные сплавы с серебром, а также со следами меди, железа и некоторых других металлов. Большинство древних художественных изделий выполнены из природных сплавов — электронов.

Из россыпей золото извлекали промывкой песка. Для промывки использовали желоба, ковши, лотки. Из руд золото и другие драгоценные металлы добывали путем нагревания породы до растрескивания, затем глыбы дробили в каменных ступах, растирали между жерновами и промывали через сита. В наши времена добыча золота механизирована. Добывают его при помощи драг и гидравлическим способом. При гидравлическом способе

добычи вода под большим давлением размывает породу и отделяет от нее золото. На драгах, которые представляют собой плавучие сооружения, имеются оснащенные цепью подвесные ковши, с помощью которых со дна водоемов вынимают породу. Породу затем промывают и в результате промывки осаждается золото.

Добывают золото и из рудных залежей. Основными способами здесь являются цианирование и амальгамация. Способ цианирования основан на растворении золота в водных растворах цианистых щелочей в присутствии кислорода и окислителей. Амальгамация — способ более древний. Основан он на способности золота вступать при естественных условиях в соединения с ртутью. Процесс происходит в специальных амальгационных аппаратах. Руду, содержащую золото, пропускают с водой по амальгамированной поверхности ртути. Частицы золота, смачиваясь ртутью, образуют полужидкую амальгаму, из которой путем отжима получают твердую часть амальгамы. Затем ртуть испаряют, а оставшееся золото сплавляют в слитки. Ни один из способов не дает возможность получить этот драгоценный металл высокой чистоты. Полученные золотые слитки отправляют на очистительные заводы.

Чистое золото в слитках отличается красивым желтым цветом. Золотой порошок, который получают путем осаждения золота из растворов, имеет цвет от красного до темно-фиолетового. Золотые сплавы могут приобретать различные оттенки — это так называемое цветное золото. Например, примеси меди сообщают золоту красноватый оттенок, а серебряная лигатура — зеленоватый. Примеси платины высветляют золото, делают его бледным, а при больших ее дозах сплавы совершенно обесцвечиваются. Такие сплавы называют «белым золотом».

Добавки железа придают золотому сплаву сероватые и синеватые оттенки, а добавки палладия — бурые и коричневатые. В очень тонких листах, применяемых при сусальном золочении, золото просвечивает синевато-зеленым цветом.

Золото отличается высокой вязкостью, пластичностью и ковкостью. Из него можно получить листочки толщиной до 0,1 микрона и вытянуть тончайшую проволоку. Золото является достаточно мягким металлом, поэтому в основном оно употребляется в виде сплавов с медью и серебром, которые тверже чистого золота. Эти сплавы хорошо режутся, шлифуются и полируются. Температура плавления чистого золота 1063 градуса, температура плавления сплавов немного ниже. При отливке чистое золото имеет большую литейную усадку, для золотых сплавов усадка меньше.

Золото хорошо проводит электрический ток и тепло, ненамного уступая в этом серебру. На воздухе оно не окисляется, даже при нагревании. Серная, азотная и соляная кислота на него не действуют. Золото растворяется только в горячей «царской водке» — смеси одной части азотной кислоты с двумя частями соляной, а также в селеновой кислоте. Растворяется золото в ртути, образуя амальгаму. Непосредственно соединяется оно только с хлором, бромом, йодом, мышьяком и фосфором. С большинством металлов легко образует сплавы.

Используют золото в ювелирном деле при изготовлении дорогих, уникальных изделий, при чеканке наградных медалей, а также при золочении металлических и неметаллических изделий. Кроме того, золото расходуется для приготовления припоя, для пайки золотых и платиновых художественных изделий. Основная масса золота служит для обеспечения денежной системы. В промышленности

используется в точном приборостроении, электротехнике, медицине, химической промышленности.

Серебро

Серебро представляет собой белый пластичный, тягучий и ковкий металл. Температура плавления 960,5 градуса, температура кипения 1955 градусов. Серебро имеет наивысшую из всех металлов отражательную способность — оно отражает почти 94 процента световых лучей и является самым теплопроводным и электропроводным металлом. Оно легко прокатывается в тончайшие листы, до 0,00025 мм, и вытягивается в очень тонкую проволоку. Хорошо режется и полируется. Оно тверже золота, но мягче меди. Из-за мягкости, чистое серебро употребляют в виде сплавов с медью, а в древности употребляли также и в виде природного сплава с золотом — электрума, или электрона. На воздухе серебро не окисляется, а наблюдаемое порой потемнение изделий из него объясняется образованием черного сернистого серебра под влиянием действия серы или сероводорода, которые всегда присутствуют в атмосфере города. Кипящие едкие щелочи на серебро не действуют. Серебро растворяется в азотной и горячей серной кислоте.

С глубокой древности широко использовался этот драгоценный металл в художественных изделиях и ювелирном деле. Алхимики называли серебро Дианой или Луной. Оно довольно распространено в природе и встречается в самородном виде, а также в виде руды. В России серебро добывается, в основном, из комплексных полиметаллических и золото-серебряных руд. Такие руды содержат до 80 процентов драгоценного металла. При добыче используются те же методы, что и при получении золота, — цианирова-

ние и амальгамация, однако в этом случае цианистые растворы должны быть более концентрированными.

В художественной промышленности серебро используется для производства ювелирных изделий, художественной посуды, столовых приборов, сувениров, подарочных изделий, выполняемых чеканкой, гравировкой, украшением чернью. Кроме того, чистое серебро в виде тончайшей проволоки служит материалом для филигранных работ и насечки по стали. Чистое серебро является также материалом для художественных эмалевых изделий; идет оно на аноды при серебрении и гальванопластическом покрытии; служит главным компонентом в серебряных твердых ювелирных припоях, которыми спаивают не только серебряные, но и медные, и латунные изделия. Используют серебро при составлении платиновых и палладиевых сплавов, что делает их более светлыми, а золотым сплавам серебро придает зеленоватый оттенок.

Платина

Платина — серовато-белый блестящий ковкий металл. Встречается в природе в самородном состоянии, но с примесью иридия, палладия, осмия, родия и рутения. Является одним из наиболее редких элементов земной коры. Температура плавления 1769,5 градусов, температура кипения 3910 градусов. На воздухе платина не изменяется даже при самом высоком нагреве. Отдельные кислоты на нее не действуют. С трудом растворяется она в кипящей «царской водке» — смеси пяти частей соляной кислоты и трех частей азотной. Обнаружена платина была в россыпных месторождениях золота на Урале в начале XIX века, а через некоторое время на восточном склоне Уральских гор был заложен первый в России платиновый

прииск. Добывают платину промывкой песка, где найден был драгоценный металл, а также при электролизе золота. Дальнейшее разделение металлов платиновой группы и очистку производят на очистительных заводах. Учеными России разработан новый способ очистки платины, который положил начало порошковой металлургии.

В ювелирном деле применяется издавна. Из нее изготовляют оправы для бриллиантов, браслеты, серьги и др. Используется платина для производства приборов и химической посуды. Для отделки художественных изделий под цвет платины применяется хлористая платина. Латунные изделия натирают хлористой платиной и они приобретают цвет и блеск, напоминающий сталь. Это покрытие очень прочно. Хлористая платина, растертая на скипидарном масле, применяется для платинирования стекла и фарфора — после обжига изделий образуется металлический платиновый слой, красивый и прочный. Металлические художественные изделия можно покрывать платиной гальваническим способом. Платина легко поддается прокатке, штамповке, волочению. В расплавленном виде платина и некоторые другие металлы платиновой группы — родий и рутений — обладают способностью поглощать в большом количестве водород, в результате чего на их поверхности образуются трещины, они становятся хрупкими.

Палладий — один из легких металлов платиновой группы, серовато-белого цвета, мягкий и ковкий. Он темнее серебра и светлее платины. Температура плавления 1554 градуса. Открыт в начале XIX века. По физическим и химическим свойствам палладий очень близок к платине, растворим в азотной кислоте и «царской водке». Сероводород воздуха на него не действует, он не темнеет, как серебро, и поэтому применяется для шкал астрономичес-

ких приборов. От платины палладий легко отличить действием спиртового раствора йода. На платину йод не действует, а на палладии оставляет черный налет.

Палладий является пластичным и мягким металлом. Он легко прокатывается в тонкие листы и протягивается в тонкую проволоку. В природе встречается в большинстве платиновых руд и очень небольшом проценте в виде сплавов с другими металлами платиновой группы, очень редко встречается в почти чистом состоянии. Применяется в ювелирном деле для изготовления ювелирных украшений. Его сплав с серебром и добавками никеля идет на изготовление колец, браслетов и т.п. Кроме того, палладий используют в сплаве с золотом. В этом случае его добавка так же, как и добавка платины, обесцвечивает золотой сплав и образуется так называемое белое золото. Иногда палладий добавляют в сплавы платины для придания большей прочности и твердости. В чистом виде он идет на изготовление реторт для перегонки плавиковой кислоты, сосудов для изготовления изотопов.

Рутений — металл платиновой группы. По внешнему виду очень похож на платину, но отличается от нее хрупкостью и твердостью. Открыт в середине XIX века при исследовании уральской платиновой руды. Его название происходит от «рутений», что значит — Россия. Встречается обычно как примесь к иридию и осмию. Температура плавления 2450 градусов. Применяется в химической промышленности, в точном приборостроении.

Родий — легкий металл платиновой группы. По цвету и блеску напоминает алюминий. Свое название получил от красного цвета своих солей. Температура плавления 1966 градусов. Твердый и хрупкий металл. Некоторую пластичность приобретает при нагревании. Кислоты и

их смеси на родий не действуют. Также на него не действуют сера, кислород, фтор, фосфор. В природе родий встречается вместе с платиной и другими платиновыми металлами. Применяется для гальванических покрытий серебряных и золотых изделий, а также для производства химической посуды. В некоторых случаях применяют в ювелирном деле для гальванопокрытия ювелирных изделий. Достаточным считают слой в 0,1 мм.

Иридий — металл, по внешнему виду и цвету напоминающий олово, но отличающийся от него высокой твердостью и хрупкостью. Относится к металлам платиновой группы. Открыт в начале XIX века. Свое название получил за разные окраски своих соединений. Температура плавления 2454 градуса. Не взаимодействует ни с кислотами, ни со щелочами, не действует на него и «царская водка». Из-за своей твердости с трудом поддается резанию. Некоторую ковкость приобретает только при белом калии. Хорошо полируется и в этом состоянии напоминает сталь. Из сплава платины (90 процентов) и иридия (10 процентов) изготовлены эталоны метра и килограмма. Сплавы иридия с платиной применяют для изготовления химической посуды. В чашках из этого сплава можно растворять золото в «царской водке». Применяется для изготовления хирургического инструмента и иногда в ювелирном деле.

Осмий — один из самых твердых и тяжелых металлов. Принадлежит к платиновой группе. Блестящий синевато-серый металл, не растворим ни в кислотах, ни в «царской водке». Свое название получил от греческого «запах», за сильно пахнущие соединения. Температура плавления 2700 градусов. Применяется как в чистом виде, так и в сплавах, которые используются в точном приборостроении.

Сплавы золота. Для изготовления ювелирных и других изделий далеко не всегда используют чистые металлы. Происходит это из-за высокой стоимости драгоценных металлов, недостаточной твердости их и износоустойчивости. Поэтому на практике чаще всего употребляют сплавы, которые образуются путем соединения металлов с металлами или металлов с металлоидами и приобретают свойства, отличающие их от свойств чистых металлов. Меняя компоненты — металлы, входящие в сплав, можно изменять различные свойства металла — твердость, коррозионную стойкость, пластичность, цвет, прочность и т.д. Наибольшее число сплавов и легирующих компонентов имеет золото, затем серебро, платина и палладий. В качестве легирующих компонентов в состав золотых сплавов входят серебро, палладий, медь, цинк, кадмий, платина.

Серебро в составе сплава сохраняет пластичность, мягкость, ковкость, понижает температуру плавления. При содержании его до 65 процентов цвет золота становится зеленоватым, желто-зеленым, желто-белым. При содержании серебра свыше 65 процентов желтый цвет сплава исчезает.

Твердость золотого сплава повышает примесь меди. Медь сохраняет ковкость, тягучесть, меняет цвет в сторону красного. При содержании 14,6 процентов меди сплав имеет ярко-красный цвет. Недостаток сплава — низкая устойчивость против коррозии на воздухе. Присутствие никеля сохраняет ковкость, придает твердость, повышает литейные качества, меняет цвет сплава в бледно-желтый. Большое содержание никеля делает сплав магнитным.

Значительно повышает температуру плавления присутствие платины. Она увеличивает упругость сплава, изменяет цвет до белого уже при содержании ее в сплаве в количестве 8,4 процента. Присутствие в сплаве палладия

повышает температуру плавления золотого сплава, сохраняет пластичность и ковкость, резко изменяет цвет. Цинк понижает температуру плавления, делает сплав твердым, хрупким, повышает текучесть; изменяет цвет в сторону белого. Также понижает температуру плавления присутствие в сплаве кадмия. Он сохраняет ковкость, пластичность, мягкость, меняет цвет сплава в зеленоватый.

Сплавы серебра, используемые для изготовления ювелирных украшений и бытовых ювелирных изделий, имеют один легирующий компонент — медь. Она повышает твердость сплава, сохраняет пластичность, ковкость и тягучесть. Цвет сплава ярко-красный. Сплавы платины состояются в двух вариантах: легирующими компонентами становятся медь или иридий. Пять процентов меди в платиново-медном сплаве понижают температуру плавления, сохраняя мягкость, тягучесть и пластичность. При пяти процентах иридия повышается температура плавления, твердость, антикоррозийность, износостойчивость. Цвет сплавов характерный для платины. Сплавы платины применяют для изготовления ювелирных украшений, лабораторной посуды, для изготовления некоторых деталей машин, термометров сопротивления и т.д.

4.3. ПРОБЫ. КЛЕЙМЕНИЕ ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ

Платина, золото, серебро отличаются очень высокой пластичностью и вязкостью; в то же время — относительно малой прочностью. Поэтому в чистом виде они для производства художественных изделий применяются редко. Обычно драгоценные металлы используются в виде

сплавов, между собой, или с добавками меди. Недрагоценные или драгоценные металлы, которые добавляют в сплав, называются лигатурами. В качестве лигатур применяют в серебряных сплавах — медь; в золотых — медь, серебро, платину, палладий. В платиновых сплавах применяют медь, серебро, золото, палладий; в палладиевых — золото, серебро. Кроме того, в припои для драгоценных металлов в качестве лигатур добавляют цинк и кадмий. Такие сплавы носят название лигатурных, или пробных. Если относительное содержание драгоценного металла в сплаве велико, то его считают высокопробным сплавом, если оно мало — низкопробным.

Проба (клеймо) указывает, сколько чистого драгоценного металла содержится в сплаве, из которого изготовлено изделие. В России первый указ о клеймении серебряных изделий был издан в начале XVI века. В 1700 году появился указ, устанавливающий клейма для золотых и серебряных изделий и вводивший надзор за мастерами и торговцами. Было принято четыре пробы для золота: первая — выше червонного, вторая — против червонного, третья и четвертая — ниже червонного. Затем была введена русская золотниковая (цифровая) система пробы, обозначавшая количество чистого драгоценного металла в сплаве в золотниковом измерении (1 золотник равен 4,25 граммов; 1 фунт равен 96 золотникам): для золота — 36, 48, 56, 72, 82, 92 и 94-я; для серебра — 72, 76, 84, 88-я. Например, 82-я золотая проба означала, что на один фунт (т.е. 96 золотников) сплава приходится 82 золотника чистого золота, остальное лигатура. Пробы сплавов драгоценных металлов гарантируются государством и устанавливаются в каждой стране законодательным путем. В некоторых странах Европы (Англия, Швейцария и др.) для определения проб золотых изделий пользуются

каратной системой, где исчисление ведется от 24 единиц сплава. Металл высшей чистоты отвечает 24-й пробе. Пробы каратной системы: 6к, 8к, 10к, 12к, 14к, 18к, 22к. Золотая проба 18к означает — в 24 единицах сплава содержится 18 единиц чистого золота.

Изделия из драгоценных сплавов обязательно проходят пробирный контроль, и на них накладываются оттиски пробирных клейм. Занимается этим специальное контрольное учреждение — пробирная палата. Проба ставится также на слитках и полуфабрикатах (листах, лентах) из драгоценных металлов. Не подлежат клеймению наградные медали, ордена, монеты, но проба их сплавов строго регламентирована и контролируется. Форма и рисунок пробирных клейм в разных странах различные. Это может быть эмблема страны, города, сочетающаяся с цифрами пробы или с условными цифрами, где каждая соответствует определенной пробе. Высокохудожественные изделия, на которые невозможно наложить клеймо (сканные, с эмалью), снабжаются специальной привешенной к ним пломбой, на которой ставятся круглые клейма.

Анализы изделий и сплавов из драгоценных металлов производят разными способами. Наиболее распространенными являются анализ на пробирном камне (менее точный) и муфельный (более точный).

Проба была известна еще в античные времена. Наиболее распространенным способом пробы в древнем мире было испытание на пробирном камне, который греки применяли еще в IV веке до нашей эры. Пробирный камень применяется и сейчас. Это черный, очень плотный и твердый, не поддающийся действию кислот кремнистый сланец. По нему проводят черту золотым или серебряным изделием. По различному цвету черты опытный

мастер может приблизительно определить пробу драгоценного сплава без анализа. Для более точного определения рядом с этой чертой проводят другую, пробирной иглой, сделанной из драгоценного сплава определенной пробы, близкой по цвету к исследуемому. Величина черты делается примерно 10—15 мм длиной и 2—3 мм шириной. Затем обе черты смачивают специальным кислотным раствором, под действием которого их цвет изменяется. Если цвет обеих черточек после обработки их раствором одинаков, то и содержание драгоценного металла в них одно и то же. Если при сличении обнаруживается расхождение цвета, то анализ повторяют, предварительно проведя новую черту другой пробирной иглой, соответственно с большим или меньшим содержанием драгоценного металла. На каждой игле указана соответствующая ей проба. При достаточном навыке этим способом можно довольно точно определить пробу испытуемого сплава. Так как цвет сплава зависит не только от количества содержания в нем драгоценного металла, но также и от состава лигатур, т.е. других металлов, добавленных в сплав, то пробирных игл для той или иной пробы бывает несколько. Производство пробирных игл и реактивов для анализа осуществляется только органами пробирного надзора.

Существуют и более точные методы анализа, например, муфельный, который применяется при производстве драгоценных сплавов определенной пробы. Заключается он в сплавлении испытуемого изделия с металлическим свинцом. Полученный сплав (веркблей) подвергается дальнейшей обработке, купелированию и окислительному процессу, в результате которого происходит отделение драгоценных металлов от недрагоценных. Данный процесс протекает при высокой температуре в пористом огнеупорном сосуде — купели. Купель изготавливают из

чистой костяной муки или магнезита с цементом. Оксиды свинца и легирующих элементов всасываются купелью, а драгоценные металлы остаются на поверхности в виде блестящего металлического королька.

Процесс купелирования происходит таким образом: купели помещают в муфельную печь, разогретую до 1123 К, а затем на раскаленных купелях размещают веркблей. Свинец начинает плавиться, покрываясь тонкой пленкой. Окончание купелирования характеризуется цветением королька (на несколько секунд появляются радужные круги) и ликованием королька (яркий блеск вследствие испускания скрытой теплоты плавления). Затем корольек затвердевает и процесс купелирования заканчивается. Затвердевший корольек, содержащий золото и серебро, помещают в азотную кислоту, которая растворяет серебро и другие легирующие металлы, не воздействуя на золото. Остаток просушивают, прокаливают и взвешивают на пробирных весах. Пробу сплава определяют по массе сплавленного осадка. Если при анализе содержание драгоценного металла оказывается меньше заявленной пробы и ошибка выходит за пределы допустимого отклонения, изделия или не допускают к выпуску, или клеймят специальным клеймом с буквами НП, что означает «не соответствует пробе».

4.4. ХИМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Общие сведения о кислотах. В художественной обработке металлов химические вещества (кислоты, основания, соли, реактивы и др.) являются вспомогательными

материалами, без которых невозможны основные производственные операции.

Кислоты — вещества, содержащие соединения водорода с кислотными остатками (HCl , HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 , H_2CrO_4 , HMnO_4). Атомы водорода в них способны замещаться атомами металла с образованием соли. По числу атомов водорода, способных замещаться атомами металла, кислоты делятся на одноосновные, двухосновные, трехосновные и четырехосновные. В водных растворах кислоты диссоциируют на ионы водорода и ионы кислотных остатков. Кислоты с многовалентными остатками диссоциируют ступенчато. Ионы водорода при диссоциации могут отщепляться от молекулы постепенно. Группы атомов (вместе с водородом), обладающие зарядом, составляют так называемые кислотные остатки. Например, фосфорная кислота образует три кислотных остатка и относится к трехосновным кислотам. Серная кислота и угольная H_2CO_3 — к двухосновным; азотная HNO_3 , соляная HCl и уксусная CH_3COOH — к одноосновным.

Характеристики важнейших кислот. Азотная кислота HNO_3 образуется при окислении аммиака кислородом воздуха в присутствии катализаторов (сплавы на основе платины). Чистая азотная кислота — бесцветная жидкость. Плотность 1522 кг/м^3 , температура кипения 84°C . При температуре минус 42°C застывает в прозрачную кристаллическую массу. На воздухе, подобно концентрированной соляной кислоте, «дымит», так как пары ее образуют с влагой воздуха мелкие капельки тумана. Азотная кислота принадлежит к числу наиболее сильных кислот. Взаимодействует почти со всеми металлами, за исключением золота, платины, тантала, родия, иридия. Характерным свойством азотной кислоты является ее сильная окислительная способность. Многие неметаллы

ею легко окисляются, превращаясь в соответствующие кислоты. Сера при кипячении с азотной кислотой постепенно окисляется в серную кислоту, фосфор — в фосфорную. Нагретые древесные опилки воспламеняются от капли дымящей азотной кислоты. Органические вещества разрушаются с окрашиванием в желтый цвет. При взаимодействии разбавленной азотной кислоты с железом и цинком, а также другими активными металлами, образуется диоксид азота NO_2 , который улетучивается в виде красно-коричневого ядовитого газа. Концентрированная азотная кислота пассивирует некоторые металлы. Так, железо, легко растворяющееся в разбавленной азотной кислоте, не растворяется в холодной концентрированной. Аналогичное действие эта кислота оказывает на хром и алюминий, которые под действием ее переходят в пассивное состояние.

Азотная кислота в основном применяется для приготовления пробирных реактивов и «царской водки» (смесь одного объема азотной кислоты и трех-четырех объемов концентрированной соляной кислоты); травления примесей драгоценных металлов (за исключением серебра); получения азотных удобрений, взрывчатых веществ, органических красителей, киноплёнки, целлюлозных лаков и т.д.

Соляная кислота HCl образуется при растворении хлористого водорода в воде. Бесцветная жидкость с резким запахом, на воздухе «дымит». Максимальная концентрация соляной кислоты около 36 процентов, плотность 1190 кг/м^3 . Для технических целей чаще всего применяется разбавленная соляная кислота (20–27,5 процента). Хорошо растворяется в воде и подобно другим сильным кислотам энергично взаимодействует с металлами и оксидами металлов, является одним из важнейших продук-

тов химической промышленности. Соляная кислота применяется в различных производственных отраслях, медицине, сельском хозяйстве, в гальванопластике. При паянии и лужении она очищает поверхность металлов перед их обработкой.

Серная кислота H_2SO_4 является сильной двухосновной кислотой. Безводная серная кислота представляет собой бесцветную маслянистую жидкость с высокой плотностью, 1840 кг/м^3 , температура кипения 338 градусов. При температуре $10,45$ градусов застывает в кристаллическую массу. С водой и серным ангидридом SO_3 смешивается в любых соотношениях. Однако смешивать концентрированную серную кислоту с водой нужно очень осторожно, вливая ее в воду небольшими порциями или тонкой струйкой. Растворяют серную кислоту в воде только в термостойкой посуде.

Серная кислота очень гигроскопична и поэтому применяется для осушения газов. Способностью поглощать воду объясняется и обугливание многих органических веществ под действием кислоты. Концентрированная серная кислота в подогретом состоянии растворяет все металлы, кроме золота, платины и некоторых металлов платиновой группы. В ювелирном деле применяют серную кислоту для травления, определения пробы серебра, как компонент кислых ванн при меднении. Серная кислота служит для получения многих других кислот, применяется в большом количестве в органическом синтезе, при производстве взрывчатых веществ, для очистки керосина, нефтяных масел и продуктов коксохимической промышленности, при изготовлении красок и т.д.

Ортофосфорная кислота H_3PO_4 — слабая неорганическая кислота; бесцветные прозрачные кристаллы, плавящиеся при $315,35 \text{ K}$; плотность 1800 кг/м^3 . Хорошо

растворяется в воде. Получают ее в лабораториях методом окисления фосфора 30-процентной азотной кислотой; в промышленности — экстракционными и термическими методами. В основе экстракционного метода лежит обработка природных фосфатов серной кислотой. Образующуюся при этом фосфорную кислоту отфильтровывают от сульфата кальция и концентрируют выпариванием. Термический метод состоит в восстановлении природных фосфатов до свободного фосфора с последующим его сжиганием и растворением образующегося фосфорного ангидрида в воде. Полученная фосфорная кислота отличается более высокой чистотой и концентрацией.

Ортофосфорная кислота применяется при изготовлении реактивов, электролитов, для создания защитных покрытий на металлах, для сельскохозяйственных удобрений. Фосфаты кальция и аммония используются при производстве эмалей и в фармацевтической промышленности.

Борная кислота H_3BO_3 является слабой неорганической кислотой. В свободном виде — бесцветные кристаллы с плотностью 1480 кг/м^3 . Умеренно растворима в воде. При нагревании до 100°C кислота теряет воду, переходя сначала в метаборную кислоту, при дальнейшем нагревании — в борный ангидрид. Получается действием серной кислоты на горячий раствор тетрабората натрия $Na_2B_4O_7$. Применяется для приготовления флюса при пайке драгоценных металлов, в изготовлении эмалей, глазурей, в производстве специальных сортов стекла, кожевенном и бумажном производстве, медицине в качестве дезинфицирующего средства.

Основания — это вещества, содержащие гидроксильную группу OH и диссоциирующие в водном растворе с образованием иона OH^- . Большинство оснований не растворимо в воде. Растворимые основания называются

щелочами. Для распознавания кислоты или основания (щелочи) применяют индикаторы. Основания являются жирными на ощупь и окрашивают красную лакмусовую бумажку в голубой цвет. Важнейшими основаниями являются едкий натр, едкий кали, гидроксид аммония; важнейшие щелочи — натриевая щелочь, раствор едкого кали, нашатырный спирт.

Едкий натр представляет собой белые прозрачные, сальные на ощупь, хрупкие сильно гигроскопичные пластинки. Хорошо растворяется в воде, образуя натриевую щелочь, которая применяется как очищающее и обезжиривающее средство. Едкий кали по действию и внешнему виду соответствует едкому натру. Водный раствор образует щелочь едкого кали.

Гидроксид аммония получают при растворении газообразного аммиака в воде. Образовавшееся химическое соединение сразу диссоциирует в растворе, то есть распадается на ионы. Существует гидроксид аммония только в диссоциированной форме, расщепленной на положительный ион аммония и отрицательный ион гидроксида. При нагревании происходит обратная реакция (основание распадается на аммиак и воду). Относится к слабым основаниям, действует так же, как едкий натр.

Соли — класс химических соединений, кристаллические вещества, имеющие ионную структуру. В растворах соли диссоциируют на катионы (металлы или группы атомов, ведущие себя подобно металлам) и анионы (кислотные остатки). Различают соли средние (или нейтральные) — продукты полного замещения водорода кислоты металлами, например, сульфат натрия Na_2SO_4 ; кислые — продукты неполного замещения атомов водорода, например, гидросульфат натрия; простые, основные, двойные, смешанные и комплексные. Простыми называют

соли, дающие простые ионы, двойными — содержащие катионы разных металлов. Двойные соли при растворении в воде распадаются на те ионы, которые содержались в растворах простых солей, послуживших для их образования. Комплексными солями называются вещества, получаемые путем сочетания двух или более простых молекул химических соединений. Комплексные ионы образуются сочетанием простых ионов или простого иона с полярными молекулами. Существенной разницы, границы между простыми, двойными и комплексными солями нет.

Важнейшими солями являются: цианид калия, которую в быту называют цианистый калий, цианид натрия (цианистый натрий), цианид меди (цианистая медь), цианид серебра (цианистое серебро), цианид золота (цианистое золото); тетраборат натрия (бура); карбонат кальция (мел); карбонат калия (поташ); карбонат натрия (сода); карбонат меди (пatina); нитрат натрия (чилийская селитра); нитрат серебра (адский камень); хлорид натрия (поваренная соль); хлорид аммония (нашатырь); сульфат кальция (гипс); сульфат меди (медный купорос); ацетат меди (ярь-медянка). Названия солей зависят от входящих в них кислотных остатков и образовавших их металлов.

Глава 5. ДРАГОЦЕННЫЕ И ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ И ИХ СВОЙСТВА

В производстве художественных изделий из металла, особенно ювелирных украшений, постоянно использу-

ются, кроме металлов, также и неметаллические материалы, и в первую очередь драгоценные, полудрагоценные и поделочные камни, а также их заменители. Драгоценными камнями называют природные минералы или искусственно выращенные кристаллы, отличающиеся прозрачностью, яркой и разноцветной окраской, блеском, высокой твердостью, химической стойкостью и другими свойствами. В большинстве случаев драгоценные камни встречаются в природе редко, а их получение и обработка очень трудоемки.

Для изготовления ювелирных изделий применяют камни, обладающие красивым цветом, прозрачностью, блеском, лучепреломлением, твердостью или красивым рисунком структуры. Обычно камни имеют кристаллическую структуру, но встречаются и некристаллические (аморфные), например, бирюза, или камни со скрытокристаллической структурой — например, яшма.

Камни кристаллической структуры обладают таким свойством, как спайность, т.е. способность раскалываться по направлениям спайности. Отчетливо выражена спайность у слюды, которая при легком усилии легко расщепляется на тонкие листочки. Спайность у слюды проходит только в одном направлении, разломать ее по другим направлениям трудно.

Кристаллы представляют собой многогранники и могут иметь различную форму: гексаэдр (шестигранник-куб, по-гречески «гекса» — шесть, «эдр» — грань), октаэдр (восьмигранник, «окта» — восемь), ромбододекаэдр («ромбо» указывает на форму грани, «додока» — двенадцать) и др. Существуют и более сложные формы кристаллов. Если посмотреть на камень в микроскоп, то можно увидеть, что он состоит из мельчайших кристалликов — зерен. Камни бывают самыми разнообразными по цвету:

слегка окрашенными, густо окрашенными, окрашенными полосами разных цветов с переливами и др. Бывают камни прозрачные, полупрозрачные и непрозрачные. Блеск камня зависит от способности преломлять и отражать лучи, а также от характера отражающей поверхности. По интенсивности блеск может быть сверкающим, сильным, слабым и тусклым. Чем сильнее преломляется световой луч, проходящий через камень, тем больше световая игра.

Одним из основных эстетических свойств драгоценных камней является преломление света. Показателем преломления называется отношение скорости света в пустоте к скорости света в данной среде. Этот показатель выше в той среде, где сильнее происходит разложение (дисперсия) белого света. Показатель преломления воздуха равен 1, воды — 1,33, стекла — 1,5, алмаза — 2,4, сапфира — 1,76, топаза — только 1,62, а фианита — 2,2. От плотности и структуры камня зависит преломление света. Различают блеск алмазный, сверкающий, стеклянный, жирный, смолистый, шелковистый. Сильным блеском обладают хорошо и правильно ограненные и отполированные камни.

Огранкой называется сочетание различных форм и размеров граней, нанесенных на поверхность камня. Огранка значительно усиливает явление преломления, отражения и дисперсии света, которые вызывают игру и блеск ограненного камня. Так, в результате огранки алмаз превращается в сверкающий бриллиант.

Химическая стойкость, как правило, свойственна всем ювелирным камням и является одной из причин их долговечности и сохранности. Они почти не растворяются в щелочах и кислотах. Но на аметист и горный хрусталь действует плавиковая кислота. Камни органического происхождения — жемчуг, кораллы, янтарь, перламутр —

химически менее стойки по сравнению с драгоценными камнями минерального происхождения.

Существует множество методов распознавания минералов. В специальных лабораториях под микроскопом определяют их структуру, исследуют химический состав, применяя рентгеноспектральный и другие анализы. Но существует и более простой метод определения минералов, основанный на наблюдениях, изучении внешних признаков, характерных особенностей камня, его цвета, прозрачности, блеска, светопреломляемости, твердости, удельного веса. Опытный глаз специалиста по важнейшим признакам камня сразу может определить его название.

Одним из основных показателей свойств драгоценных ювелирных камней является твердость, для определения которой пользуются шкалой Мооса. В приведенной ниже таблице указанные десять минералов подобраны так, что каждый последующий при трении царапает все предыдущие.

Таблица 2

Тальк	1
Галит (каменная соль)	2
Кальцит (известковый шпат)	3
Флюорит (плавиковый шпат)	4
Апатит	5
Полевой шпат (ортоклаз)	6
Кварц	7
Топаз	8
Корунд	9
Алмаз	10

Твердость камней можно определить и по следующим признакам: камни, имеющие твердость 1, жирные на ощупь; камни, у которых твердость 2, можно сравнить с твердостью ногтя; медная монета имеет твердость 3;

твердость 4 можно сравнить с твердостью мягкой железной проволоки; оконное стекло соответствует твердости 5; лезвие ножа или стальная игла — твердости 6; твердость 7 можно сравнить с твердостью напильника. Более высокая твердость камней определяется специальными приборами, такими, как прибор Бринелля (вдавливанием в камень металлического шарика) или прибор М. Хрущева (вдавливанием алмазной пирамиды). Твердость при этом исчисляется в кгс/мм² и составляет для топаза 1427, для корунда — 10060. Эта объективная оценка твердости вдавливания (в кгс/мм²) показывает, что по твердости камни очень различны, тогда как по шкале Мооса разница в их твердости незначительна (топаз — 8, корунд — 9, алмаз — 10).

Существует несколько систем классификации камней. Классификация, разработанная академиком А.Е. Ферсманом, построена с подразделением камней на три группы, которые, в свою очередь, делятся на классы, а классы — на подклассы.

Камни-самоцветы, применяемые для изготовления ювелирных изделий, а также в производстве сувенирных и декоративно-художественных изделий, по происхождению делят на природные и искусственные. К природным материалам относят минералы, минеральные агрегаты и горные породы, а также материалы органического происхождения. Минералами являются гомогенные твердые компоненты земной коры, образовавшиеся в естественных условиях без вмешательства человека, обладающие кристаллической структурой, определенным химическим составом и физическими свойствами (например, алмаз, рубин и др.). Минеральные агрегаты и горные породы — это мономинеральные и полиминеральные твердые компоненты земной коры, образовавшиеся в естественных

условиях без вмешательства человека, обладающие определенным химическим составом и текстурой, например, яшма. Материалы органического происхождения — это твердые образования в результате жизнедеятельности животных или растений в естественных условиях, а также первичные органогенные материалы, претерпевшие окаменение с коренным изменением исходного состава и замещением минеральным веществом. Примерами являются жемчуг, янтарь, окаменелое дерево и т.д.

К искусственным материалам относят камни синтетические, выращенные, реконструированные, облагороженные, составные и имитации.

Камни синтетические представляют собой твердые вещества, изготовленные полностью или частично человеком, их химический состав, кристаллическая структура и физические свойства в широком диапазоне совпадают с таковыми их природных аналогов, например, корунд синтетический, жемчуг культивированный и др. Камни выращенные — это твердые вещества, изготовленные частично или полностью человеком и не имеющие аналогов в природе, например, фианит и др.

Облагороженные камни — природные материалы, показатели качества которых и прочностные характеристики улучшены человеком, например, облагороженный кварц. Камни реконструированные — это твердые вещества, изготавливаемые человеком путем плавления или спекания мелких кусочков природных материалов, например, плавленный янтарь и др. Камни составные — тоже созданные человеком, они состоят из двух или нескольких частей, представленных природными или искусственными материалами, и соединены склеиванием, плавкой, кристаллизацией или перекристаллизацией, например, алмадин, дублет, стекло.

Имитация представляет собой материал любого происхождения, имеющий лишь внешнее сходство с материалом, который он имитирует, но не обладающий его химическим составом, структурой и (или) физическими свойствами. Примерами здесь являются имитация бирюзы из керамики, имитация жемчуга и др.

По классификации камни делят на драгоценные, полудрагоценные и поделочные. Камни могут быть минерального и органического происхождения, а также синтетическими.

5.1. ДРАГОЦЕННЫЕ КАМНИ

К драгоценным камням относят камни минерального происхождения — прозрачные, с ярким блеском, очень твердые и трудноизнашиваемые алмазы, рубины, сапфиры, изумруды и камни органического происхождения — жемчуг. Для драгоценных камней весовой единицей является карат (1 карат равен 200 мг), а для всех остальных камней — грамм.

Алмаз (от греч. *Agamas* — неодолимый, несокрушимый) — самое твердое вещество в природе. Твердость алмаза 10, плотность 3,50—3,52 г/см³, показатель преломления 2,4. Высокая прочность алмаза обусловлена прочностью связей между атомами углерода. Алмаз обладает исключительной стойкостью на истирание, превышающей в 150 раз стойкость корунда и в 1000 раз стойкость кварца. Несмотря на высокую прочность, алмаз достаточно хрупок и при ударе легко разрушается. Обладая весьма совершенной спайностью по октаэдру, алмаз раскалывается по плоскости спайности. Ювелиры используют эти особенности при раскалывании алмаза перед огранкой и скалывания ненужных выступов.

Алмаз сгорает при температуре 850—1000 градусов, образуя углекислоту. При нагревании до 2000—3000 градусов без доступа кислорода он переходит в графит. Алмаз стоек к плавиковой, соляной и азотной кислотам, но растворяется (окисляется) в расплавах натриевой и калиевой селитры и соды. Химический состав алмаза представляет собой редкую в природе форму кристаллизации углерода. Углерод выкристаллизовывался в виде алмаза из природного силикатного расплава (магмы) под очень высоким давлением на больших глубинах Земли. Расплавленная магма, насыщенная газами, затекала в трещины, окруженные прочными и малопроницаемыми породами. Нарастающее огромное давление в трещине в конце концов взрывало ее, и алмазы вместе с другими минералами-спутниками (пиропом, оливином и другими), также закристаллизовавшимися при максимальном давлении, выбрасывались в момент взрыва с обломками пород и магматическим расплавом через образовавшиеся в земной коре отверстия — так называемые трубки взрыва. Застывшая после выброса на поверхность магма образовывала породу — кимберлит голубоватого или зеленоватого цвета. При изучении коренных алмазных месторождений, ученые пришли к выводу, что под действием воды, атмосферы и смены температур кимберлиты постепенно выветривались и разрушались, а измельченная масса переносилась водой в долины ручьев и рек, где в толще осадочных пород образовывались россыпи. Поэтому алмазы добывают не только из коренных месторождений, т.е. из кимберлитовых трубок, но и из россыпей, причем большая доля мировой добычи алмазов приходится на россыпи.

Алмазы в природе встречаются в виде отдельных кристаллов или в виде сросшихся кристалликов с хорошими

блестящими плоскостями, но чаще имеют матовую поверхность, иногда покрытую корочкой постороннего вещества. По величине кристаллы обычно мелкие, крупные встречаются редко. В необработанном виде алмазы особо не привлекают своим видом.

К ювелирным алмазам относят небольшое количество, 20—30 процентов от общего числа добываемых. Качество ювелирных алмазов должно соответствовать многим требованиям: при сортировке обращают внимание на его прозрачность, цвет, чистоту, всевозможные природные дефекты, наличие которых резко снижает ценность драгоценного камня.

В основном, добываемые алмазы являются техническими и не пригодными к огранке в бриллианты. Технические алмазы (борт, карбонадо) используют в промышленности для резцов, сверл, наконечников к приборам по определению твердости металлов, для обработки полупроводников, производства оптического инструмента, специальных приспособлений для резки стекла и керамики, производства хирургического инструмента, коронок для бурения в горной промышленности и т.д. Алмазы низкого сорта применяют для производства алмазных порошков, с помощью которых производят огранку, резку, шлифовку, полировку наиболее твердых материалов. Алмазный порошок и алмазную пыль используют для огранки и шлифовки алмазов в бриллианты.

Бриллиант представляет собой ограненный алмаз. Процесс огранки алмаза известен с древних времен. Она производилась вручную, при этом полировали поверхность алмаза, сохраняя его природную форму. Это очень длительный и трудоемкий процесс. Наиболее удачной и получившей распространение оказалась огранка бриллиантом (от французского слова brilliant — блестящий), изоб-

ретенная еще в XV веке. Огранка оказалась настолько успешной, что под словом «бриллиант» стали понимать уже не вид огранки, а сам алмаз, имеющий бриллиантовую огранку. Этот вид огранки используется и для других прозрачных драгоценных, полудрагоценных и искусственно выращенных кристаллов. Современной огранкой алмазу придают форму, которая не имеет ничего общего с его природной формой, хотя при этом бывают значительные потери веса драгоценного камня, достигающие до 50 процентов.

Огранка облагораживает алмаз, способствует выявлению его ценных эстетических свойств. В каждом ограненном алмазе можно различить специфичные для видов огранки элементы, сочетание которых придает алмазу ту или иную особенность. Бриллиантовая, т.е. круглая, полная, огранка является классической формой. Она имеет три ряда боковых граней (фасетов) и горизонтальную главную грань, обращенную к глазу наблюдателя, ее называют площадкой. Число боковых граней при этой огранке — 56. Боковые грани образуют вместе с площадкой верх бриллианта, который называют коронкой, и нижнюю конусную часть — павильон. Линию соединения верхней и нижней частей бриллианта называют рундистом — поясом. Это самая широкая часть камня, по которой его закрепляют в ювелирном изделии. По внешнему виду коронка напоминает усеченную пирамиду, боковая поверхность которой имеет трех- и четырехугольные грани. Нижняя часть бриллианта также имеет форму пирамиды, боковая поверхность пирамиды покрыта системой трех- и четырехугольных граней, но сильно вытянутой формы.

Бриллиант излучает только отраженный свет. Лучи света, упавшие на поверхность, частично отражаясь, проникают внутрь и дважды преломляются, т.е. дважды испытывают полное внутреннее отражение. Причем

преломление вызывает разложение луча белого света на цветные лучи спектра. Это явление называют дисперсией (светорассеянием). Если внешнее и внутреннее отражение лучей света придает бриллианту сильный сверкающий блеск, то дисперсия способствует появлению радужной окраски граней бриллианта, т.е. создает игру камня. Степень блеска и игры зависит не только от качества полировки поверхности бриллианта, но и в значительной мере от его геометрической формы. Грани бриллианта должны иметь такие углы наклона, чтобы наибольшее количество лучей света, упавших на бриллиант, претерпевало в нем полное внутреннее отражение.

Для того чтобы алмаз стал бриллиантом, т.е. для его огранки необходимо выбрать камень с наименьшим количеством внутренних пороков природного происхождения — полосок, точек, пятен, включений и др. Процесс изготовления бриллиантов состоит из нескольких операций. Сначала предназначенные для огранки ювелирные алмазы тщательно осматривают, чтобы решить, какой применять вид огранки — необходимо ли раскалывание, распиливание, или непосредственная обработка. Затем производят разметку кристалла путем нанесения линий, которые определяют плоскость разделения. Алмаз раскалывают лишь в тех случаях, когда форма кристалла при раскалывании может быть использована более эффективно, чем после распиливания. Чтобы придать будущему бриллианту нужную форму, производят обдирку (обточку) кристалла по рундисту на обдирочном станке. Затем алмаз подвергают наиболее ответственной операции — огранке. Огранку производят на ограночных станках с помощью шлифовальных дисков — алмазометаллических или чугунных, шаржированных алмазным порошком, который разводят на подсолнечном, оливковом или ре-

пейном масле. Высокое качество полировки граней достигается за счет хорошей подготовки поверхности шлифовальных дисков и применения алмазных порошков различной зернистости. Форма огранки и число граней имеют большое значение при оценке бриллианта.

По числу и форме граней бриллианты подразделяют на следующие группы: круглые семнадцатигранные; круглые тридцатитрехгранные; круглые пятидесятисемигранные; «маркиз» — пятидесятигранные; грушевидные пятидесятигранные; «изумруд» — пятидесятисемигранные; «багет» — трапециевидные двадцатипятигранные; «багет» — прямоугольные двадцатипятигранные; овальные пятидесятисемигранные; угловатые пятидесятисемигранные; квадратные двадцатипятигранные; треугольные с двумя срезанными углами тридцатиодногранные; треугольные с тремя срезанными углами тридцатисемигранные; шестиугольные тридцатисемигранные; восьмиугольные сорокадевятигранные.

Существует огранка алмаза сердцевидной и квадратной форм, называемая «принцессой», а также «розой», которую обычно применяют при использовании мелких и плоских алмазов. Свое название этот вид огранки получил из-за сходства ограненного алмаза с формой распустившейся цветочной почки розы. В России такую огранку не производят, но в ювелирных изделиях камни с такой огранкой получили большое распространение. Огранка «розой» представляет собой невысокий ограненный пирамидальной формы камень, имеющий снизу плоскую грань, а сверху рядами треугольные грани, сходящиеся в одну точку. «Розы» бывают голландской и амстердамской огранки. Голландские имеют от 18 до 24 треугольных боковых граней, амстердамские — от 6 до 12 граней. По форме «розы» могут быть круглыми, вытянутыми,

угловатыми, грушевидными, овальными и др. «Розы» ценят значительно ниже бриллиантов, так как они не имеют свойственных им блеска и красоты.

По весу (массе) бриллианты подразделяют на три группы: мелкие — до 0,29 карата, средние — от 0,30 до 0,99 и крупные («солитер») — 1 карат и более. Эти группы делят на подгруппы. Степень качества бриллианта зависит от количества, характера и местонахождения в нем дефектов. По степени природных дефектов бриллианты подразделяют, в зависимости от массы бриллианта, на восемь групп. В первой группе — бриллианты, не имеющие никаких дефектов; во второй — бриллианты, которые имеют не более одного дефекта в виде незначительной точки, расположенной не под площадкой; в третьей — бриллианты, имеющие не более двух дефектов в любой части в виде светлых, едва уловимых или незначительных точек и полосок, расположенных не под площадкой; бриллианты круглые с данной характеристикой дефектов относят ко второй группе; к четвертой группе относят бриллианты с дефектами в виде незначительных точек, полосок, легкого облачка в любой зоне рундиста; бриллианты круглые с данной характеристикой дефектов относят ко второй группе, а бриллианты до 0,29 карата — к третьей; к пятой группе относят бриллианты, имеющие не более пяти дефектов, в том числе не более трех небольших трещинок либо трех небольших облачков или пяти полосок, микрошвов, пузырьков и точек; бриллианты круглые с данной характеристикой дефектов относят к третьей группе, а бриллианты до 0,29 карата — к четвертой; шестая — бриллианты, имеющие не более семи дефектов, в том числе не более трех трещин или трех облачков или семи полосок, пузырьков и точек; бриллианты круглые с данной характеристикой дефектов относят к четвертой

группе, а бриллианты до 0,29 карата — к пятой; к седьмой группе относятся бриллианты, имеющие более семи дефектов, в том числе дефекты в виде одной значительной трещины, одного большого облака или большого включения графита, отражающиеся на гранях верха бриллианта и слабо видимые невооруженным глазом; бриллианты круглые с данной характеристикой дефектов относят к пятой группе, а бриллианты до 0,29 карата к шестой; к восьмой группе относят бриллианты с большими дефектами, расположенными в любой зоне и видимые невооруженным глазом, эти бриллианты должны сохранять игру в отдельных частях; бриллианты круглые с данной характеристикой дефектов относят к пятой группе, а бриллианты до 0,29 карата — к седьмой.

Лучшего качества считается бесцветный (чистый) бриллиант, без каких-либо дефектов, без каких-либо оттенков, называемый иногда бриллиантом чистой воды. Бриллианты бывают цветные, а также слабо окрашенные с различными цветными оттенками, которые называют нацветами. Цвет и нацвет бриллианта определяют при естественном свете в помещении, через окно которого не попадает прямой солнечный свет, с помощью согнутой полоски белой бумаги, в которую бриллиант вкладывают ребром, и его цвет сравнивают с цветом белой бумаги. При оценке бриллиантов учитывают также и качество их изготовления по геометрическим параметрам. В зависимости от геометрических параметров, бриллианты подразделяют на две группы — А и Б. Бриллианты этих групп содержат линейный и угловые параметры в пределах установленных номинальных размеров площадки, рундиста, углов наклона граней верха и низа бриллиантов и предельные отклонения. Круглые бриллианты групп А и Б изготавливают массой до 0,04 карата и до 0,05 карата.

Наличие у бриллиантов цветных природных оттенков, природных включений, а также дефектов производственного происхождения значительно снижает их стоимость. Дефекты в бриллианте определяют с помощью лупы 10-кратного увеличения.

Сапфир (от греч. «сапфеиро» — синий) является прозрачной разновидностью корунда. Он обладает теми же свойствами, но окраска его обусловлена примесями окислов титана и железа. Сапфир бывает различной окраски — от наиболее ценной, темно-синей бархатистой, до бледно-голубой, которая ценится значительно меньше. Большое значение в оценке сапфира имеет также наличие возможных внутренних включений и полосок: чем их больше, тем менее ценится камень.

Обычно сапфир имеет ступенчатую и круглую огранки. Применяют также шлифовку сапфира формой кабошона. Особенно красивы сапфиры при шлифовке кабошоном, имеющие в отраженном свете на синем фоне трехлучевые или шестилучевые звездочки с жемчужным отливом. Для мелких кристаллов сапфира применяют простую разновидность огранки — каре с восемью плоскими гранями.

При искусственном освещении сапфиры изменяют цвет, как и другие синие камни. Сапфиры, как и рубины, изготавливают синтетическим путем. Огранку им придают такую же, как и камням натуральным. Сапфир натуральный считается редким камнем, хотя и ценится дешевле рубина. Славятся сапфиры Бразилии, Шри-Ланки, Бирмы.

Рубин (от лат. «рубенс» — красный), или красный яхонт, представляет собой прозрачную разновидность минерала корунда. Рубин состоит из чистого кристаллического глинозема (окиси алюминия) с незначительным

количеством примесей окислов хрома и железа, которые окрашивают его в красный цвет. Не следует смешивать натуральный рубин с синтетическим. Сходны с рубином по внешнему виду некоторые натуральные камни, например, красный турмалин, альмандин, шпинель и некоторые другие. Однако эти камни отличаются от рубина по составу, свойствам, твердости и плотности. Натуральный рубин имеет плотность $3,9-4,2 \text{ г/см}^3$, твердость 9, по отражательной способности он уступает только бриллианту. Показатель преломления $1,76-1,77$.

Самыми ценными считают прозрачные рубины без природных включений, трещинок, а также других дефектов, густой окраски кроваво-красного цвета с легким фиолетовым оттенком, называемые восточными или «ориентальными» («голубиная кровь»). Рубины светло-красного цвета, которые называют «сангены», и светло-розовые ценятся менее. Мелкие рубины (до 1 карата) оцениваются наполовину меньше крупных, а рубины без дефектов ценятся на 30 процентов выше рубинов с небольшими дефектами.

Наиболее распространенной формой огранки рубина является ступенчатая, встречается также круглая форма и кабошоном — шлифовка камня в виде полушара сверху и плоская снизу, с овальным или круглым основанием. Кабошоном обычно ограничивают рубины с каким-либо недостатком. Форма и качество огранки имеют значение при оценке стоимости камня.

Изумруд (от греческого «смарагдос») — это прозрачная разновидность минерала берилла, в состав которого входят глинозем, окись бериллия, окислы хрома и ванадия, которые окрашивают минерал в зеленый цвет. Плотность изумруда $2,67-2,92 \text{ г/см}^3$, твердость $7,5-8$, показатель преломления $1,58$. Несмотря на то, что изумруд по

твёрдости значительно уступает алмазу, рубину и сапфиру, этот минерал высоко ценят за красивую зеленую окраску, которая по интенсивности бывает от густо-зеленого до светло-зеленого цвета. Особенно высоко ценят прозрачные, чистые изумруды густо-зеленого цвета без дефектов. Светло-зеленые считаются малоценными камнями. Дефектами изумрудов могут быть внутренние включения в виде точек, пузырьков, трещинок, а также дефекты огранки камня — сколы, царапины, потертости. Наличие различных дефектов резко снижает стоимость изумруда.

Большое значение в оценке изумруда имеют также форма и качество огранки. Обычно применяют ступенчатую огранку, которую называют изумрудной. При этом верхняя площадка камня и рундист могут быть четырехугольной, прямоугольной и восьмиугольной формы. Встречаются изумруды, шлифованные кабошоном. Такую форму придают камням с каким-либо недостатком. Изумруды подразделяют на мелкие — до 0,49 карата, средние — до 1 карата, крупные — до 10 и очень крупные — более 10 карат.

Основное месторождение изумрудов в России находится на Урале. Изумруды находят в Южной Африке, Бразилии, Колумбии, Бирме и других странах.

5.2. ПОЛУДРАГОЦЕННЫЕ КАМНИ

Это, в основном, прозрачные, бесцветные или цветные камни, окраска которых в зависимости от содержания в них примесей бывает разнообразной. Иногда цвет различен в одном и том же минерале, и поэтому камни носят различные названия. Различаются их внутреннее строение, химический состав, физические свойства.

К полудрагоценным камням относят шпинель, хризолит, аметист, аквамарин, берилл, хризоберилл, топаз, тур-

малин, циркон, гиацинт, хризопраз, альмандин, гранат, опал, лунный камень, бирюзу, коралл, горный хрусталь, кварц дымчатый и желтый, морион и др.

Шпинель — это прозрачный камень карминного, темно-розового, кроваво-красного, красновато-бурого, фиолетового и синих цветов. Самым ценным считается шпинель карминной и рубиновой окрасок без желтоватого оттенка. Шпинель состоит из глинозема и окиси магния, обладает высокой прозрачностью, сильным стеклянным жирноватым блеском. Твердость шпинеля 8–8,25, плотность 3,6 г/см³, показатель преломления 1,71–1,74. Некоторые разновидности шпинелей по окраске сходны с настоящими рубинами, но отличаются от них внутренним строением кристаллов. Шпинель розового и темно-розового цветов называют рубином-балэ, желтовато-красного или оранжевого — рубицелом, с красновато-фиолетовым оттенком — альмандиновой шпинелью. Под действием света шпинель постепенно теряет свой первоначальный цвет.

Хризолит — прозрачный минерал, от желтовато-зеленого до густо-зеленого цвета, с сильным стеклянным блеском. Наиболее высоко ценится хризолит густо-зеленой окраски. Хризолит является редким камнем. Он обладает двойным лучепреломлением, является разновидностью оливина, а по составу — силикатом магния и железа. Твердость хризолита 6,5–7, плотность 3,32–3,5 г/см³, показатель преломления 1,66. Апатит или берилл имеют такой же цвет. Их иногда принимают за хризоберилл. Эти камни обладают сильным блеском, а берилл по твердости (7,5–8) не уступает хризолиту.

Восточным хризолитом называют корунд оливкового цвета, который при освещении теряет свой первоначальный цвет и становится красновато-бурым.

Аквамарин — прозрачный камень бледно-голубого цвета, отчего и получил свое название (от лат. «аквамари-на» — морская вода). Является разновидностью берилла, по составу сходен с изумрудом, обладает стеклянным блеском. Твердость его 7,5—8, плотность 2,6—2,8 г/см³, показатель преломления 1,58.

Берилл представляет собой прозрачный минерал различных цветов: золотисто-желтого (золотистый берилл), зеленоватого (благородный берилл), вишнево-розового (воробьевит), бледно-розового (morganit). Твердость и другие показатели берилла такие же, как аквамарина.

Хризоберилл — прозрачный камень зеленого, золотисто-зеленого, желтого или золотистого цвета с переливами. Бывают хризобериллы и бесцветными. Особенно ценными являются хризобериллы темно-зеленого цвета, называемые александритом. Это очень редкий камень, который при искусственном освещении теряет зеленую окраску и приобретает фиолетово-малиновый цвет, а днем, при сильном солнечном освещении, — синевато-зеленый цвет с фиолетовыми оттенками. Под названием «александрит» известен синтетический корунд, имеющий травянисто-зеленую окраску, переходящую при искусственном освещении в розовую с фиолетовыми оттенками. Твердость хризоберилла 8,5, плотность 3,6—3,8 г/см³, показатель преломления 1,76.

Аметист представляет собой прозрачный минерал от светло-фиолетового до густо-фиолетового цвета с красноватым оттенком и стеклянным блеском. Является разновидностью кварца. Встречаются аметисты зеленовато-синего и черно-фиолетового цветов. Особенно ценятся густо-фиолетовые аметисты, меньше — слабоокрашенные. Равномерно окрашенные кристаллы редки, окраска чаще всего усиливается к вершине кристал-

ла. Уральские аметисты считаются лучшими. При искусственном освещении они не теряют окраски, сохраняют блеск и красоту. Аметисты других месторождений при вечернем освещении приобретают сероватый оттенок. Твердость аметиста 7, плотность $2,6 \text{ г/см}^3$, показатель преломления 1,56.

Топаз — прозрачный минерал, обычно густо-оранжевого, винно-желтого и соломенно-желтого цветов. Встречаются топазы светло-синего, синевато-зеленого, бледно-зеленого, розового, различных оттенков фиолетового цвета и бесцветные. Лучшим считается топаз винно-желтого цвета и желтоватого с красноватым оттенком. Состоит топаз из кремнезема, глинозема и фтора. Твердость 8, плотность $3,5 \text{ г/см}^3$, показатель преломления 1,62. Не следует смешивать топаз-«тяжеловес» с часто встречающимся в ювелирных изделиях камнем желтого или дымчатого цвета, представляющим собой разновидность кварца, который в обиходе неправильно называют золотистым топазом (кварц желтого цвета) и дымчатым топазом (кварц дымчатого цвета). Топаз-«тяжеловес» отличается от кварца желтого и дымчатого как по составу, так и по твердости. Твердость кварца 7, топаз значительно тяжелее кварца.

Топаз светло-синего и синевато-зеленого цветов иногда принимают за аквамарин, а бледно-зеленого цвета — за изумруд. Отличительными признаками могут служить твердость и плотность, которые у топаза выше, чем у аквамарина, кварца и изумруда.

Турмалин — прозрачный минерал сложного и разнообразного химического состава (бороалюмосиликат). Цвет турмалина бывает карминно-красным, темно-малиновым и светло-розовым. Встречаются турмалины изумрудно-зеленые, желтые, зелено-желтые, сине-зеленые, синие,

фиолетовые, коричневые, черные, бесцветные. Лучшим считается турмалин малинового цвета. Турмалины карминно-красного цвета иногда называют рубелитом и сибиритом, синего — индиголитом, коричневого — агнитом, черного — шерлом, бесцветный — ахронтом. Твердость турмалина 7–7,5, плотность 2,9–3,2 г/см³, показатель преломления 1,63. Турмалин — довольно хрупкий камень.

Циркон представляет собой прозрачный камень красновато-бурого, буровато-желтого, зеленовато-желтого и бурого цветов, состоящий из кремнезема с окисью циркония. Твердость циркона 7–8, плотность 3,9–4,2 г/см³, показатель преломления 1,78–1,81.

Гранат — является одним из самых распространенных камней в ювелирных украшениях. Гранат кроваво-красного цвета применяют в качестве ювелирных вставок, для изготовления бус и других изделий. Гранат может быть и изумрудно-зеленого цвета, такой камень называют уваровитом. Твердость его равна 8, т.е. выше твердости других разновидностей граната. Гранат коричневого цвета называют эссонитом, буровато-красного или красновато-бурого — румяновитом, яблочно-зеленого —grossуляром, черного цвета с сильным стеклянным блеском — меланитом, черновато-бурого — перенеитом, желто-бурого — ротофитом, ярко-желтого — топазолитом, или сукцинитом, желтовато-бурого со смоляным блеском — колофонитом.

Гиацинт является разновидностью циркона и представляет собой прозрачный блестящий камень малиново-оранжевого, красновато-оранжевого, желто-оранжевого и коричневого цветов. Встречаются также зеленоватый, фиолетовый и бесцветный гиацинты. Бесцветный гиацинт можно получить искусственно, прокаливанием минера-

ла. Твердость гиацинта 7—8, плотность $4,7 \text{ г/см}^3$, показатель преломления 1,92—1,97.

Хризопраз имеет яблочно-зеленый цвет и представляет собой мутно-прозрачный минерал — халцедон. Твердость хризопраза 7, плотность $2,57 \text{ г/см}^3$, показатель преломления 2,53. Со временем хризопраз под действием света постепенно теряет цвет. Однако окраска восстанавливается, если поместить камень во влажную среду.

Альмандин — камень малинового, синевато-красного, вишнево-красного, красновато-коричневого и буровато-красного цветов. Он является разновидностью минерала граната с сильным стеклянным блеском, близким к жирному. В древности альмандин называли карбункулом. Некоторые виды альмандин по окраске бывают сходны со шпинелью и даже с рубином. Твердость альмандин 6,5—7,5, плотность $3,9\text{--}4,2 \text{ г/см}^3$, показатель преломления 1,78—1,81.

Опал — полупрозрачный, ирризирующий камень аморфной структуры, состоящий из кремнезема с незначительными примесями окиси железа, глинозема, извести. Опал содержит от 1 до 15 процентов воды. Это хрупкий камень. Твердость опала 5,5—6, плотность $2\text{--}2,2 \text{ г/см}^3$, показатель преломления 1,44—1,46. Белый или молочно-белый опал с сильным блеском, отливом и с радужной игрой всевозможных цветов называют благородным; желтоватого цвета — золотистым. Встречаются опалы цвета столярного клея, которые при погружении в стакан с водой приобретают игру молочно-белого опала. Этот опал называется гидрофаном, или водяным. Имеются и другие разновидности опала — огненный или восковой, красновато-медный и беловато-красный, имеющий игру благородного опала, а также опалы зеленого, синего, фиолетового, розового и черного цветов.

Лунный камень, или одуляр, имеет прозрачно-молочный цвет с перламутровым отливом и является разновидностью полевого шпата. Твердость лунного камня 6, плотность $2,53-2,58 \text{ г/см}^3$, показатель преломления 1,53. Для вставок в ювелирные изделия его обычно шлифуют формой кабошон.

Бирюза (от персидского «фирюза» — камень счастья) — это непрозрачный минерал аморфной структуры небесно-голубого цвета. Встречается бирюза зеленовато-голубоватая и голубая и с пятнистой окраской красновато-бурого цвета сложного витиеватого рисунка. По химическому составу бирюза представляет собой водный фосфат со следами меди. Твердость бирюзы 5–6, плотность $2,6-2,83 \text{ г/см}^3$. Отличается хрупкостью. При длительной носке бирюза под влиянием пота и жира теряет первоначальные качества и цвет. Применяют ее во всех видах ювелирных изделий и гранят кабошоном.

Горный хрусталь — стекловидный минерал, представляющий собой кристаллическую разновидность кварца. Стекловидный кварц бывает прозрачным и бесцветным, дымчатым, желтым, фиолетовым и черным. Горным хрусталем принято называть совершенно прозрачный и бесцветный стекловидный камень. По сравнению с другими камнями или стеклом горный хрусталь на ощупь холодный. В древности его считали окаменевшим льдом. По химическому составу горный хрусталь является кремнеземом. Твердость его 7, плотность $2,65 \text{ г/см}^3$, показатель преломления 1,55. Это один из самых распространенных и недорогих камней. Его применяют для вставок в ювелирные изделия, граненых бус, а также в качестве поделочного материала для изготовления различных художественно-декоративных изделий.

Дымчатый и желтый кварцы являются разновидностями горного хрусталя. Дымчатый кварц имеет дымчатый цвет благодаря примесям битуминозных составов. Иногда дымчатый кварц называют раухтопазом. Окраска его бывает неравномерной, от светлого до темно-бурого и дымчато-коричневого цветов. Используют раухтопаз для тех же изделий, что и горный хрусталь.

Желтый кварц — камень желтого цвета, иногда с буроватым оттенком. Его можно получить искусственно, путем слабого обжига дымчатого кварца. Применяют желтый кварц для изготовления ювелирных изделий и граненых бус.

Морион — это разновидность дымчатого кварца, практически совершенно черного цвета. Его используют для вставок в ювелирные изделия как в гладкополированном виде квадратной и прямоугольной форм, так и в виде гемм.

Кварц-«волосатик» является разновидностью горного хрусталя, с выросшими тончайшими кристаллами рутила, шерла и других минералов. Он был очень популярен в России в XVIII веке. Тогда его называли моховым хрусталем и «волосатиком». В Западной Европе он был известен как камень с волосом Венеры. В кварце-«волосатике» рутил присутствует в виде тонких длинных золотистых игл и пучков, которые при ярком солнечном освещении сверкают и искрятся, создавая необычный эффект. Используется кварц-«волосатик» для вставок в кольца, броши, кулоны и другие изделия.

5.3. ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ

Поделочные камни представляют собой цветные полупросвечивающиеся или непрозрачные минералы разнообразных цветов и оттенков, неповторимых рисунков, созданных природой. Они являются прекрасным материалом

для изготовления художественных, декоративных и бытовых камнерезных изделий — чаш, ваз, ларцов, шкатулок, письменных приборов и др. Некоторые из этих камней используются для изготовления вставок и бус.

Подразделяются поделочные камни на твердые (твердость 5,5–7), средней твердости (твердость 3–4) и мягкие (твердость 1,5–2,5). Мягкие камни легко поддаются обработке на токарном станке, стамеской и другими несложными инструментами, поэтому из них изготавливают преимущественно скульптуру малых форм и другие небольшие предметы.

К твердым поделочным камням относят: халцедон, сердолик, моховик, агат, онис, кошачий глаз, яшму, авантюрин, орлец, лазурит, амазонит, пирит, обсидиан, чароит и др.

Халцедон (старое русское название — перелифт) представляет собой одно из плотных видоизменений мутно-прозрачного и просвечивающего кварца. Цвет халцедона серовато-голубой, серовато-фиолетовый и серый, часто со светлыми разводами. Существует много разновидностей халцедона: однотонные без всякой видимой рисунчатости, одноцветные и с рисунками разных цветов. Халцедон используют в шлифованном виде для ювелирных и художественных декоративных изделий. Твердость его 6,5–7, плотность 2,5–2,8 г/см³.

Сердолик является разновидностью халцедона красного или оранжевого цвета. Иногда бывает очень трудно отличить буро-красного цвета сердолик, имеющий заметно выраженные полосы, от агата. Лучшего достоинства считается сердолик темно-красного цвета и почти совершенной прозрачности. Густота окраски и яркость цвета могут быть приданы сердолику путем его некоторого прокаливания перед шлифовкой в герме-

тично закрытых сосудах. Сердолик применяют для изготовления вставок в ювелирные изделия, а также как поделочный материал для художественных декоративных изделий и мозаичных наборов, которыми украшают изделия.

Моховик — это бесцветная или зеленоватая полупрозрачная разновидность халцедона. Он содержит включения листообразных чешуек какого-либо минерала, по внешнему виду напоминающих мох или ветвистые растения. Иногда его называют дендритом. Используется моховик для изготовления вставок в броши, кольца, браслеты и другие ювелирные изделия. Используют его также для изготовления художественных изделий — вазочек, лоточков и др.

Агат — многоцветно-рисунчатая разновидность халцедона слоистого строения. Агаты бывают самых причудливых узоров, цветов и оттенков. Лучшими считаются агаты розового цвета с изумрудно-зеленоватыми жилками. Агат природной пестроцветной красивой расцветки встречается редко. Добываемый агат состоит преимущественно из слоев с различными волокнами однообразного серого цвета. Для придания агату декоративности, в его структуру вводят окрашивающие растворы. Искусство окрашивания агата было известно еще в древности. В России мастера-гранильщики запекали камни в тесте, густо пропитанном медом, в результате обугливания сахара (меда) камни приобретали оранжевый цвет. Созданы самые разнообразные рецептуры окраски агата в синий, оранжевый, красный, медово-красный (под сердолик), зеленый (под хризопраз), розовый, коричневый и черный цвета. Агат — твердый, плотный, твердоволокнистого строения камень, поэтому его трудно обрабатывать. Используют агат для изготовления вставок в ювелирные

изделия, бус, ваз, ларцов, шкатулок и других предметов, а также для мозаичных наборов.

Оникс — является разновидностью многоцветного слоистого агата. В нем слои розового цвета перемежаются с белыми, а белые с черными. Это был любимый камень древних греков и римлян, его использовали для вырезания камей и амулетов. Самыми лучшими считались черные камни с белой полоской посередине. Применяли оникс и для изготовления ваз, сосудов и других предметов. Оникс, как и другие разновидности агата, в шлифованном виде используют для вставок в ювелирные изделия и для изготовления художественных камнерезных изделий. Ониксом принято называть также особые сорта мягкого лучистого шпата, твердость которого 3, плотность 2,6–2,8 г/см³. Это прозрачный и полупрозрачный минерал с полосами светло-зеленого, зеленовато-желтого, серого цветов или с перемежающимися полупрозрачными молочно-белыми, желтоватыми и сероватыми полосами.

Некоторые разновидности оникса называют мраморным ониксом. Красивый тон мраморного оникса достигается мастерами-гранильщиками путем нагревания камня в воде. Мраморный оникс используют для изготовления письменных приборов, ваз, туалетных приборов, чашечек, рюмок, бокалов и других предметов под, настольные лампы, а также для декоративных работ.

Кошачий глаз — камень зеленовато-серого, желто-бурого цвета или цвета рога, с переливами. Является разновидностью агата. Отшлифованный кабошоном камень дает оттенки и игру подобно глазам кошки, отсюда и его название. Хорошей шлифовки считается камень, в котором отлив располагается узкой прямой полоской. Кошачьим глазом называют также полупрозрачный

кристаллический кварц желтой, желто-зеленой и красно-бурой окрасок, с тонкими нитями асбеста. Под этим же названием известны полупрозрачные разновидности минерала хризоберилла и корунда с желтоватым и буровато-зеленым оттенком, которые шлифуют кабошонами. Кошачий глаз из корунда, отшлифованный кабошоном, имеет светлый оттенок на камне, расположенный в одном направлении. Кошачий глаз применяют для изготовления бус и вставок в ювелирные и декоративно-художественные изделия.

Яшма — это кварц скрытокристаллического строения с содержанием окислов железа и, нередко, примесей полевых шпатов. Яшма содержит не менее 80 процентов кремнезема. Твердость яшмы 7, плотность 2,7–2,8 г/см³.

Очень разнообразна окраска яшмы. Она может быть сплошной, пестроцветной, полосатой с мягкими и резкими переходами от одного цвета к другому, причем самых различных цветов — серо-зеленого, кирпично-красного, зелено-желтого, сине-зеленого, голубовато-зеленого, бурого, черного, снежно-белого, оранжевого, серо-синего, серо-фиолетового, с малозаметными или мелкими и тонкими разных цветов и оттенков прожилками и полосами. Некоторые виды яшм по их окраске можно принять за агат и, наоборот, агат можно принять за яшму.

Яшма является распространенным и недорогим камнем. Из нее изготавливают вставки для колец, серег, брошей, запонок, браслетов, вазы, ларцы, письменные приборы, различные художественно-декоративные изделия. В больших количествах яшму используют как облицовочный декоративный материал для панелей, колонн, светильников и т.д.

Авантюрин — непрочный камень, являющийся разновидностью мелкозернистого кварца. Цвет авантюрина

красновато-бурый и желто-бурый, с искрящимися золотистыми чешуйками и точечками благодаря наличию в минерале вкраплений слюды. Твердость авантюрина такая же, как яшмы. Применяют авантюрин для изготовления вставок в кольца, броши, запонки, бус и других ювелирных изделий, а также для декоративно-художественных изделий.

Орлец, или **родонит** — непрозрачный камень, но при незначительной толщине слегка просвечивает по краям. Состоит из соединений марганца с кремнеземом, имеет стеклянный блеск. Цвет родонита малиновый и розовый с различными оттенками, с черными и бурыми ветвистобразными прожилками. Твердость его 5,5—6,5, плотность 3,4—3,7 г/см³. Используют камень для вставок в броши, запонки, пудреницы, другие ювелирные изделия, для изготовления ваз, шкатулок, пепельниц и т.п. Орлец хорошо сочетается с металлической оправой.

Нефрит — просвечивающийся вязкий камень, обычно серо-зеленого цвета с жирным блеском. Встречается нефрит молочного цвета и ярко-зеленых и темно-зеленых оттенков. Твердость его 5,5—6,5, плотность 2,96—3,01 г/см³. Очень прочный камень (в два раза прочнее стали). Из нефрита изготавливают различные художественно-декоративные и бытовые изделия — вазочки, фигурки, чашки, туалетные приборы и т.д. Нефрит всегда пользуется спросом.

Жадит сходен с нефритом по внешнему виду, маслянистому блеску и окраске, имеет большую, чем нефрит, твердость (6,5—7), плотность (3—3,5 г/см³) и отличается от него по составу. Нефрит является соединением кремнезема и магния, а жадит — соединением кремнезема и натрия. Внешне также сходны с нефритом некоторые сорта минерала серпентина.

Лазурит — непрозрачный камень, состоящий из кремнезема, глинозема, извести и окислов металлов. Твердость лазурита 5,5–6, плотность 2,38–2,42 г/см³, хрупкий камень. Лазурит бывает густо-синего, синего, светло-синего и зеленовато-синего цветов, а также однородной окраски и с переплетающимися узорами сизых или белых пятен, с прожилками и многочисленными точками включений колчедана — минерала, который представляет собой сернистые соединения металлов. Лучшим считается темно-синий или синий лазурит. При электрическом освещении лазурит теряет яркость, которую он имеет при солнечном свете, и становится темным, мрачным. Камень используется для вставок в кольца, серьги, броши, запонки и пудреницы, для изготовления бус и художественно-декоративных изделий.

Амазонит — является разновидностью калиевого полевого шпата. Это непрозрачный камень жилкообразных и петельчатых вrostков белого натриевого полевого шпата альбита — наиболее распространенного породообразующего минерала. При нагревании до температуры 300–500 градусов зеленый цвет камня исчезает. Твердость амазонита 6–6,5, плотность 2,55 г/см³. Применяют амазонит для изготовления вставок в броши, кольца, серьги, деталей для браслетов, колье, кулонов, а также для изготовления ваз, пепельниц и т.д.

Пирит — очень распространенный минерал: серный или железный колчедан. Его твердость 6–6,5, плотность 4,9–5,2 г/см³. В значительных количествах встречается на Урале. Камень хорошо обрабатывается, его полировка от времени не тускнеет. Цвет пирита золотисто-желтый, блеск сильный, металлический. Используется для вставок в ювелирные изделия и как материал для сувениров.

Обсидиан представляет собой стекловидную темную горную породу вулканического происхождения (вулканическое стекло). Окраска обсидиана может быть черной, коричневой, серебристо-ирризирующей, рисунчато-красной с характерной пятнистостью или полосатостью, создающей различные оттенки черного, коричневого, серого или оранжевого цвета. Твердость камня 5, он хорошо полируется. Используется для изготовления ювелирных вставок, а также разнообразных декоративно-художественных изделий.

Чароит — открыт недавно, в районе среднего течения реки Чары (откуда и произошло его название), на стыке Иркутской, Читинской областей и Якутии. Этот минерал имеет не совсем обычную окраску — от коричневого и нежно-сиреневого цвета до густо-искрящегося фиолетового. При полировке на нем выявляется красивый узор из тонких сливающихся друг с другом струй различных сиреневых и фиолетовых оттенков. Твердость 5–5,5, плотность 2,54–2,68 г/см³. Камень характеризуется довольно высокой прочностью и вязкостью. Чароит стал одним из популярных ювелирных камней. Из него изготавливают броши, декоративные панно, шкатулки, вставки для колец и т.д.

Поделочные камни средней твердости

К ним относят малахит, серпентин (змеевик), флюорит (плавиковый шпат), ангидрит и др.

Малахит — непрозрачный минерал, содержащий до 57 процентов меди, благодаря чему имеет зеленый цвет разной интенсивности и оттенков. Слоистое строение с чередованием темных и светлых зеленых цветов создает красивый рисунок. По рисунку различают малахит радиально-лучистый и ленточно-струистый. Твердость

малахита 3,5—4, плотность 3,9—4 г/см³, хрупкий камень имеет шелковистый излом. Малахит используют для различных вставок в броши, запонки и другие ювелирные изделия. Крупные изделия (шкатулки, коробочки и др.) изготавливают не из целых кусков малахита, а путем наклеивания пластин из малахита на поверхность этих изделий, сделанных из сравнительно недорогого камня. Изделия из малахита пользуются большим спросом.

Серпентин (змеевик) называют также офитом. Минерал скрытокристаллического или аморфного строения со слабым, маслянистым блеском, обычно темно-зеленый, испещренный крапинками и прожилками бурого и черного цветов, напоминающий по окраске змеиную кожу; встречается серпентин белого цвета с зеленоватым оттенком, желтовато-зеленого и чистозеленого цветов, просвечивающийся по краям, что придает ему внешнее сходство с нефритом. Твердость серпентина 3—4, плотность 2,5—2,7 г/см³. Используют его для изготовления декоративных художественных изделий.

Флюорит (плавиковый шпат) — полупрозрачный минерал фиолетового и желтого цветов различных оттенков. Встречается флюорит зеленого, синего, розового цветов, а также бесцветный. По химическому составу флюорит представляет собой фтористый кальций. Твердость флюорита 4. Из него изготавливают различные художественные декоративные изделия.

Ангидрит — плотный, мелкозернистый минерал белого или голубовато-белого цвета, иногда с синеватым, бледно-фиолетовым или красноватым оттенком. По химическому составу это безводный серно-кислый кальций. Твердость ангидрита 3—3,5, плотность 2,8—3 г/см³. Используют его для изготовления декоративных художественных изделий.

Мягкие поделочные камни

К поделочным камням относят гипс и селенит. Они очень хорошо обрабатываются режущим инструментом.

Гипс поделочный (гипсовый камень) — полупрозрачный минерал мелкокристаллической структуры, разнообразной окраски — от чисто белой, желтовато-белой, зеленоватой с золотистыми или голубоватыми прожилками до темно-серой пятнистой. Внешне поделочный гипс схож с мрамором, но уступает ему в твердости (твердость поделочного гипса 2). Плотность гипса $2,3 \text{ г/см}^3$, он растворяется в серной кислоте. Используют поделочный гипс для изготовления скульптуры малых форм, художественных декоративных и бытовых изделий.

Селенит — прозрачный бесцветный, светло-желтый или белый минерал, по блеску напоминающий слюду. Представляет собой разновидность кристаллического гипса. Твердость селенита 1,2–2, плотность $2,3 \text{ г/см}^3$. Применяют для изготовления подсвечников, фигурок, пепельниц, письменных приборов и других художественных изделий.

5.4. ДРАГОЦЕННЫЕ КАМНИ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

К этой группе камней относят жемчуг, коралл, янтарь, перламутр.

Жемчуг в качестве украшения применяют с древних времен. Он состоит преимущественно из углекислого кальция (аргонита) с примесью небольшого количества органических веществ. Плотность его $2,6\text{--}2,8 \text{ г/см}^3$, твердость 3,5–4,5.

Образуется жемчуг в двустворчатых раковинах некоторых моллюсков, которые живут главным образом в Индийском и Тихом океанах, Красном море, Персидском заливе, Атлантическом океане и у берегов Центральной Америки. Мелкие песчинки, а иногда некоторые паразиты, омертвевшая часть самого моллюска, попадая во внутреннюю полость между мантией и раковиной, раздражают ткань моллюска и этим вызывают отложение концентрированных слоев перламутра, образующих жемчужину. Жемчуг диаметром 8—10 мм вырастает за 30 с лишним лет. Часто в одной раковине находится от одной до трех жемчужин различной формы, однако встречается такое довольно редко. Нырять за раковинами трудно и опасно. Это делают только выносливые и хорошо тренированные ловцы.

Жемчуг добывают также в пресных водоемах из речных моллюсков-перловиц. Это речной мелкий жемчуг, называемый кафимским (от старого русского названия мелкого жемчуга «кафимское зерно»). Лучшим, и более ценным по происхождению, считается морской восточный, так называемый ориентальный жемчуг. По сравнению с пресноводным жемчугом, он обычно имеет более правильную форму зерна и мягкий блеск с красивыми радужными переливами. Жемчуг бывает белого, розового, голубого, стального, желтого, коричневого, черного цветов с различными оттенками. Черный по цене приравнивается к белому и розовому. Зерна жемчуга могут быть круглой, овальной, грушевидной, плоской и различной неправильной формы. Наиболее ценным по форме считается совершенно круглый и блестящий жемчуг белого и розового цветов. Белый жемчуг ценится несколько ниже. Менее ценны жемчужины с природными недостатками, в виде пор, вмятин, бугорков и других дефектов, нарушающих форму и блеск жемчуга, а также с дефектами

в виде царапин или пятен, которые образуются при повреждении поверхности зерна. Чем крупнее зерно (в каратах), тем выше его стоимость.

Так как в состав жемчуга входит органическое вещество, то он сравнительно непрочен, со временем высыхает, теряет блеск и красоту, но блеск можно восстановить действием слабых кислот. Хранить нужно жемчуг в сухом помещении. В зависимости от назначения, жемчужное зерно той или иной формы обрабатывают: просверливают одно несквозное отверстие, распиливают для использования как вставку в ювелирное изделие или просверливают сквозное отверстие для нанизывания на нитку. Тусклый, без блеска и световой игры жемчуг не пригоден для украшений.

Кроме природного, существует искусственно выращенный морской жемчуг. Искусственный жемчуг впервые стал выращиваться с 1896 года в Японии. Для этого в мантию некоторых видов молодых моллюсков вводят шарики из перламутра и в особых садках опускают в морскую воду. За 5—8 лет моллюск обволакивает шарик радужными слоями небольшой толщины — жемчугом. Через определенный срок из раковин извлекают искусственно выращенный (культивированный) жемчуг. От натурального он отличается тем, что его перламутровое ядро видно при просвечивании ярким светом, а радужный слой значительно тоньше.

Коралл — представляет собой известковую массу скелета беспозвоночных морских животных — полипов, по внешнему виду сходных с растениями. Твердость 3,5—4, плотность 2,6—2,7 г/см³. Коралл бывает красного, розового, розово-белого и белого цветов. Он является ценным материалом для изготовления бус, ожерелий, камней к брошам, серьгам, кольцам и вставок в ювелирные изделия.

Янтарь — это смола древнейших хвойных деревьев, когда-то существовавших на Земле. Смола, стекавшая с деревьев, скапливалась в почве и постепенно, в течение миллионов лет, уплотнялась позднейшими отложениями земной поверхности, под давлением которых превращалась в камень. В составе янтаря имеются 79 процентов углерода, 10 процентов водорода, 10,5 процента кислорода и небольшое количество серы и золы. Янтарь встречается в виде всевозможных по величине кусков и галек, покрытых темно-бурой коркой. Куски янтаря бывают различной формы — грушевидной, слоистых накоплений, в виде сталактитов и неопределенных форм. В зависимости от химического состава, некоторых особенностей и свойств янтарь может быть светло-желтым, прозрачным, винно-желтым, красно-коричневым от слабой до густой окраски, полупрозрачным с отдельными мутноватыми местами и облачно-мутными.

Это очень легкий материал аморфного стекловидного строения, плотность 1,05–1,09 г/см³. Твердость его 2–2,5, иногда 3. Янтарь очень хрупок, хорошо режется ножом и пилится, прекрасно полируется. При слабом трении он приобретает отрицательный электрический заряд, при сильном трении и нагреве издает приятный запах. Янтарь горюч — горит коптящим пламенем. Добывают янтарь в Прибалтике (более 70 процентов мировой добычи). Для изготовления изделий широкого потребления (бус, брошей, мундштуков, серег, браслетов и др.) применяют не только естественный янтарь, но и прессованный, который получают в результате спрессовывания, под давлением до 3000 кгс/см², разогретых мелких зерен и осколков мелкого янтаря. Цвет прессованного янтаря зависит от исходного материала или введенного красителя. Степень замутненности у такого янтаря несколько большая, чем у

естественного. Различить изделия из естественного и прессованного янтаря может только специалист.

Янтарь применяют не только при изготовлении ювелирных изделий из цветных металлов и серебра, но и в ювелирных украшениях из золота.

Перламутр — представляет собой слой морских и речных раковин моллюсков, преимущественно двустворчатых. Состоит из углекислого кальция и небольшого количества органических веществ. После соответствующей обработки приобретает красивый радужный вид, благодаря чему является прекрасным поделочным материалом для изготовления вставок к ювелирным изделиям: брошам, серьгам, запонкам, браслетам и т.д. Применяют перламутр и для отделки и инкрустирования всевозможных изделий — шкатулок, ларцов, сигаретниц и др. Под действием солнца перламутр становится хрупким, а его блеск постепенно исчезает.

5.5. СИНТЕТИЧЕСКИЕ ЮВЕЛИРНЫЕ КАМНИ

В производстве ювелирных изделий, наряду с природными камнями, применяют кристаллы, созданные искусственным путем. Некоторые из них называют синтетическими.

Синтетические кристаллы корунда получают кристаллизацией порошка окиси алюминия в кристаллизационных аппаратах путем расплавления шихты в водородно-кислородном пламени. В процессе кристаллизации для окрашивания корунда добавляют окислы различных металлов. При добавлении окиси хрома получается красный цвет (рубин), при добавлении окиси железа и

окси титана — синий (сапфир), при добавлении окиси ванадия — синевато-зеленый с фиолетово-малиновым оттенком (александрит) и т.д. По составу и свойствам искусственно созданный корунд сходен с природным, а камни из него близки к натуральным. Твердость искусственно созданного корунда 9, плотность 4 г/см^3 , показатель преломления 1,8. Отличается он исключительно равномерной и чистой окраской, отсутствием включений и трещинок, а иногда и наличием мелких газовых пузырьков или дугообразных линий, чего нет у природных камней.

Синтетический изумруд обладает характерными признаками и свойствами природного самоцвета. Исходным материалом для синтеза изумруда являются растворы солей (алюминия, бериллия, хлора и др.) в воде. Эти растворы вливают в автоклав. В результате воздействия давления до 150 атмосфер и высокой температуры происходит процесс синтеза кристаллов берилла зеленого или густо-зеленого цвета, в зависимости от исходного состава введенных в автоклав растворов солей. По своим свойствам и составу синтетический изумруд аналогичен природному. Твердость его 7,5–8, плотность $2,7 \text{ г/см}^3$, но в этом изумруде нет внутренних включений, которые имеются в природном.

Фианит — создан Физическим институтом Академии наук СССР и свое имя получил от первых четырех начальных букв названия института. Кристаллы фианита выращивают различными способами, отличными от методов выращивания корунда. Фианит получают путем кристаллизации в холодном металлическом контейнере высокочастотным нагревом расплава при температуре 2800 градусов. Исходным материалом для фианита является окись циркония и гафния, а также стабилизирующая примесь окиси иттрия. Скорость роста кристаллов (до 250 г)

составляет 8–10 мм/час. Для придания цвета в расплав добавляют окислы редкоземельных и переходных металлов.

Введение небольшого количества разнообразных примесей при кристаллизации фианита придает кристаллам различные цвета, что позволяет имитировать природные прозрачные камни, такие как аметист, топаз и другие, а также создавать оригинальные по окраске камни. Фианит является монокристаллом, который создан на основе высокотемпературных окислов. Твердость его 7,5–8, плотность 6,5–10 г/см³, показатель преломления 2,1–2,2. Высокий показатель преломления, близкий к показателю преломления бриллианта (2,42), и высокая твердость кристалла придают ему износостойчивость, благодаря чему он в течение длительного времени сохраняет первоначальный блеск ограненного камня.

Гранатит создан Институтом кристаллографии Академии наук СССР. Обладает структурой граната, откуда и его название. За рубежом этот камень называют ИАГ — иттрий-алюминиевый гранат. Кристаллы гранатита выращивают в электрических печах в плоском тигле (контейнере) при температуре 1930 градусов, методом направленной кристаллизации расплавов. Исходным материалом для расплавов гранатита служит смесь окиси иттрия и алюминия; время синтеза четверо суток. Для придания цвета в расплав, так же, как при создании фианита, добавляют окислы редкоземельных и переходных металлов. При добавлении в расплав гранатита окиси хрома получают зеленый цвет; добавляя гольмий, получают желтый цвет; при добавлении неодима — сиреневый, циркония — красный, кобальта — голубой, при добавления эрбия — розовый.

Гранатит имеет плотность 4,56 г/см³, твердость и показатель преломления свидетельствуют о высоких достоинствах этого камня.

Искусственным путем получают и другие ювелирные камни, например, шпинель, фабулит и др. Искусственные камни получают в больших количествах и применяют при изготовлении ювелирных украшений из серебра и золота.

5.6. ЗАКРЕПЛЕНИЕ КАМНЕЙ В ИЗДЕЛИЯХ

Различают несколько способов закрепления камней в изделии: закрепки крапановые, гризантные, гладкие, корнеровые, штрихами и некоторые другие.

Место, в которое крепится камень, называется кастом (оправой). Каст должен прочно и длительно удерживать камень, подчеркивать его красоту, служить связующим звеном между металлической частью изделия и камнем. Из основных видов закрепок наиболее распространенной является закрепка крапанами. Крапана напоминают лапки, концы которых заггибаются и со всех сторон охватывают камень.

При гризантной закрежке верхняя часть каста плотно обжимается и ободок металла вокруг камня отделяется мелкой насечкой, называемой гризантом.

При гладкой закрежке камень крепят в каст и без каста в высверленном гнезде. Края каста или гнезда заполировывают гладилом, и камень прочно удерживается в изделии.

При корнеровой закрежке в шинке (ободке) кольца вынимают металл или высверливают гнездо, по краю которого специальным резцом надвигают стружку металла к закрепляемому камню и затем накатывают из этой стружки корнера, которые и закрепляют камень в касте.

Штриховую закрепку выполняют в кольцах и других ювелирных украшениях. Этот вид закрепки осуществляют путем поднятия из тела оправы, с помощью резца, тонкой стружки, которая и удерживает в касте камень.

Вставки из недорогих камней и граненых стекол закрепляют также и клеем.

После закрепления камней в оправе проверяют надежность их крепления, а затем изделия еще раз полируют на круге из шерсти.

Часть II. ПРОИЗВОДСТВО ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Глава 6. СПОСОБЫ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

Существует множество различных ручных и механических способов художественной обработки металлов. Одни способы являются очень древними, но не потерявшими своей ценности и в наши дни, например, гравирование, дифовка, литье, филигрань и т.п. Они, как и прежде, основаны на приемах ручной художественной обработки. Приемы эти трудоемки, малопродуктивны, требуют известного мастерства и применимы для уникальных произведений: речь идет, к примеру, о чеканке, насечке и др. Другие способы возникли сравнительно недавно, на основе новых научных открытий и развития техники — гальванопластика, новейшие виды литья, электрохимические способы обработки и т.д. Выбирая ту или иную технологию для воплощения своего художественного замысла, мастер должен, помимо экономической эффективности, учитывать особенности различных способов обработки, влияющих как на сам

процесс формообразования изделий, так и на его эстетическую сторону. Следует учитывать, что художественное изделие, выполненное той или иной технологией, приобретает присущие ей определенные черты и характерные особенности. Так, детали, выточенные на токарном станке, отличаются точностью, четкостью форм, а кованные или дифованные — мягкостью и пластичностью. Обработка резанием позволяет получать острые углы и четкие грани, а листовая штамповка постоянно связана с необходимостью применять изгибание только по радиусам, хотя и минимальным. Поэтому уже при проектировании художественных изделий мастер должен учитывать специфические особенности материала и способы его обработки, поскольку существует определенная взаимозависимость между материалом и его обработкой. Некоторые металлы и сплавы хорошо обрабатываются многими способами. Например, золото и серебро можно и отливать, и ковать, они хорошо режутся и обрабатываются давлением. Однако есть металлы, технологические свойства которых довольно ограничены. Так, чугун хорошо отливается и режется, но, в силу своей хрупкости, он не обрабатывается давлением (ковкой, штамповкой и др.). Наоборот, красная медь плохо отливается и режется, но хорошо обрабатывается ковкой, штамповкой, чеканкой.

6.1. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И КЛАССИФИКАЦИЯ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Одна из главных особенностей производства художественных изделий состоит в том, что при их изготовлении

мастер стремится максимально выявить и показать своеобразную красоту и декоративные свойства изделия и используемых материалов. Так, изделия из серебра обычно оксидируют, чтобы подчеркнуть рисунок и придать завершенность закрепленному, например, в оправе, камню.

Чеканка по листовому металлу является наиболее трудной из всех видов художественной чеканки, ибо и рисунок, и рельеф, и фактуру материала нужно создавать в процессе работы, в то время как при чеканке по литью происходит только выявление и завершение ранее созданной формы, отлитой из различных металлов. Искусство чернения используется для выявления рисунка выделением главных персонажей в изображаемых сценах. Кроме того, традиционные приемы обработки металла вносят дополнительные черты условности и декоративности. Это может быть местное золочение, матовый фон с фактурной обработкой, ритмическое распределение черневых клейм. В процессековки мастер, художник-кузнец, применяет разнообразные приемы, различные инструменты, чередуя их комбинации и последовательность, чаще всего выполняя все работы при индивидуальном изготовлении изделия вручную, используя оборудование лишь в некоторых случаях, только для получения первоначальной заготовки или необходимого профиля металла. Таким способом создаются отдельные образцы или дорогостоящие изделия со сложной и тонкой художественной отделкой.

Производство эмалевых изделий, включающее эмалирование, ювелирную обработку и сборку, требует большого практического опыта и профессионализма. Малейший промах может безвозвратно загубить уже почти готовое изделие. Роспись по эмали, когда художник переносит на заготовку рисунок по заранее выбранному эскизу и

начинает сложный процесс, требует большого чутья, так как цвет краски в порошкообразном состоянии значительно отличается от того цвета, который получается после обжига. Художник должен знать, какие краски нужно смешать, чтобы достичь желаемого эффекта, какой плотности должен быть мазок.

Все эти и иные виды художественных работ по металлу (гальванические покрытия драгоценными металлами, меднение, никелирование, покрытие сусальным золотом, дифовка, басма и др.) становятся отдельной, самостоятельной специальностью мастера, художника, потому что в каждой из них есть свои закономерности, свои сложности, свои особенности ремесла. Чем больше тот или иной вид художественной работы связан с определенным материалом, тем глубже и основательнее требуется постижение его особенностей, чтобы свободно с ним работать, чтобы он был послушен воле мастера. Овладение основами мастерства является главной задачей приобщения молодого человека к искусству. Начинается ли это приобщение в среднем учебном заведении, или в высшем, первые шаги связаны с познанием ремесла. Мастер тогда свободно творит, когда ясно представляет, что и как можно сделать в данном материале для воплощения своих замыслов. Но постижение основ ремесла — это не только освоение существующего опыта. Это и приобретение знаний, способствующих перспективному росту мастера, развитие у него интереса, желания развиваться дальше в области художественной обработки металла, когда путь к мастерству в работе с металлом проходит через изучение специальных технологических вопросов, как необходимой базы для решения различных художественных проблем. Чем глубже мастер будет знаком с различными способами исполнения изделия, тем совершеннее будет его

работа. Ведь в понятие художественного качества входит и высокой уровень исполнения вещи. От художественного уровня работ будет зависеть и развитие мастера, все большее приближение к самостоятельному творчеству и развитию, где самым главным является постоянный поиск, приобретение знаний, обогащение опытом, умение творчески решать новые темы.

Художественные изделия из металла различают по назначению, по виду металла и сплава, способу изготовления и характеру украшения, художественной отделке, по месту изготовления.

По назначению изделия из металла подразделяют на несколько групп: предметы утилитарного назначения — украшения для женщин (серьги, броши, кулоны, колье, браслеты, кольца и др.), предметы туалета (туалетные приборы, пудреницы, запонки, зажимы для галстуков), бытовые предметы (ларцы, шкатулки, лоточки, столовые приборы, сосуды, подносы, бокалы, стопки, кофейные и чайные сервизы, чашки с блюдами, сахарницы, конфетницы, подстаканники), письменные принадлежности (письменные приборы, карандашницы), принадлежности для курения (пепельницы, сигаретницы, портсигары, спичечницы); предметы декоративного характера (настенные панно, тарелки, зеркала в оправе из художественного металла, декоративные вазы); сувениры (медали, барельефы, брелоки и т.д.).

По виду металла и сплава — художественные изделия из серебра, алюминия, меди, нержавеющей стали, мельхиора, нейзильбера, томпака, латуни, чугуна, бронзы.

По способу изготовления изделия из металла бывают: кованные (ручки, подставки, решетки, изгороди, детали к утилитарно-декоративным изделиям); литые (бронзовые художественные изделия, художественное чугунное литье);

давленные (тарелки, стопки, вазы); чеканные (настенные панно, пластины, барельефы и др.); филигранные (вазы, конфетницы, подстаканники, броши и т.д.).

По отделке различают художественные изделия из металла золоченые с серебрением, полированные, филигранные, эмалевые, гравированные с насечкой, черненные, оксидированные и др.

6.2. ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ЛИТЬЕ

Литье является одним из самых древних способов обработки металлов путем заливки расплавленного металла в специальные формы. Археологические раскопки подтверждают, что уже за 5000 лет до нашей эры люди умели отливать металл. Памятники античной греческой и римской культуры являются весьма совершенными образцами литейного дела.

В древней Руси литье было известно с периода скифской культуры. В раскопках обнаружены не только прекрасные ажурные отливки из золота и серебра, но и большое количество медных и бронзовых отливок, представляющих ювелирные и культовые изделия; также найдены орудия производства литейщиков — печи и горны, в которых плавил металл, каменные формы для отливки.

Для исполнения художественных работ в технике литья применимы самые разные металлы и их сплавы. Для дорогих, уникальных изделий прежде и теперь используют золото, серебро, бронзу. Художественное качество работы, выполняемой способом литья, зависит, прежде всего, от качества модели, по которой делается форма для литья. Сам процесс литья составляет в значительной степени техническую работу, но он требует высокой квалификации выполняющих ее мастеров. Более того, мастеру

приходится дорабатывать отливку: зачищать швы на месте стыкования формы, снимать остатки литников (место, откуда шел в форму расплавленный металл), подчеканивать конфигурацию отдельных деталей. В связи с этим и сама отливка выполняется по-разному.

Замечательным русским мастером был Андрей Чохов, отливавший колокола и пушки, более полувека проработавший литейщиком и воспитавший большое количество учеников. Основным его произведением является известная «Царь-пушка» весом 40 т, представляющая собой образец художественного бронзового литья XVI века. Высоким образцом художественного литья является и огромный «Царь-колокол», также отлитый из колокольной бронзы в 1735 году И.Ф. Моториным и его сыном Михаилом. Вес колокола достигает 200 т.

С конца XVII века начинает развиваться художественное статуарное литье. Одним из первых крупных литейщиков из бронзы, он же и скульптор, был Карло Растрелли, приглашенный Петром I для работы в России. Наиболее значительными его работами являются бронзовый бюст Петра I и статуя императрицы Анны, которую отливали русские мастера, а также Конная статуя Петра I, отлитая после смерти Растрелли литейщиком Мартелли и установленная в Петербурге. Огромное влияние на развитие статуарного литья по восковой модели оказал Э.М. Фальконе, создавший «Медного всадника», над которым он проработал 12 лет. Талантливым бронзолитейщиком был скульптор П.К. Клодт, который довел до совершенства сложнейшую технологию отливки крупных фигур по восковым моделям. Отлитая им статуя Николая I представляет собой шедевр литейного искусства.

Художественные отливки уральских заводов получили мировое признание. Они славятся камерной чугунной

скульптурой, включая и тончайшее, ажурное, почти ювелирное литье, ими созданы миниатюрные цепочки, каждое звено которых едва превышает в длину 3 мм и весит всего 0,5 грамма.

В дальнейшем развитии для художественного литья характерна механизация литейного производства, освоение новой техники, внедрение новейших технологий литья, таких, как кокильное, оболочковое, центробежное и другие. На новой основе начали совершенствоваться и старые способы литья.

В настоящее время имеются различные способы литья, которые позволяют отливать изделия различных размеров и веса, от нескольких граммов драгоценного металла в ювелирном деле до крупных статуй и памятников из чугуна и бронзы. В области производства художественных изделий применяют центробежное литье, литье под давлением, в постоянные металлические формы, в оболочковые формы, в земляные формы, по выплавленным моделям.

Литье в земляные формы. Процесс получения отливки этим способом заключается в том, что по модели или по шаблону из формовочной земли изготовляют литейную форму, которую заливают расплавленным металлом. При извлечении готовой отливки форма разрушается и для следующей отливки процесс изготовления формы повторяется вновь, т.е. каждая форма служит только один раз. Модели для приготовления литейных форм представляют собой копии авторского оригинала. Они изготавливаются из гипса, дерева, пластмасс или металла, в зависимости от тиража.

Гипсовые модели применяются для уникальных отливок или небольших серий, так как при формовке они быстро разрушаются. Чтобы увеличить прочность, их

покрывают лаком. Модели деревянные долговечнее, но от сырой земли деформируются, коробятся и разбухают. Высыхая, они уменьшаются в размерах и растрескиваются. Для упрочнения деревянных моделей их красят и покрывают водонепроницаемым лаком.

Модели из пластмасс имеют гладкие и чистые поверхности, небольшой вес, водоустойчивость, но они недостаточно прочные и не выдерживают больших тиражей. Наиболее прочны и долговечны металлические модели, из бронзы, чугуна, алюминия. Наиболее экономичны — алюминиевые. Они легче по весу, не ржавеют, достаточно долговечны.

Модель по размеру обычно делают несколько больше оригинала, чтобы отлитое по ней изделие после усадки соответствовало размерам оригинала или чертежа. При изготовлении модели учитывают также последующую механическую обработку отливки, поэтому она должна иметь припуск на обработку. Простые модели, цельные, — это, например, модель невысокого барельефа, т.е. изделие, на поверхности которого нет поднутрений и выступов, которые мешали бы снятию формы.

При отливке более сложных по конфигурации изделий применяют разъемные модели, а также модели с отъемными частями. Их изготавливают разрезанными на две, более или менее равные части в соответствии с линией разреза опок. Обе половинки соединяются между собой шипами, плотно входящими в соответствующие гнезда на другой половине модели. При формовке каждая часть модели извлекается из формы отдельно, что существенно облегчает процесс формовки.

При отливке изделий с выступающими частями все детали, которые мешают извлечению модели из формы,

делаются съёмными. В начале формовки модель собирается, при этом все съёмные детали закрепляются на ней при помощи специальных шипов, шпилек, винтов и т.п., а после того как модель заформована, крепежные детали удаляются и модель беспрепятственно извлекают из формы. При этом отъемные части остаются в форме, затем их вынимают, каждую отдельно.

Модели для пустотелых отливок имеют на боковых стенках специальные выступы — знаки. При формовке эти выступы-знаки образуют в форме углубления — отпечатки, на которые укладываются песчаные стержни, служащие для образования внутренней полости в отливке. Стержни изготавливают отдельно в стержневых ящиках, которые делают разъемными для удобства извлечения готовых стержней. Стержни сушатся в сушильных печах, а затем их укладывают в готовую литейную форму. Для малых серий стержневые ящики делают из гипса или дерева, для массового отлива — из металла.

Формовочная земля служит для изготовления форм и стержней. Она состоит из смеси песка и глины. При формовке сложных и крупных художественных изделий применяют формовочные смеси, в которых глины содержится до 25 процентов. При формовке простого мелкого литья используют до 12 процентов глины. Формовочная смесь имеет важное значение для качества отливки. Смеси тщательно составляют, испытывают их свойства, где наиболее важными являются: пластичность — способность смеси давать точные отпечатки модели; газопроницаемость — способность смеси пропускать пары и газы через стенки формы; податливость — способность смеси не препятствовать усадке металла при затвердении, т.е. немного уменьшаться в размерах. Смеси должны быть огнеупорными, давать возможность от-

ливке медленно и равномерно остывать, исключая образование корки.

Формы в основном изготавливаются из наполнительной смеси. Небольшой слой, непосредственно прилегающий к поверхности модели, изготавливают из облицовочной смеси, которая должна обладать пластичностью, прочностью, газопроницаемостью, огнеупорностью, податливостью и малой теплопроводностью. От ее свойств решающим образом зависит качество отливки. Иногда для формовочных смесей используют природные земли. Такая земля представляет большую ценность. Изготовление земляных форм производится в специальных металлических рамках — опоках. Опоки обеспечивают земляной форме прочность при переноске и заливке ее металлом. Обычно форму готовят в двух опоках, плотно соединенных между собой штырями, однако, для формовки более сложных изделий могут использоваться три-четыре опоки.

Опоки могут быть ручные, т.е. для обычного литья, и крановые, которые отличаются большой толщиной стенок, большими размерами и приспособлениями для подъема их краном. Они предназначены для отливки памятников, крупных фигур и т.п.

Наиболее удобны сварные ручные опоки из фасонной стали или опоки, литые из алюминия и чугуна. Крановые опоки отливают из чугуна. Они снабжены специальными ребрами для лучшего удержания формовочной смеси, которые можно переставлять в зависимости от размера модели. В процессе приготовления форм используют также сита, лопаты, совки, трамбовки для уплотнения смеси, счишалки, душники для наколки газовых каналов, деревянные молотки для набивки кусковых форм, гладилки, ланцеты (для приглаживания и исправления

форм), иголки для отъема кусков и т.д. Чтобы к модели смесь не прилипала, ее опыливают толченым древесным углем или графитом. Чтобы металл не пригорал к форме, перед заливкой ее внутреннюю поверхность покрывают сажей — коптят или окрашивают специальными формочными красками, состоящими из угольной пыли или графита, размешанного в воде.

Процесс изготовления формы, или формовка, заключается в следующем: модель кладут в опоку, установленную на подмодельную доску, и припыливают ее угольным порошком. Затем через сито насевают облицовочную смесь слоем до 30 мм. После этого опоку до краев заполняют наполнительной смесью. Смесь насыпают слоями и уплотняют трамбовкой. Излишек земли удаляют счищальной и накалывают душником каналы для выхода газов. Затем опоку переворачивают и на нее устанавливают другую, в которую укладывают модели литника и выпора, чтобы в форме образовались два канала — один для заливки ее металлом, а другой для отвода газов — выпор, представляющий собой брусок небольшого сечения. Затем модели припыливают и вторую опоку так же, как и первую, заполняют формовочной смесью и уплотняют. Верхнюю опоку снимают и из формы осторожно извлекают модель. Одновременно при помощи пинцета прорезают питатель — узкий канал, соединяющий полость формы с литником. Для получения пустотелых отливок в форме устанавливается заранее изготовленный и высушенный стержень. После этого форма закрывается и заливается расплавленным металлом.

Сложным и трудоемким процессом является кусковая формовка скульптурного литья — бюстов, фигур и т.д. Сущность кусковой формовки заключается в том, что вся форма составляется из отдельных кусков, которые потом

объединяются двумя раковинами, размещенными в верхней и нижней опоках, что позволяет вынуть модель из готовой формы не повредив ее, так как при этом каждый кусок формы снимается с модели отдельно. После извлечения модели из формы она вновь собирается, причем каждый кусок устанавливается на свое место. Все эти операции выполняются с большой осторожностью, так как куски, изготовленные из формовочной смеси, очень хрупки.

Для образования полости в отливке изготавливают стержень. При отливке уникальных изделий кусковой формовкой стержень изготавливается непосредственно в форме. Для этого нижнюю опоку с готовой землей припыливают и наполняют формовочной землей, уплотняя ее руками. Делают это осторожно, чтобы не повредить кусков, образующих форму. Затем из железной перфорированной трубки изготавливают каркас стержня и, обмазав его белой глиной, укладывают на нижнюю опоку так, чтобы концы каркаса (знаки) опирались на стенки формы. Затем опять выше краев насыпают формовочную смесь и придают ей примерную форму полости верхней опоки. Верхнюю опоку припыливают и несколько раз покрывают и уплотняют ею формовочную смесь. С полученного стержня ланцетом срезают слой земли, равный желаемой толщине будущей отливки. Для того чтобы слой был более равномерным, поверхность стержня предварительно накаливается на глубину среза специальной наколкой, после чего легко срезается слой земли на глубину накола.

Просушенный стержень укрепляется в полости формы таким образом, чтобы он не сместился, ибо перекося или смещение стержня приведет к браку. При отливке небольших и мелких скульптур большими сериями обычная

кусовая формовка заменяется кусковой формовкой в стержнях, для чего куски формы изготавливаются в специальных металлических стержневых ящиках, каждому куску соответствует свой стержневой ящик. Этот способ ускоряет и облегчает кусковую формовку.

В случае формовки по разборной модели, уже не форму, а модель делают составной из отдельных кусков, каждый из которых легко и беспрепятственно извлекается из формы. Разборные модели изготавливают из латуни и бронзы. Все части модели отделяют, подгоняют, особенно в местах соединений.

При формовке архитектурного литья (части фонтанов, постаменты памятников и т.п.) применяют шаблонную формовку. Шаблонная формовка производится без моделей, при помощи специальных шаблонов. Для облегчения процессов формовки трудоемкие ручные операции заменяют различными приспособлениями и машинами.

Литье по выплавляемым моделям является очень древним способом, его применяли еще в Древнем Египте, Древней Греции и античном Риме, а также в эпоху Возрождения. Этим способом отливали свои статуи П.К. Клодт, Э.М. Фальконе, В.П. Ефимов. В современных условиях он значительно изменен.

Смысл литья по выплавляемым моделям заключается в том, что модель после ее заформовки удаляется из формы путем нагрева. Состав, из которого модель изготавливается, плавится и вытекает из формы, поэтому форму после формовки нет необходимости разбирать. Это дает возможность формовать любые по сложности изделия целиком, без применения кусков, стыки между которыми оставляют на поверхности отливки швы; также в случае перекося кусков всей отливке наносится непоправимый ущерб.

В настоящее время при отливке художественных изделий способ литья по выплавляемым моделям применяется в нескольких вариантах: для отливки крупных фигур, для обычного литья средних размеров и для ювелирного литья из драгоценных металлов. В ювелирном деле восковое литье с успехом использовали древние римляне, изготавливая, к примеру, знаменитые браслеты в виде змей.

Применяя этот способ, сначала готовят по рисунку чертеж отливки, учитывая литейную усадку, равномерную толщину стенок, литейные радиусы и другие параметры. Затем по этому чертежу изготавливают металлическую модель — эталон изделия. Модель снабжается специальным литником, который рассчитывается и отливается вместе с моделью. При выпуске небольших серий с эталона снимают резиновую форму, а при сериях крупных изготавливают специальную разборную металлическую прессформу. Пользуясь либо резиновой формой, либо металлической прессформой, из специального модельного состава заготавливают выплавляемые модели. В качестве модельного состава для литья ювелирных изделий употребляют парафин (95 процентов) с добавлением полиэтилена (5 процентов).

Работая с резиновыми формами или изготавливая тонкостенные ажурные модели, состав плавят и при температуре 80 градусов в жидком виде заполняют им формы. Если работают с прессформами, состав применяют в пастообразном состоянии. Формы предварительно смазываются касторовым маслом, разведенным в спирте. Аналогичным способом изготавливают модель массивного, конусообразного и несколько изогнутого литника. Этот литник служит основой для сборки модельного блока путем напайвания на него большого числа моделей изделий. Затем готовят огнеупорный состав из

гидролизованного раствора этилсиликата и маршалит — тонко размолотый кварцевый песок. В зависимости от характера моделей процентное соотношение компонентов в растворе может меняться, делая его более жидким или густым. Маршалит составляет до 70 процентов, а остальные 30 — гидролизированный раствор этилсиликата. Состав перемешивают и погружают в него модельный блок. Избытку состава дают стечь, после чего его обсыпают плавленным дробленым кварцем или кварцевым песком. Плавленный дробленый кварц применять лучше, так как кварцевый песок при прокаливании, расширяясь, может деформировать формы, особенно тонких ажурных изделий. После обсыпки формы сушат: 40 минут на воздухе при комнатной температуре, 30 минут в атмосфере, насыщенной аммиачными парами, и вновь 30 минут на воздухе, чтобы удалить аммиачный запах. Эти операции с последующей сушкой повторяют несколько раз, пока стенки огнеупорного покрытия не достигнут нужной толщины. Далее осуществляется формовка блока в стальной цилиндрической опоке, снабженной специальной скобой для закрепления ее на центробежной машине.

Для формовки употребляется сухой кварцевый песок с однопроцентной добавкой борной кислоты, которая, расплавляясь при прокаливании формы, служит связующим материалом. Торцы опоки заделывают тем же песчаным наполнителем, но с добавкой до 15 процентов водного раствора жидкого стекла, которое после затвердения придает необходимую прочность заформованной опоке. Затем модельный состав выплавляется. Для этого опоку ставят в предварительно нагретый до 200 градусов сушильный шкаф, литниковой чашей вниз. После того как модельный состав вытечет, опоку переносят в муфельную

печь, где при температуре 850 градусов форму прокаливают от трех до пяти часов.

Для того чтобы выплавить изделие из золота (585 проба), его нагревают до 1100 градусов (температура плавления золота этой пробы составляет примерно 950 градусов) для лучшего заполнения и заливают в форму, которая подогревается до 700 градусов и устанавливается на центробежный станок. После заливки форма быстро приводится во вращение со скоростью 160 оборотов в минуту. В течение 30 секунд металл твердеет, форму снимают со станка и охлаждают 4 часа. Чтобы освободить отливку от огнеупорной оболочки, ее кипятят в щелочном растворе и промывают в горячей воде. Затем новые отливки отрезают от литника, который вновь идет в переплавку, отжигают и отбеливают в 5-процентном растворе азотной кислоты, промывают и просушивают.

Художественное литье в оболочковые формы применяется при отливке простых форм типа барельефа. Технология отлива: на нагретую до 300 градусов чугунную модельную плиту насыпают слой мелкого кварцевого песка, тщательно перемешанного со связующим материалом. Таким материалом может быть искусственная смола пульвербакелит. При температуре 65 градусов она размягчается, при температуре 200 градусов расплывается и при температуре 300–350 градусов становится твердой. Затем оболочку, которая представляет собой полуформу, снимают с плиты, изготавливают вторую форму и обе половинки скрепляют между собой зажимами, при необходимости устанавливая внутрь оболочки такой же оболочковый стержень. Далее форму устанавливают в стальной ящик, заменяющий опоку, и засыпают вокруг песком. В таком виде форма подается под заливку. После охлаждения оболочку разрушают и извлекают отливку. При массовом производстве

изделий данный способ, при соответствующей автоматизации и механизации, приносит экономический успех.

Литье в кокиль — постоянные металлические формы — широко применяется в технике и в области художественного литья. По сравнению с литьем в земляные формы этот метод имеет ряд существенных преимуществ. Главное в том, что металлическая форма выдерживает большое количество заливок. При легкоплавких отливках из алюминиевых, магнитных и цинковых сплавов оно достигает 100 тысяч. При отливке стальных и чугуновых деталей число их гораздо меньше. При литье в кокиль структура отливок получается мелкозернистой, поверхность чистой, не требующей никаких дополнительных механических обработок; кроме того, кокильное литье является очень точным. Данный способ применим при крупносерийном производстве, так как стоимость производства кокилей высока. Изготавливают их из чугуна, стали с тщательной ручной подгонкой и обработкой, которой занимаются граверы, лекальщики и другие высококвалифицированные специалисты.

Для простых отливок металлические формы состоят из двух частей, для сложных изделий — из многих, включая составные стержни. При кокильном литье и форма, и стержни изготовлены из металла, при полукокильном стержень изготавливают из песчаных смесей, как при литье в земляные формы. Полукокильное литье применяют обычно для отливок из бронзы и чугуна. В кокильном литье все основные процессы чаще всего автоматизированы и механизированы.

Литье под давлением представляет собой один из способов производства изделий из легкоплавких металлов — алюминиевых, цинковых и т.д. При этом способе металл заливается в кокили — металлические формы под давле-

нием. Давление создают специальные литейные машины. Отливки получаются с высокой точностью размеров, чистой поверхностью и отличаются тонкими стенками. Минимальная толщина стенок при отливке из цинковых сплавов достигает 1–3 мм, из алюминиевых — 1,5–3,5 мм, из медных сплавов — 2–4 мм. Литье под давлением дает возможность получать отливки сложные по конфигурации, но небольшие по размерам.

Для художественного литья этот метод применяют при массовом производстве изделий, так как формы для литья под давлением являются дорогим и сложным устройством, выполненным из высококачественных сталей.

При центробежном литье металл заливают в быстро вращающиеся формы, в которых под действием центробежных сил он прижимается к их стенкам. Таким образом отливают трубы, колонны и другие изделия цилиндрической формы. Центробежное литье также применяют при изготовлении сложных фигурных изделий из драгоценных металлов. Кроме того, этот метод дает возможность получать двуслойные цилиндрические отливки из разных металлов, например, из бронзы и чугуна.

Глава 7. МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ РУЧНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

7.1. СЛЕСАРНО-КУЗНЕЧНЫЕ РАБОТЫ

Начальным этапом слесарно-кузнечных работ, связанных с производством художественных изделий, является

операция разрезания листового металла, т.е. разъединение целого листа, полосы или ленты на части определенной формы и размеров, которые называются заготовками. Разрезанию предшествует разметка — операция по перенесению формы и размеров изделия с чертежа или рисунка на поверхность листа. Разметка может быть плоскостной, при которой контуры рисунка лежат в одной плоскости; пространственной, когда линии наносят в нескольких плоскостях или на нескольких поверхностях, а также по шаблону или образцу. Инструменты для разметки: чертилка, линейка, угольник, разметочный циркуль, кернер, молоток, рейсмус, разметочная плита и т.д. В некоторых случаях поверхность для разметки предварительно окрашивают раствором мела с добавлением клея или медного купороса, чтобы линии были хорошо видны.

Листовой металл — сталь толщиной 0,7 и цветной металл 1,5 мм — можно разрезать ручными ножницами. Если толщина металла этого не позволяет, его распиливают ручной ножовкой или отрезным ножовочным станком. Разрезание листового металла может быть прямолинейным, криволинейным и смешанным. При прямолинейном разрезании получают заготовки с прямолинейным контуром, квадратной, прямоугольной, ромбической и трапециевидальной формы; при криволинейном — круглой, эллипсоидальной и др.; при смешанном — сложной формы (усеченный цилиндр, конус и т.д.). Инструментом для резки листового металла служат ножницы: ручные, стуловые, рычажные. Ручные ножницы изготавливают из стали У7 и У8. В зависимости от расположения режущей кромки (справа или слева от нижнего лезвия) они называются правыми или левыми. В большинстве случаев применяют правые ножницы, так как линии разметки

при работе ими хорошо видны. Левыми ножницами пользуются при вырезании криволинейных деталей, при этом резать нужно по часовой стрелке, располагая ножницы так, чтобы они не закрывали лезвием линии разметки. Если ту же операцию производят правыми ножницами, то резание производят против часовой стрелки.

На рис. 5—7 показан инструмент для слесарно-кузнечных работ, его устройство и применение в ходе операций.

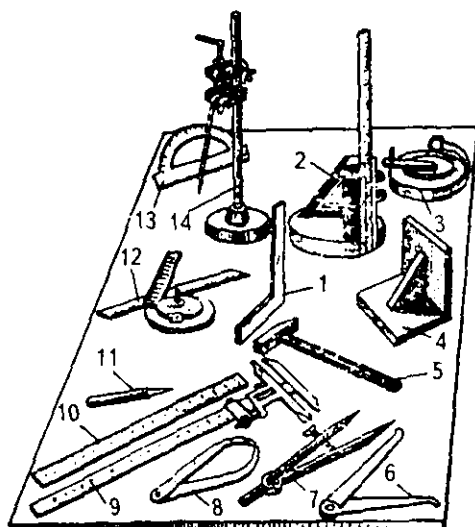


Рис. 5. Разметочная плита и инструменты для разметки:

- 1 — поверочный угольник; 2 — высотомер;
- 3 — рулетка; 4 — установочный угольник;
- 5 — молоток; 6 — нутромер; 7 — циркуль;
- 8 — кронциркуль; 9 — штангенциркуль с широким упором; 10 — измерительная линейка; 11 — кернер;
- 12 — угломер; 13 — транспортир; 14 — рейсмус с чертилкой

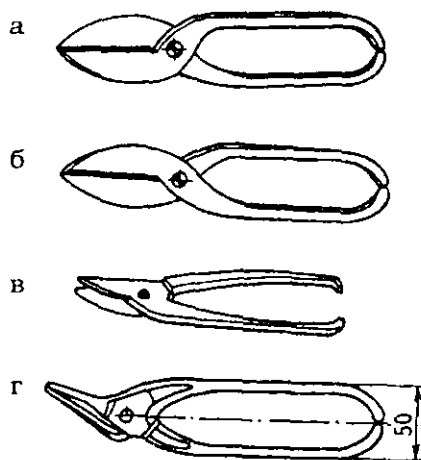


Рис. 6. Ручные ножницы:
а — прямые правые; б — прямые левые; в — кривые левые; г — специальной конструкции

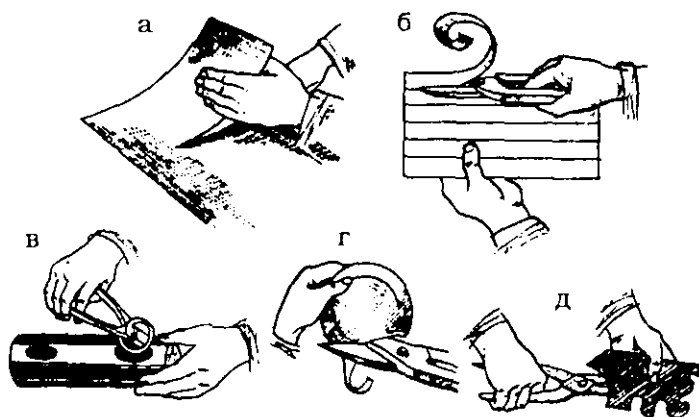


Рис. 7. Разрезание листового металла ножницами:
а — разрезание листа на широкие полосы;
б — разрезание листа левыми ножницами;
в — вырезание отверстий в детали; г — вырезание заготовки круглой формы; д — вырезание детали с криволинейными очертаниями

Ручные ножницы бывают с прямыми и кривыми режущими лезвиями. Ножницы с прямыми лезвиями служат для разрезания листового железа по прямым линиям. Ножницы с кривыми режущими лезвиями — для криволинейного и комбинированного разрезания, вырезки отверстий. Ножницы ступовые служат для разрезания листового металла толщиной 2—3 мм. Одна из ручек имеет шип, расположенный под углом 90 градусов, для закрепления ножниц на стуле или в тисках. Рычажные ножницы (см. рис. 8) используют для разрезания металла толщиной до 5,0 мм, большой длины. Для резки листового металла применяются механизированные процессы резки с помощью различных электрических, вибрационных, роликовых и пневматических ножниц.

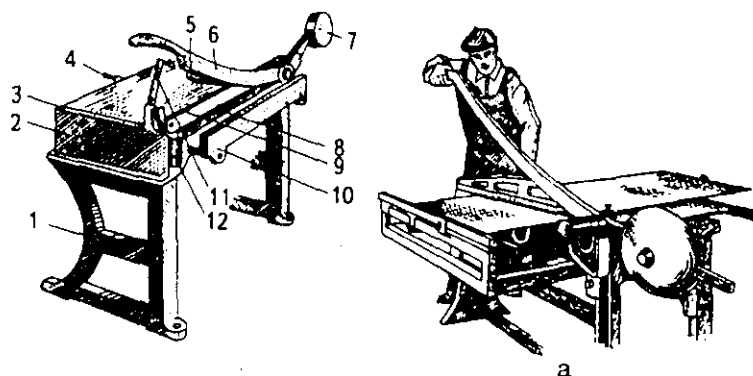


Рис. 8. Рычажные ножницы:

- 1 — станина; 2 — стол; 3 — упорная линейка;
4 — рукоятка для перестановки упора; 5 — верхний
нож; 6 — держатель ножа; 7 — противовес;
8 — нижний нож; 9 — прижимная планка; 10 — упор;
11 — рукоятка планки; 12 — пружинный упор;
а — ножницы в работе

Ручными ножницами разрезают листовой металл по заранее нанесенным разметочным линиям, левой рукой отгибая отрезаемую полосу, не делая резких перегибов. Ножницы располагают так, чтобы верхнее лезвие всегда находилось над разметочной линией. При разрезании листа на узкие полосы его нужно положить на стол и следить при разрезании, чтобы нижнее лезвие опиралось на стол, а отрезаемые полосы отгибались вперед. Ножницы нужно раскрывать несильно — примерно на $\frac{2}{3}$ длины лезвия, тогда они хорошо захватывают и режут металл. Сильно раскрытые ножницы металл выталкивают. Лезвия ножниц должны быть расположены перпендикулярно плоскости листа, при перекосе они мнут металл, образуют заусеницы, ножницы при этом заедает. Ножницы нужно все время прижимать к концу прореза, иначе появятся заусеницы. Нельзя прижимать ножницы до полного их смыкания, так как металл у концов режущих лезвий деформируется. Режущие кромки ножниц должны плотно прижиматься друг к другу. При неплотном прижимании в процессе резки будут появляться заусеницы и происходить сминание металла, а при излишне плотном — затруднится процесс резки и ускорится износ кромок лезвий. Плотность прижимания регулируется винтом и гайкой, которыми скреплены лезвия.

Распиливание металла ручными или механическими ножовками (см. рис. 9) применяется для получения заготовки заданной формы и толщины, а также при распиливании профильного металла, труб, отливок, для прорезания шлицев, пазов, обрезки и выделки заготовок и других работ.

Ручная ножовка состоит из станка (рамки) и вставленного в него сменного ножовочного полотна. На одном конце рамки имеется неподвижная головка с хвостовиком

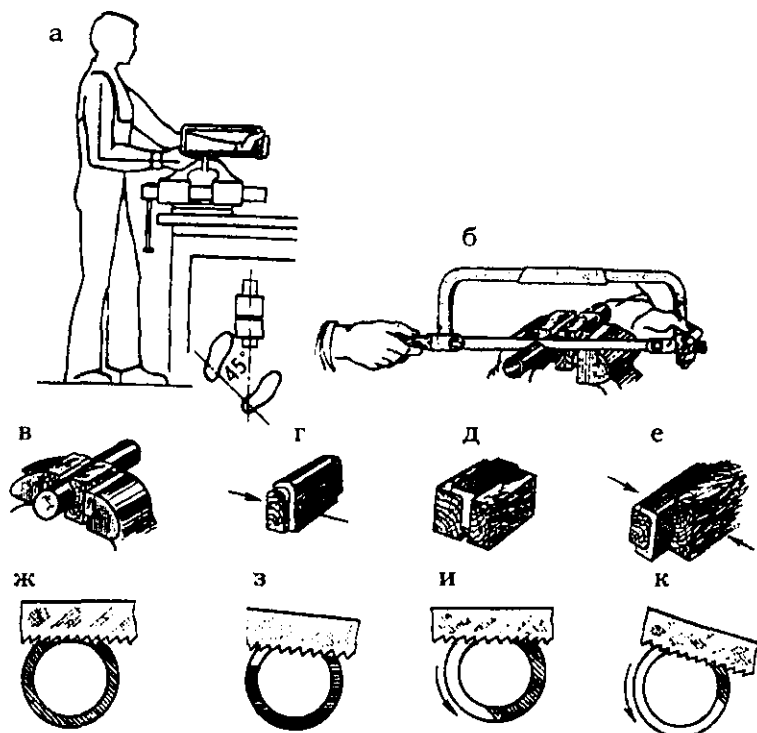


Рис. 9. Распиливание металла:

а — положение работающего относительно тисков при разрезании заготовки; б — положение рук при разрезании ножовкой; в — крепление трубы в тисках; г, д, е — крепление заготовок из профиля с оправками

и ручкой, а на другом конце — подвижная головка с натяжным винтом и гайкой-барашком для натяжения полотна. В головках имеются прорезы, в которые вставляют ножовочное полотно и крепят штифтами. Рамки для ножовок могут быть цельными либо раздвижными. Раздвижные

рамки допускают закрепление ножовочного полотна различной длины. Для раздвигания ножовки колена перегибают, пока заклепка не выйдет из выреза, и смещают. Заклепку вводят в другой вырез и колена выпрямляют.

Станок с передвижным держателем состоит из угольника с ручкой, по которому можно перемещать и закреплять держатель в нужном направлении.

Для мелких работ применяют ножовку с односторонним зажимом. Поскольку полотно в такой ножовке не натянуто, работать ею следует осторожно и не полной длиной. Ножовка компактна и малогабаритна. Ножовочное полотно для ручных ножовок представляет собой тонкую и узкую ленту с двумя отверстиями и с зубьями на одном из ребер. Ту часть полотна, где находятся зубья, закачивают, а противоположная остается не закаленной, что способствует прочности ножовочного полотна при работе.

Полотна изготавливаются из стали марок У10А6, Р9, Х6ВФ. Чаще всего применяют полотна длиной 250 и 300 мм, высотой 13 и 16 мм, толщиной 0,65 и 0,8 мм. Каждый зуб ножовочного полотна имеет форму клина (резца) с передним углом, как правило, равным 0 градусов и углом заострения равным 50 градусам. Для резки металлов пользуются ножовочным полотном с шагом 1,3—1,6 мм, при котором на длине 25 мм насчитывается 17—20 зубьев. Чем толще разрезаемый металл, тем крупнее должны быть зубья, и, наоборот, чем тоньше металл, тем мельче должны быть зубья ножовочного полотна. Для металлов различной твердости применяются полотна с разным числом зубьев. Так, для мягкого металла применяют полотно с 16 зубьями, для закаленной стали средней твердости — с 19 зубьями, для чугуна и инструментальной стали применяют полотно с 22 зубьями, для твердой, угловой и полосовой стали — с 22.

При резании ножовкой в работе участвуют, т.е. одновременно режут металл, не менее двух-трех зубьев. Чтобы избежать заклинивания ножовочного полотна в металле, зубья разводят. При работе разведенным полотном, ширина разреза примерно в 1,5 раза превышает ширину полотна, что облегчает работу. Разводка зубьев может быть: по полотну — волнистой; по зубу — гофрированный развод.

Как устанавливать полотно ножовки в прорези головок ножовочного станка? Первым вставляют конец полотна в неподвижной головке до совпадения отверстий и фиксируют положение закладкой штифта. Затем вставляют второй конец полотна в прорезь подвижной головки и закрепляют его вторым штифтом. Натягивают полотно завинчиванием барашковой гайки. Степень натяжения полотна не должна быть слабой, так как тогда разрез получается косой, а полотно легко может сломаться. При очень сильном натяжении полотно так же легко ломается при небольшом перекосе. Натяжение полотна проверяют поворотом полотна на $\frac{1}{8}$ часть окружности, взявшись двумя пальцами посередине его длины.

Новое полотно в ножовке сначала используют для разрезания мягких металлов — меди, латуни, алюминия, а когда оно немного затупится, им режут чугун и сталь. Перед началом работы разрезаемое изделие или заготовку прочно зажимают в тисках, чтобы заготовка не сместилась, так как смещение может вызвать поломку тонкого, хрупкого полотна. Ножовочное полотно должно работать всей своей длиной, что обеспечит равномерный износ режущих зубьев и увеличит долговечность полотна. Резать начинают осторожными движениями, чтобы получить прорезь. Когда она будет достаточно глубока, ножовке дают полный размах, нажимая на раму. Перед концом резания нажим уменьшают.

Держат ножовку за ручку правой рукой, а левой поддерживают ее конец, обычно в горизонтальном положении. Работать ножовкой без ручки не следует, так как хвостовик ножовки может поранить руку.левой рукой, она находится впереди, нажимают, а правой только перемещают ножовку; во время движения к себе нажим не производится, поскольку нажим при холостом ходе ведет к быстрому затуплению зубьев. Перед концом движения вперед усилие увеличивается. Нажим на ножовку зависит от твердости металла и размера разрезаемого металла. Твердые металлы требуют более сильного нажима, чем мягкие. Чтобы уменьшить трение ножовочного полотна, его смазывают растительным маслом. Если полотно натянуто слабо, или разводка его односторонняя, то возможен увод полотна в сторону от разметочной риски. Попытка вернуть полотно на нужное направление путем поворота ножовки чаще всего заканчивается его поломкой. В случае увода полотна нужно начать резание в новом месте, а еще лучше, если это возможно, начать новый разрез с противоположной стороны, перевернув изделие.

В случае поломки хотя бы одного зуба полотна, продолжать резание не следует, так как из полотна будут выкрашиваться другие зубья. Необходимо заменить полотно и начать резку в новом месте. При этом нужно иметь в виду, что старое полотно дает более узкий пропи́л и новым полотном нужно начинать резать в другом месте.

Если заготовка массивная, то длина пропи́ла довольно большая и резать трудно. Чтобы работу облегчить, нужно ножовку наклонять последовательно то к себе, то от себя, при этом резание идет не по всей длине, и процесс становится легче. Чтобы облегчить врезание, обычно делают небольшой пропи́л трехгранным напильником и направляют полотно сбоку большим пальцем левой

руки. Очень тонкий материал зажимают между деревянными брусками толщиной 12–30 мм и режут вместе с брусками. Граненые изделия правильно начинать резать с грани, а не с угла. Полосовой металл разрезают по узкой грани — это производительней. При необходимости сделать длинный пропил, полотно ножовки нужно повернуть на 90 градусов и резать осторожно, так как под собственным весом ножовки полотно может сломаться. При обычной установке полотна узкий и длинный распил сделать невозможно — мешает рамка.

Для того чтобы в листовом металле вырезать фасонное отверстие, сначала нужно просверлить или вырубить отверстие диаметром, равным ширине полотна ножовки, затем через это отверстие пропускают полотно и, закрепив его в рамке, режут по заданному направлению. Крупных размеров шлицы прорезают обыкновенными ножовками с одним или двумя, это зависит от ширины шлицев, соединенными вместе полотнами. Тонкие профили разрезают в деревянных брусках. Чтобы разрезать трубу, ее зажимают в параллельных тисках в горизонтальном направлении и режут по риску. Тонкостенные трубы и трубы с гладко обработанной поверхностью зажимают в тисках между специальными деревянными накладками с вырезами. При распиливании трубы ножовку вначале держат горизонтально, а после пропиливания стенки трубы ножовку наклоняют на себя. Затем заготовку поворачивают в тисках на 40–90 градусов от себя и продолжают работу.

7.2. РУБКА МЕТАЛЛА

Рубкой называется операция, при которой с помощью режущего инструмента с поверхности заготовки или детали удаляются лишние слои металла или заготовка разрубается

на части. Применяется рубка в тех случаях, когда станочная работа трудно выполнима или нерациональна и когда не требуется высокой точности обработки. Рубка применяется для удаления (срубания) с заготовки небольших неровностей, шероховатостей, снятия твердой корки, окарины, заусенцев, острых углов кромок на литых и штампованных деталях. Кроме того, при помощи рубки вырубают шпоночные пазы, смазочные канавки, разделяют трещины в деталях под сварку (разделка кромок), срубают головки заклепок при их удалении, вырубают отверстия в листовом материале, отрубают от пруткового, полосового или листового металла какую-то часть. Точность обработки, достигаемая при рубке, составляет 0,5–1 мм.

Производится рубка при неподвижном положении обрабатываемой детали. Обычно заготовку перед началом операции закрепляют в тисках. Крупные заготовки рубят на плите или наковальне, а очень крупные — на том месте, где они находятся.

Основными режущими инструментами при ручной рубке являются зубило, крейцмейсель и др., ударным инструментом — слесарные молотки. Простейшим режущим инструментом, служащим для рубки металла, обрубки заусенцев, грубого выравнивания поверхностей, срубания головок заклепок, вырубания пазов и отверстий является *зубило*. Зубило представляет собой стальной стержень, изготовленный из инструментальной углеродистой стали У7А6, УВА, 7ХВ, 8ХВ. Зубило состоит из трех частей: рабочей, средней и ударной. Рабочая часть зубила представляет собой стержень с клиновидной режущей частью — лезвием — на конце, заточенной под определенным углом. Ударная часть, боек, сделана суживающейся кверху, вершина ее закруглена. Угол заострения (угол между боковыми гранями) выбирается в зави-

симости от твердости обрабатываемого металла. За среднюю часть зубило держат при рубке. Для рубки металлов рекомендуют следующие углы заострения: для твердых материалов (сталь, бронза, чугун) — 70 градусов; для материалов средней твердости (сталь) — 60 градусов; для мягких материалов, таких, как латунь, медь, титановые сплавы — 45 градусов; для алюминиевых сплавов — 35 градусов.

Длина зубила может быть 100, 125, 200 мм, ширина рабочей части — 5 мм, 10 мм, 16 и 20 мм. Рабочая часть зубила на длине 15–30 мм закаливается и отпускается. При испытании зубила на прочность им отрубают зажатую в тиски стальную полосу марки Ст6 толщиной 3 мм и шириной 50 мм. После испытания на лезвии зубила не должно быть вмятин, выкрошенных мест и заметных следов затупления. Для определения степени закалки зубила пользуются старым напильником. Им проводят по закаленной части зубила. Если при этом напильник не снимает стружку с закаленной части, а на ней остаются лишь едва заметные риски, закалка выполнена качественно.

Крейцмейсель служит для прорубания узких пазов и канавок. От зубила он отличается более узкой режущей кромкой. Однако его можно использовать и для срубания поверхностного слоя с широкой плиты. Для этого крейцмейселем сначала прорубают канавки, а оставшиеся вырубает зубилом. Материалы для изготовления крейцмейселя и углы заострения, твердость рабочих и ударных частей такие же, как и у зубила. Для вырубания профильных канавок — полукруглых, двугранных и других применяют специальные крейцмейсели — канавочники. Канавочники отличаются от крейцмейселя только формой режущей кромки. Изготавливают их из стали У8А, длиной 80, 100, 120, 150, 200, 300 и 350 мм с радиусом закругления 1; 1,5; 2,0; 2,5; 3 мм.

При выполнении операции рубки инструменты должны быть остро заточенными, применение тупого зубила приводит к соскальзыванию его с обрабатываемой поверхности, при работе с таким инструментом человек устает и теряет точность ударов. Заточка зубил и крейцмейселей производится на заточном станке. Для заточки зубило или крейцмейсель накладывают на передвижной подручник и с легким нажимом медленно передвигают по всей ширине шлифовального круга, периодически поворачивая инструмент то одной, то другой стороной. Не нужно сильно нажимать на затачиваемый инструмент, это приводит к перегреву режущей кромки, в результате чего лезвие теряет первоначальную прочность.

Перед заточкой инструмента подручник устанавливают как можно ближе к заточному кругу. Зазор между подручником и заточным кругом должен быть не более 2–3 мм, чтобы затачиваемый инструмент не мог попасть между кругом и подручником. Заточку лучше всего вести с охлаждением водой, в которую добавлено 5 процентов соды, или на мокром круге. Несоблюдение этого условия вызывает повышенный нагрев, отпуск и уменьшение твердости инструмента, а следовательно, и стойкости его в работе. Боковые грани после заточки должны быть плоскими, одинаковыми по ширине и с одинаковыми углами наклона. После заточки зубила или крейцмейселя с режущих кромок снимают заусенцы. Величина угла заострения проверяется шаблоном—пластинкой с угловыми вырезами 70, 60, 45, 35 градусов.

Слесарные молотки являются инструментом для ударных работ. Они бывают с круглыми и квадратными бойками. Основной характеристикой молотка является его масса. Молоток состоит из ударника и рукоятки. Слесарные молотки с круглым бойком изготавливают шести номе-

ров. Молотки № 1 массой 200 г применяют для инструментальных работ, а также для разметки и правки. Молотки № 2 массой 400 г, № 3—500 г и № 4—600 г служат для слесарных работ. Молотки с квадратным бойком изготавливают восьми номеров. Молотки с круглым бойком не оставляют вмятин на обрабатываемой поверхности при нанесении наклонных ударов. Противоположный бойку конец молотка называется носком. Носок имеет клинообразную форму, скругленную на конце. Носком пользуются при правке, расклеивании и т.д. Бойком наносят удары по зубилу и крейцмейселю. Изготавливают молотки из стали 50 и 40Х и инструментальной углеродистой стали У6 и У8. В средней части молотка имеется отверстие овальной формы для крепления рукоятки.

Боек и носок молотка специально обрабатывают термически. Рукоятку делают из твердых сортов дерева — кизила, рябины, дуба, клена, граба, ясеня, березы. Рукоятки молотков должны быть проолифены, с предварительной тщательной шлифовкой. Закрепляют молотки на рукоятках при помощи металлических или деревянных клиньев. Деревянные клинья должны быть изготовлены из твердых пород дерева. Перед насадкой их смазывают столярным клеем, а на металлических клиньях делают насечки. Толщина клиньев в узкой части 0,8 мм, в широкой — 2,5—6 мм. Если отверстие молотка имеет только боковое расширение, забивают один продольный клин; если расширение идет вдоль отверстия, то забивают два клина; если расширение отверстия направлено во все стороны, забивают три стальных или три деревянных клина — два параллельно, а третий перпендикулярно к ним. Правильно насаженным считается молоток, у которого ось рукоятки образует прямой угол с осью молотка.

Кроме обычных стальных молотков, в некоторых случаях применяют мягкие молотки со вставками из меди, свинца и алюминиевых сплавов. При ударах, наносимых мягким молотком, поверхность материала заготовки почти не повреждается. Иногда медные или свинцовые вставки заменяют резиновыми, менее дорогостоящими и более эффективными в работе. Мягкие молотки применяют в точных сборочных работах, особенно когда приходится иметь дело с деталями невысокой твердости. При изготовлении изделий из тонких листов железа или другого металла, применяют деревянные молотки — киянки, которые бывают с круглыми и прямоугольными ударниками.

Выбирая молоток, необходимо учитывать физическую силу работника. Для подростков масса молотка может быть от 400 до 600 г, для взрослых — от 600 до 800 г. Удар молотком осуществляют не за счет излишних мускульных усилий, а за счет ускоренного падения молотка. В момент нанесения удара рукоятку молотка прочно сжимают пальцами. Если молоток удерживать слабо, он может при неточном ударе отскочить и нанести травму.

Приемы рубки металла. Работа зубилом вручную требует выполнения основных требований и соответствующих подготовки и навыка. Для рубки используют прочные и тяжелые тиски. Правильное положение корпуса, держание (хватка) инструмента при рубке — важные моменты высокопроизводительной работы. Для рубки можно использовать поворотные и неповоротные параллельные тиски. Для тяжелой кузнечной рубки применяют ступовые тиски, которые крепят на специальной тумбе. При рубке металла зубилом большое значение имеет установка корпуса, ног. Положение работающего должно давать наибольшую устойчивость центру тяжести тела при уда-

ре: корпус обращен вполоборота к оси тисков, левая нога выставлена на полшага вперед. Зубило берут в левую руку за среднюю часть на расстоянии 15–20 мм от конца ударной части. Удары наносят правой рукой. Левая только держит зубило в определенном положении. Сильно сжимать зубило не нужно. При движениях правой руки, наносящей удару по зубилу, левая играет роль балансира при последовательных установках инструмента. Молоток берут правой рукой за рукоятку на расстоянии 15–30 мм от конца, обхватывая ее четырьмя пальцами и прижимая к ладони, накладывая большой палец на указательный и крепко сжимая пальцы. Пальцы остаются в таком положении при замахе и при ударе. Этот прием называется «нанесение кистевого удара без разжима пальцев». При другом способе хватки, в начале замаха мизинец, безымянный и средний пальцы постепенно разжимают и рукоятку молотка охватывают только указательным и большим пальцами. Затем разжатые пальцы сжимают и ускоряют движение руки вниз. В результате получается сильный удар. Этот способ называется «нанесение удара с разжимом пальцев».

Важное влияние на качество и производительность рубки оказывает характер удара (замаха) молотком. Удар может быть кистевым, локтевым или плечевым. При кистевом ударе замах осуществляют молотком только за счет изгиба кисти правой руки. При этом сгибают кисть в запястье до отказа, разжав слегка пальцы, кроме большого и указательного, мизинец не должен сходить с рукоятки молотка. Затем пальцы сжимают и наносится удар. Кистевой удар применяют при выполнении точных работ, легкой рубке, срубании тонких слоев металла и т.д. При локтевом ударе правую руку сгибают в локте. При замахе действуют пальцы руки (они разжимаются и

сжимаются), кисть (движение ее вверх, затем вниз) и предплечье. Для получения сильного удара руку разгибают достаточно быстро. Таким ударом пользуются при обычной рубке, срубании слоя металла средней толщины или прорубании пазов и канавок. При плечевом ударе рука движется в плече, при этом получается большой замах и максимальной силы удар с плеча. В ударе участвуют плечо, предплечье и кисть. Плечевым ударом пользуются при снятии толстого слоя металла и обработке больших поверхностей. Сила удара должна соответствовать характеру работы, а также массе молотка (чем тяжелее молоток, тем сильнее удар), длине рукоятки, длине руки работающего (чем длиннее рука и выше замах, тем сильнее удар). При рубке действуют обеими руками синхронно, метко наносят удары правой рукой, перемещая в определенные промежутки времени зубило левой рукой.

Угол установки зубила при рубке в тисках регулируют так, чтобы лезвие находилось на линии снятия стружки, а продольная ось стержня зубила — под углом 30–35 градусов к обрабатываемой поверхности заготовки и под углом 45 градусов к продольной оси губок тисков. При меньшем угле наклона зубило будет соскальзывать, а не срезать, а при большем — излишне углубляться в металл, давая большую неровность. Во время рубки нужно смотреть на режущую часть зубила, а не на боек, как это часто бывает у начинающих. Кроме того, важно следить за правильным положением лезвия зубила и удары наносить по центру бойка сильно, уверенно и метко. Этот навык приходит после определенной практики, тренинга.

При разрубании металла зубило устанавливают вертикально и рубку ведут плечевым ударом. Листовой металл толщиной до 2 мм разрубают с одного удара, поэтому под

него помещают подкладку из мягкой стали. Листовой металл толщиной более 2 мм или полосовой металл надрубают примерно на половину толщины с обеих сторон, а затем ломают, перегибая его поочередно в одну и другую сторону, или отбивают. Вырубание заготовок из листового металла производят после разметки контура изготавливаемой детали. Вырубку производят не по линии разметки, а отступив от нее на 2—3 мм (припуск на опилование), и в такой последовательности: зубило устанавливают с расчетом, чтобы лезвие было направлено вдоль разметочной риски; придают зубилу вертикальное положение и наносят легкие удары, надрубая по контуру; рубят по контуру, нанося по зубилу сильные удары. При перестановке зубила часть лезвия оставляют в прорубленной канавке, а зубило из наклонного положения опять переводят в вертикальное и наносят следующий удар. Так поступают безостановочно до конца разметочной риски. Перевернув лист, прорубают металл по ясно обозначившемуся на противоположной стороне контуру; вновь переворачивают металл на первую сторону и заканчивают рубку. Если лист относительно тонкий и прорублен достаточно, заготовку выбивают молотком. При рубке зубилом с закругленным лезвием канавка образуется ровная, а при рубке с прямым лезвием — ступенчатая.

Рубку листового, полосового металла, обработку поверхностей выполняют в тисках. Рубку листового материала обычно ведут только по уровню губок тисков. Заготовку или изделие крепко зажимают в тисках, при этом разметочная линия должна совпасть с уровнем губок. Зубило устанавливают к краю заготовки так, чтобы режущая кромка лежала на поверхности двух губок, а середина режущей кромки соприкасалась с обрубаемым материалом на $\frac{2}{3}$ ее длины. Угол наклона зубила к обрабатываемой

поверхности должен составлять 30–35 градусов, а по отношению к оси губок тисков — 45 градусов. При этом лезвие зубила идет наискось относительно губок тисков. После снятия первого слоя металла заготовку переставляют выше губок тисков на 2 мм и срубают следующий слой и т.д.

Рубку можно производить и по разметочным рискам, которые предварительно наносят на расстоянии 1,5–2 мм одна от другой, а на торцах делают скосы — фаски под углом 45 градусов. Фаски облегчают установку зубила и предупреждают откалывание края при рубке хрупких материалов. Заготовку зажимают в тисках так, чтобы видны были разметочные риски. По этим рискам и проводят рубку. Первый удар наносят при горизонтальном положении зубила, дальнейшую рубку производят при наклоне зубила примерно на 30 градусов. Толщина последнего чистового слоя должна быть не более 0,5–0,7 мм.

Рубка широких поверхностей — операция малопроизводительная и трудоемкая. Применяется в случае невозможности снять слой металла на строгальном или фрезерном станке.

Осуществляют ее в три приема. Предварительно на двух противоположных торцах заготовки срубают немного металла, делая фаски под углом 30–40 градусов. На противоположных двух боковых торцах наносят риски, отмечающие глубину каждого прохода. Затем по широкой поверхности заготовки наносят параллельные риски с шагом, равным ширине режущей части зубила. Заготовку зажимают в тиски и крейцмейселем прорубают канавки, затем зубилом срубают оставшиеся между канавками выступы. После срубания выступов делают окончательную обработку. Предварительное прорубание канавок на широких деталях облегчает и ускоряет рубку. На заготовках из бронзы, чугуна и других хрупких материалов, что-

бы не откалывались края, на расстоянии 0,5 мм от разметочной линии делают фаски.

Для того чтобы вырубить криволинейные канавки или пазы, необходимо на поверхности заготовки нанести риски, затем крейцмейселем за один проход прорубить канавки глубиной 1,5–2 мм. Неровности, которые образовались после рубки, устраняют канавочником, придавая канавкам одинаковую ширину и глубину по всей длине заготовки. Глубину канавок проверяют шаблоном.

Чугуны и другие хрупкие сплавы рубят всухую. При рубке вязких и мягких сплавов рекомендуется режущую часть зубила слегка смачивать мыльной водой или протирать промасленной тряпкой. При рубке сплавов алюминия лезвие зубила смачивают скипидаром. Это увеличивает стойкость режущей части зубила.

Для получения чистой поверхности, нужно снимать сначала грубую стружку, а затем более частыми ударами молотка — чистовую стружку, толщиной до 1 мм. Наиболее производительной является рубка, при которой за один проход снимают слой металла толщиной до 2 мм. При снятии слоя толщиной более 2 мм наступает быстрое утомление, и поверхность получается шероховатой. В конце рубки удар по зубилу нужно делать более слабым.

При рубке металлов необходимо следить за тем, чтобы рукоятка молотка была хорошо закреплена и чтобы на ней не было трещин. Работая зубилом и крейцмейселем, нужно пользоваться защитными очками. Чтобы предохранить руки от повреждений при неудобных работах, а также в период обучения, на зубило нужно надевать предохранительную резиновую шайбу, а на кисть руки — предохранительный козырек. Заточку инструмента производить при опущенном защитном экране; расстояние

между подручником и шлифовальным кругом должно составлять 2 мм; при заточке следует стоять в стороне от плоскости вращения круга.

7.3. ОПИЛИВАНИЕ МЕТАЛЛА

Опиливание — это операция по обработке металлов и других материалов снятием небольшого слоя металла напильниками, вручную или на станках.

С помощью напильника деталям придают нужную форму и размеры, производят пригонку деталей друг к другу, подготавливают кромки деталей под сварку, выполняют другие работы. Напильниками обрабатывают плоскости, криволинейные поверхности, пазы, канавки, отверстия любой формы, поверхности, расположенные под разными углами, и т.п. Припуски на опиление оставляют небольшими, от 0,5 до 0,025 мм. Точность обработки — от 0,2 до 0,05 мм. При художественной обработке металла ручному опиливанию, как одному из приемов, придается важное значение.

Напильник представляет собой стальной брусок определенного профиля и длины, на поверхности которого имеются насечки, образующие остро заточенные зубцы (зубья), имеющие в сечении форму клина. Изготавливают напильники из стали У10А или У13А и после насекания подвергают термической обработке. Допускается легированная хромистая сталь ШХ15 или 13Х. Подразделяют напильники по крупности насечки, по форме насечки, по длине и форме бруска, по назначению.

Насечки на поверхности напильника образуют зубья, которые снимают стружку с обрабатываемого материала. Зубья напильников получают на пилонасекательных станках с помощью специального зубила, на фрезерных

станках — фрезами, на шлифовальных — специальными шлифовальными кругами, путем накатывания, протягивания на протяжных станках, а также на зубонарезных станках. При каждом способе воздействия нарезается свой профиль зуба. Однако, независимо от способа получения насечки, каждый зуб имеет задний угол, угол заострения и угол резания. Чем меньше насечек на 1 см длины напильника, тем крупнее зуб.

Различают напильники с одинарной, т.е. простой насечкой, с двойной, или перекрестной, точечной, т.е. с рашпильной и дуговой. Напильники с одинарной насечкой могут снимать широкую стружку, равную длине всей насечки. Их применяют при опиливании мягких металлов — латуни, цинка, баббита, свинца, алюминия, бронзы, меди и др. Кроме того, напильники с одинарной насечкой применяют при опиливании материалов с незначительным сопротивлением резанию, а также неметаллических материалов. Используют их для заточки пил, ножей, для обработки пробки, дерева. Напильники с двойной, т.е. перекрестной насечкой применяют для опиживания стали, чугуна и других твердых материалов с большим сопротивлением резанию. В напильниках с двойной насечкой сначала выполняется нижняя глубокая насечка, основная, а поверх нее — верхняя, неглубокая насечка, вспомогательная. Она разрушает основную насечку на множество отдельных зубьев. Перекрестная насечка облегчает работу, так как больше размельчает стружку.

Расстояние между соседними зубьями насечки называется шагом. Шаг основной насечки больше шага вспомогательной. В результате зубья располагаются друг за другом по прямой, составляющей с осью напильника угол 5 градусов, и при его движении следы зубьев частично перекрывают друг друга, поэтому на обработанной

поверхности уменьшается шероховатость, поверхность получается более чистой и гладкой.

Рашпильная (точечная) насечка получается вдавливанием металла специальными трехгранными зубилами, оставляющими расположенные в шахматном порядке вместительные выемки, способствующие лучшему размещению стружки. Рашпилями обрабатывают очень мягкие металлы и неметаллические материалы — резину, кожу и др.

Дуговую насечку получают фрезерованием. Насечка имеет большие впадины между зубьями и дугообразную форму, обеспечивающую высокую производительность и повышенное качество обрабатываемых поверхностей. Применяют напильники с дуговой насечкой при обработке мягких металлов — дюралюминия, меди и др.

Напильники могут быть: общего назначения, специального назначения, надфили, рашпили, машинные. Напильники общего назначения предназначены для общеслесарных работ. По числу насечек (нарезок) на 1 см длины делятся на шесть номеров — 0, 1, 2, 3, 4, 5. Напильники с насечкой 0 и 1 (драчевые) имеют наиболее крупные зубья и служат для грубого опилования, когда требуется удалить большой слой металла: 0,5—10 мм. Точность обработки не превышает 0,1—0,2 мм. Напильники с насечкой 2 и 3 (личные) применяют для чистового опилования изделий с точностью до 0,02—0,05 мм. Снимаемый слой металла не превышает 0,02—0,06 мм. Напильники с насечкой 4 и 5 (бархатные) служат для окончательной отделки изделий. Они снимают слой не более 0,01—0,03 мм при точности обработки от 0,01 до 0,005 мм.

По типам напильники делятся на: А — плоские, Б — плоские остроносые (применяются для опилования наружных или внутренних плоских поверхностей, а также

для пропиливания шлицев и канавок); В — квадратные (используются для распиливания квадратных, прямоугольных и многоугольных отверстий, а также для опилования узких плоских поверхностей); Г — трехгранные (служат для опилования острых углов как с внешней стороны детали, так и в пазах, отверстиях, канавках, для заточки пил по дереву); Д — круглые (используются для распиливания круглых или овальных отверстий и вогнутых поверхностей небольшого радиуса); Е — полукруглые (для обработки вогнутых криволинейных поверхностей значительного радиуса и больших отверстий — выпуклой стороной и для обработки плоскостей, выпуклых криволинейных поверхностей и углов более 30 градусов плоской стороной); Ж — ромбические напильники, их применяют для опилования зубьев зубчатых колес, дисков, звездочек, для снятия заусенцев с этих деталей после обработки их на станках, а также для опилования углов свыше 15 градусов и пазов; З — ножовочные напильники, служат для опилования внутренних углов клиновидных канавок, узких пазов, плоскостей в трехгранных, квадратных и прямоугольных отверстиях, а также при изготовлении режущих инструментов и штампов (типы этих напильников см. на рис. 10).

Плоские, квадратные, трехгранные, полукруглые, ромбические и ножовочные напильники (рис. 11) изготовляют с насеченным и нарезанным зубом. Ножовочные напильники делают по специальному заказу.

Напильники специального назначения служат для обработки цветных металлов, сплавов, изделий из легких сплавов и др. Напильники для обработки цветных сплавов, в отличие от слесарных напильников общего назначения, имеют другие, более рациональные для конкретного сплава углы наклона насечек и более глубокую и

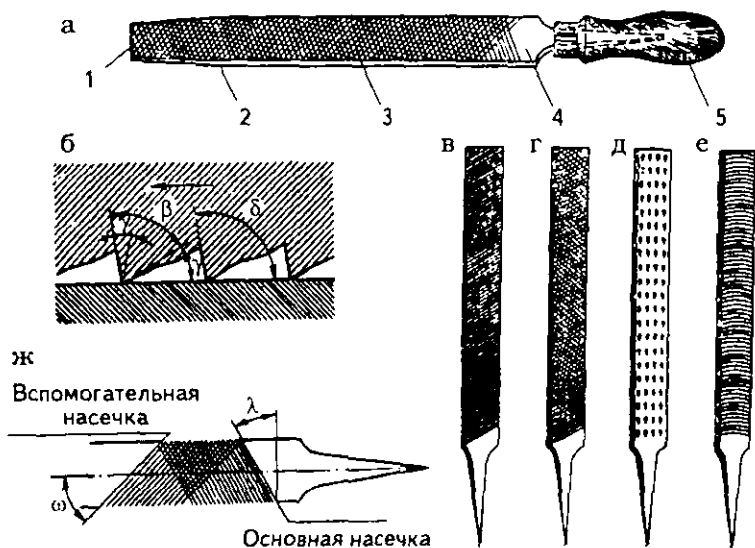


Рис. 10. Напильники:

а — элементы напильника: 1 — нос; 2 — ребро; 3 — грань; 4 — пятка; 5 — ручка; б — профиль зуба, полученного насечкой; в — одинарная насечка; г — двойная насечка; д — рашпильная насечка; е — дуговая насечка; ж — углы перекрестной насечки

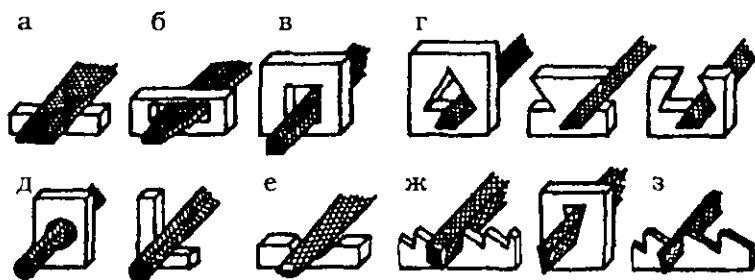


Рис. 11. Напильники по форме сечения:

а — плоские; б — плоские остроносые; в — квадратные; г — трехгранные; д — круглые; ж — ромбические; з — ножовочные

острую насечку, что обеспечивает высокую производительность и стойкость инструмента. Такие напильники выпускаются только плоскими и остроносими с насечкой № 1 и предназначаются для обработки бронзы, латуни и дюралюминия. Маркируют их буквами ЦМ на хвостовике.

Напильники общего назначения, применяемые для обработки изделий из легких сплавов и неметаллических материалов, имеют мелкую насечку, при работе быстро забиваются стружкой и выходят из строя. Применяют напильники со специальной державкой, позволяющие устранить эти недостатки. Эти напильники имеют размеры 4 x 40 x 360 мм и насечку в виде дуговых канавок для выхода стружки при значительно увеличенном шаге по сравнению с драчевыми напильниками общего назначения. Производительность работы такими напильниками повышается в три раза.

Алмазные напильники применяют для обработки и доводки твердосплавных деталей. Алмазный напильник представляет собой стержень с рабочей поверхностью и сечением нужного профиля, на которую нанесен тонкий алмазный слой. Алмазное покрытие на рабочей части изготавливают различной зернистости, для предварительной и окончательной доводки.

Надфили (см. рис. 12) — это небольшие напильники, которые применяют для лекальных, граверных, ювелирных и иных художественных работ по металлу, для зачистки в труднодоступных местах — отверстий, углов и др. Надфили имеют такую же форму, как и слесарные напильники. Изготавливают их из стали У12 или У12А. Длина надфилей может быть 80, 120 и 160 мм. В зависимости от количества насечек, приходящихся на каждые 10 мм длины, надфили подразделяются на шесть типов: 1 — драчевые, 2 — личные; 3—6 — бархатные. По форме сечения

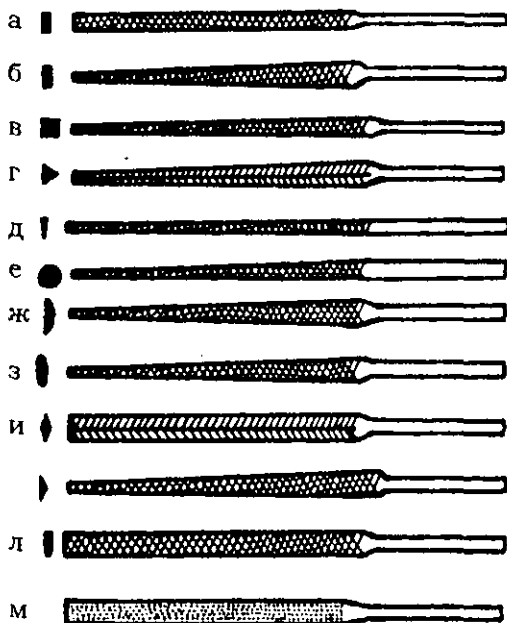


Рис. 12. Надфили:

а — плоские тупоносые; б — плоские остроносые;
в — квадратные; г — трехгранные обыкновенные;
д — ножовочные; е — круглые; ж — полукруглые;
з — овальные; и — ромбические; к — трехгранные
односторонние; л — пазовые; м — алмазные

могут быть круглые, полукруглые, плоские, остроносые, овальные, ножовочные, квадратные, трехгранные, трехгранные односторонние, пазовые и ромбовидные. Алмазные надфили применяют для обработки твердосплавных материалов, различных видов керамики, стекла и др. При обработке надфилями получают поверхности 9—10 классов шероховатости.

Рашпили предназначены для обработки мягких металлов (свинец, олово, медь и др.) и неметаллических мате-

риалов (кожа, резина, древесина, пластические массы), когда обычные напильники непригодны из-за того, что насечка их быстро забивается стружкой и они перестают резать. В зависимости от профиля, рашпили общего назначения подразделяются на плоские (тупоносые и остроносые), круглые и полукруглые с насечкой № 1 и № 2 и длиной от 250 до 350 мм. Зубья рашпили имеют большие размеры и вместительные канавки, расположенные впереди каждого зуба. Опиливание можно производить на станках при помощи машинных (стержневые для опилочных станков с возвратно-поступательным движением) и вращающихся (борнапильники — фасонные головки, дисковые и пластинчатые) напильников.

Насадка рукояток напильников. Для удобства работы на хвостовик напильника насаживают деревянную ручку (рукоятку), изготовленную из липы, ясеня, березы, клена или из прессованной бумаги.

Поверхность рукоятки должна быть гладкой. Длина рукоятки — соответствовать величине напильника и удобно размещаться в ладони. Диаметр отверстия рукоятки не должен быть больше ширины средней части хвостовика напильника, а глубина отверстия должна соответствовать длине хвостовика. Отверстие для напильника просверливают или выжигают, а чтобы ручка не раскалялась, на ее конец насаживают стальное кольцо. Чтобы насадить напильник, его хвостовик вставляют в отверстие рукоятки и, взяв напильник за насеченную часть правой рукой, не очень сильно ударяют головкой ручки о верстак или молотком по рукоятке. Чтобы снять рукоятку с напильника, ее обхватывают левой рукой, а правой рукой наносят молотком два-три несильных удара по верхнему краю кольца, после чего напильник легко выходит из отверстия.

На рабочем месте все напильники должны быть с насаженными рукоятками. После долгого пользования в разработанное отверстие можно вставить деревянную шпильку.

Правила и приемы опилования. Для определенной работы выбирают тип напильника, его длину и номер насечки. Тип напильника определяется формой обрабатываемой поверхности, длина — ее размерами. Напильник берут длиной на 150 мм больше размера обрабатываемой поверхности. Для опилования тонких пластин, пригоночных и доводочных работ выбирают короткие напильники с мелкой насечкой. Когда требуется снять большой припуск, работают напильником длиной 300—400 мм с крупной насечкой. Номер насечки выбирают в зависимости от вида обработки и размера припуска. Для черновой обработки применяют напильники с насечкой № 0 и № 1, они снимают припуск до 1 мм. Чистовая обработка делается напильником № 2. На обработку личными напильниками оставляют припуск до 0,3 мм. Для окончательного опилования и доводки поверхности берут напильники № 3, 4, 5. Они снимают слой металла до 0,01—0,02 мм.

Заготовки из стали повышенной твердости лучше всего опиливать напильником с насечкой № 2. Цветные металлы обрабатывают специальными напильниками, а в отсутствие таковых — напильниками общего назначения № 1. Личные и бархатные напильники для опилования цветных металлов не годятся.

Перед опилованием необходимо подготовить поверхность, очистив ее от масла, формовочной смеси, окалин, литейной корки и т.д. Затем деталь зажимают в тисках опилованной плоскостью горизонтально и примерно на 10 мм выше губок тисков. Заготовку с обработанными

поверхностями закрепляют, надев на губки тисков нагубники из мягкого материала — меди, латуни, алюминия. При опиливании тонкой детали, ее закрепляют на деревянном бруске деревянными пластинками, которые обеспечивают ей неподвижность.

При опиливании нужно следить за правильной координацией движений рук и усилия, передаваемого на напильник. Движение напильника должно быть горизонтальным, поэтому нажимы на ручку и носок напильника должны изменяться в зависимости от положения точки опоры напильника на обрабатываемую поверхность. При движении напильника нажим левой рукой постепенно уменьшается. Регулируя нажимы на напильник, добиваются получения ровной опиливаемой поверхности без завалов по краям. В случае ослабления нажима правой руки и усиления левой может произойти завал поверхности вперед. При усилении нажима правой руки и ослабления левой получится завал назад. Прижимать напильник к обрабатываемой поверхности необходимо при рабочем ходе, т.е. когда напильник движется от себя. При обратном ходе напильник идет свободно, без нажима, однако, его не нужно отрывать от детали, чтобы не потерять опоры и не изменить положения напильника. Чем мельче насечка, тем меньше должна быть сила нажатия.

Важное значение имеет положение работающего в момент опиливания по отношению к обрабатываемой детали. Он должен располагаться сбоку от тисков на расстоянии около 200 мм от верстака так, чтобы корпус был прямым и повернутым под углом 45 градусов к продольной оси тисков. При движении напильника от себя основная нагрузка приходится на слегка вынесенную вперед левую ногу, а при обратном, холостом ходе — на правую.

При слабом нажиме на напильник при доводке или отделке поверхности, стопы ног располагаются почти рядом. Точные работы чаще выполняют сидя.

Не менее важное значение имеет и положение рук (хватка напильника). Нужно взять в правую руку напильник за ручку так, чтобы она упиралась в ладонь, при этом четыре пальца захватывают ручку снизу, а большой палец помещают сверху. Ладонь левой руки накладывают несколько поперек напильника, на расстоянии 20–30 мм от его носка. Пальцы должны быть слегка согнуты, но не свисать; они не поддерживают, а только прижимают напильник. Локоть левой руки — немного приподнят, правая рука от локтя до кисти составляет с напильником прямую линию.

При обработке напильником мелких деталей, а также при работе надфилем, большим пальцем левой руки нажимают на конец надфиля, остальные пальцы поддерживают его снизу. Указательный палец правой руки кладут на надфиль или на напильник. При таком положении рук давление получается минимальным, стружка снимается очень тонкая и поверхность доводится до нужного размера без опасности зайти за разметочную линию.

Опиливание поверхности — сложный и трудоемкий процесс. Чаще всего дефектом при опиливании поверхности является неплоскостность. Работая напильником в одном направлении, трудно получить правильную и чистую поверхность. Поэтому движение напильника, положение его штрихов, следов на обрабатываемой поверхности должны меняться, т.е. попеременно с угла на угол. Сначала опиливание выполняют слева направо, под углом 30–40 градусов к оси тисков, затем, не прерывая работы, прямым штрихом и заканчивают опиливание косым штрихом под тем же углом, но справа налево. Такое изменение направления движения напильника дает воз-

можность получить необходимую плоскостность и шероховатость поверхности.

Процесс опилования нужно постоянно контролировать. Деталь надо проверять довольно часто, особенно к концу работы. Для контроля пользуются поверочными линейками, штангенциркулями, угольниками, поверочными плитами. Поверочную линейку выбирают в зависимости от длины проверяемой поверхности, т.е. линейка по длине должна перекрывать проверяемую поверхность. Проверку качества опилования поверхности поверочной линейкой производят на просвет. Для этого деталь достают из тисков и поднимают на уровень глаз. Поверочную линейку берут правой рукой за середину и прикладывают ее ребро перпендикулярно проверяемой поверхности. Для того чтобы проверить поверхность во всех направлениях, сначала линейку ставят по длинной стороне в двух-трех местах, затем по короткой — также в двух-трех местах и, наконец, по одной и другой диагоналям. Если просвет между линейкой и проверяемой поверхностью узкий и равномерный, значит плоскость обработана удовлетворительно. При контроле линейку не передвигают по поверхности, а каждый раз отнимают от проверяемой поверхности и переставляют в нужное положение.

Если поверхность должна быть опилена особенно тщательно, проверку точности производят с помощью поверочной плиты на краску. В этом случае на рабочую поверхность поверочной плиты тампоном наносится тонкий равномерный слой краски (синька, сурик или сажа, разведенные в масле). Затем поверочную плиту накладывают на проверяемую поверхность, делают несколько круговых движений, плиту снимают. На не достаточно точно обработанных (выступающих) местах остается краска. Эти места опиливают дополнительно, до тех пор,

пока не будет получена поверхность с равномерным слоем краски по всей поверхности. Штангенциркулем можно проверить параллельность двух поверхностей путем замера толщины детали в нескольких местах.

При опиливании плоскостей под углом 90 градусов, их взаимноперпендикулярность проверяют слесарным угольником. Контроль наружных углов детали осуществляют внутренним углом напильника, определяя на просвет. Правильность внутренних углов в изделии проверяют наружным углом.

Опиливание вогнутых поверхностей. Сначала на заготовке размечают необходимый контур детали. Большую часть металла в данном случае можно удалить вырезанием ножовкой, придав впадине в заготовке форму треугольника, или высверливанием. Затем напильником опиляют грани и спиливают выступы полукруглым или круглым драчевым напильником до нанесенной риски.

Профиль сечения полукруглого или круглого напильника выбирают таким образом, чтобы его радиус был меньше, чем радиус опиливаемой поверхности. Не доходя примерно 0,5 мм от риски, драчевый напильник заменяют личным. Правильность формы распиливания проверяют по шаблону «на просвет», а перпендикулярность опиленной поверхности торцу заготовки — угольником.

Опиливание выпуклых поверхностей. Опиливание выпуклых поверхностей производится следующим образом. После разметки срезают ножовкой углы заготовки, после чего она принимает пирамидообразную форму. Затем с помощью драчевого напильника снимают слой металла, не доходя до риски примерно на 1 мм, после чего личным напильником осторожно снимают слой металла по риске.

Опиливание цилиндрических заготовок. Цилиндрический стержень сначала опиливают на квадрат, сторона которого равна диаметру плюс припуск на последующую обработку. Затем у квадрата опиливают углы и получают восьмигранник; из него опиливанием получают шестигранник, далее опиливанием углов граней добиваются круглой формы. Равномерное округление поверхности в процессе опиливании достигается непрерывным поворачиванием заготовки. Слой металла для получения четырех и восьми граней снимают драчевым напильником, а восьмигранник и шестигранник опиливают личным напильником. Контроль обработки производят штангенциркулем, в нескольких местах.

Опиливание мелких деталей. Мелкие детали зажимают в ручные тиски и, оперев их о верстак, поворачивают левой рукой на себя при рабочем ходе, т.е. при движении напильника вперед, и от себя при холостом ходе. При этом напильник или надфиль держат правой рукой с вытянутым вперед указательным пальцем и им же осуществляют нажим.

Опиливание тонких пластинок обычными приемами невозможно, так как они изгибаются, мнутся и на них получаются завалы. Не следует зажимать пластинку между двумя деревянными планками, поскольку при этом насечка напильника быстро забивается деревянными опилками. Лучше всего применять специальные раздвижные стальные закаленные рамки. Они состоят из двух планок, между которыми зажимается обрабатываемая деталь, соединенных неподвижно на цилиндрических штифтах, и зажимаются в тисках. Обработка ведется до касания напильника верхней плоскости рамки, что позволяет обходиться без контроля правильности опиливании специальной линейкой.

Опиливание по копиру (кондуктору) является наиболее производительным для заготовок, имеющих криволинейный профиль. Копир (кондуктор) представляет собой приспособление, рабочие поверхности которого обработаны соответственно контуру обрабатываемой детали, с точностью от 0,5 до 0,1 мм, закалены и отшлифованы. Подлежащую опиливанию заготовку вставляют в копир и вместе с ним зажимают в тисках. После этого опиливают выступающую часть заготовки до уровня рабочей поверхности копира. При изготовлении большого количества одинаковых деталей из тонкого листового материала, в копире можно закреплять несколько заготовок.

На рис. 13—15 показаны приемы опиливания разных поверхностей.

Отделка поверхностей. Выбор способа отделки и последовательность переходов зависят от обрабатываемого материала и требований к качеству поверхности, ее состояния, конструкции, размеров детали и припуска, который может достигать 0,05—0,3 мм. В тех случаях, когда требуется высокая точность обработки, поверхности после опиливания подвергаются окончательной отделке бархатными напильниками, полотняной или бумажной шлифовальной шкуркой и абразивными брусками.

При отделке поверхностей пользуются деревянными брусками с наклеенной на них шлифовальной шкуркой. В некоторых случаях полоску шкурки накладывают на плоский напильник, придерживая при работе концы рукой. Для отделки криволинейных поверхностей шкурку наворачивают на оправку в несколько слоев. Зачистку ведут сначала грубыми шкурками, затем более тонкими. Ручная зачистка является малопроизводительной операцией, так как требует больших затрат времени.

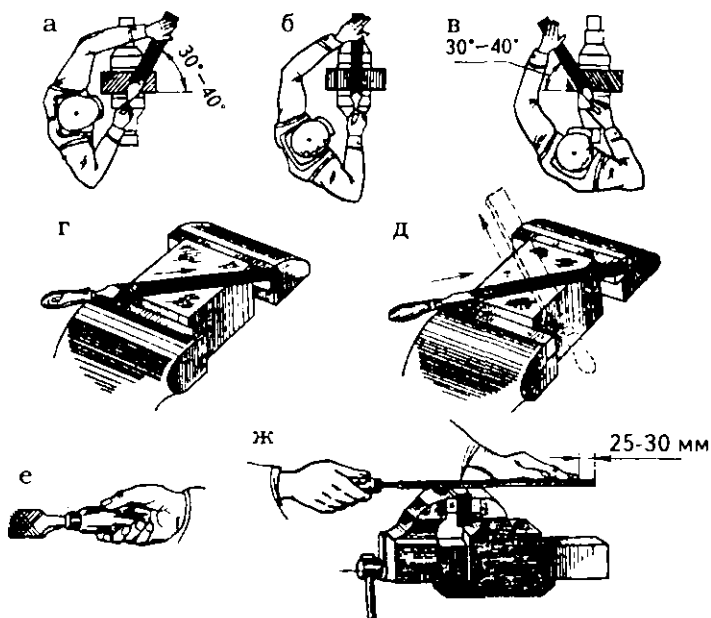


Рис. 13. Приемы опилования ровной поверхности:
а, б, в — последовательное положение работающего;
г, д — движение напильника при опиловании
перекрестным штрихом; е — захват напильника
правой рукой; ж — положение правой и левой рук
при опиловании

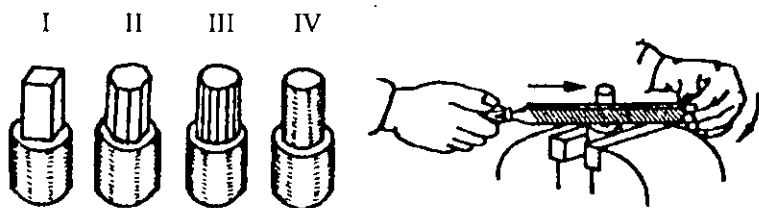


Рис. 14. Опиливание цилиндрической поверхности:
I — квадрат; II — восьмигранник;
III — шестнадцатигранник; IV — цилиндр

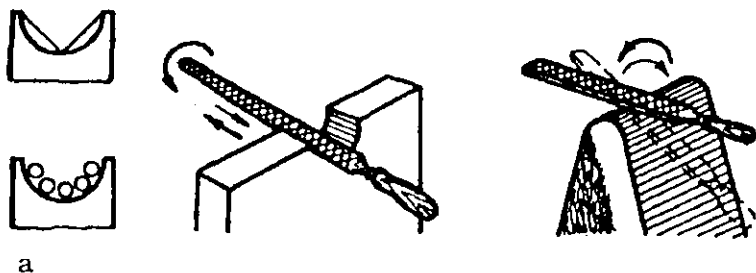


Рис. 15. Опиливание вогнутых (а) и выпуклых поверхностей

Распиливание — это обработка отверстий с целью придания им нужной формы. Обработка круглых отверстий производится круглыми и полукруглыми напильниками, трехгранных отверстий — трехгранными, ножовочными и ромбическими напильниками; квадратных — квадратными напильниками.

Подготовка к распиливанию начинается с разметки и накернивания разметочных рисок, затем сверлят отверстия по разметочным рискам и вырезают проймы, образованные сверлением. Наилучшей получается разметка отшлифованной шкуркой металлической поверхности. При распиливании сверлят одно отверстие, когда пройма небольшая; в больших проймах сверлят два или более отверстий, в целях оставить наименьший припуск на распиливание. Большие перемычки трудно удалить из просверленной проймы, однако, нельзя располагать отверстия и слишком близко друг к другу, чтобы избежать сдавливания, которое может привести к поломке сверла.

При распиливании в заготовке квадратного отверстия вначале размечают квадрат, а в нем — отверстие, затем просверливают отверстие сверлом, диаметром на 0,5 мм меньше стороны квадрата. В просверленном отверстии

пропиливают четыре угла квадратным напильником, не доходя 0,5 мм до разметочных рисок, после чего распиливают отверстие до разметочных рисок в такой последовательности: вначале две противоположные стороны, затем остальные, далее подгоняют отверстие под требуемый размер.

При распиливании в заготовке трехгранного отверстия, размечают контур треугольника и сверлят в нем отверстие сверлом, не касаясь разметочных рисок треугольника. Затем в круглом отверстии пропиливают три угла и последовательно распиливают стороны, не доходя 0,5 мм до разметочной риски, после чего подгоняют стороны треугольника. Работать трехгранным напильником нужно строго прямолинейно, чтобы избежать поднутрения сторон. Точность обработки проверяют вкладышем. При подгонке надо следить за тем, чтобы вкладыш входил в распиливаемое отверстие свободно, без перекоса и плотно.

Уход за напильниками. Увеличение срока службы напильника обеспечивается правильным уходом. Напильники хранятся в антикоррозионной смазке, которую перед работой надо удалить, промыв инструмент щеткой в чистом бензине или натерев насечку мелом, который впитает жир, а затем жесткой щеткой по направлению рядов насечек мел удаляют. При работе с напильником необходимо помнить и соблюдать некоторые правила: нельзя ударять по напильникам — из-за хрупкости они могут дать трещины и сломаться; не следует класть напильники на металлические или каменные, бетонные поверхности и предметы, так как это может привести к выкрашиванию зубьев; хранят напильники на деревянных подставках в положении, которое не дает им возможности соприкасаться между собой; чтобы предохранить от коррозии, нужно не допускать попадания на напиль-

ники влаги, кислот, испарений; темный цвет говорит о том, что напильник окислился или плохо закален; новый напильник имеет светло-серый цвет. Напильники нужно оберегать от попадания масла и наждачной пыли; замасленные напильники не режут, а скользят, поэтому не следует протирать напильник рукой, так на ней всегда имеется жировая пленка; наждачная пыль забивает впадины зубьев, повреждает их, напильник после воздействия абразивов плохо режет. Чтобы предохранить напильники от забивания стружкой мягких и вязких металлов, их перед работой следует натереть мелом; во избежание преждевременного износа напильников, особенно перед опиливанием заготовок, поверхности которых покрыты ржавчиной, необходимо удалить с них ржавчину металлической щеткой.

Время от времени напильник очищают от стружки и опилок, постукивая носком напильника о верстак.

Нельзя обрабатывать напильником материалы, твердость которых равна или превышает его твердость, это вызовет затупление или выкрашивание зубьев. Поэтому при обработке поверхностей остатки плавленной буры, литейной корки, окалины, наклепа снимают наждаком или насеченным ребром старого напильника, и только после этого начинают опилование.

Напильники нужно применять только по назначению; новым напильником лучше обрабатывать сначала мягкие металлы, а после некоторого затупления — твердые. Это увеличивает срок годности инструмента.

Очищают напильник кордовой щеткой со стальным ворсом. Перемещают щетку вдоль насечки; у напильников с двойной насечкой — вдоль основной насечки. В ручку щетки вставлен металлический стержень с расплюснутым концом, который служит для удаления тех час-

тиц, которые застряли после чистки проволочной щеткой. При отсутствии щеток, зубья напильника очищают скребками из алюминия, латуни или другого мягкого металла. Твердая стальная или медная проволока для этой цели не годятся, так как стальная портит насечку, а медная омедняет зубья.

Замасленные напильники чистят сначала древесным углем, натирая вдоль рядов насечек, а затем щеткой, или промывают в растворе каустической соды и чистят щеткой. Промасленные напильники моют в керосине или бензине. Для очистки напильников от древесины, костяных, эбонитовых и пластмассовых стружек, их опускают на 15 минут в горячую воду, затем очищают стальной щеткой и просушивают.

Старые напильники можно обновить, если опустить их на 10 минут в 10-процентный раствор серной кислоты, промыть в проточной воде, очистить стальной щеткой, еще раз промыть в растворе каустической соды, ополоснуть в горячей воде, протереть и просушить. Или: в стеклянной посуде растворить в 750 г дистиллированной воды 90 г буры, к этому раствору, осторожно помешивая, добавить 400 г мелко намотого сульфита меди и 350 г 30-процентной серной кислоты. В приготовленную таким образом жидкость опустить хорошо вымытый напильник и подержать 20 минут. Затем промыть теплой водой и просушить.

Очистить напильник можно и следующим способом: сначала протереть его металлической щеткой, вымыть водой с мылом, затем слабым раствором каустической соды (10 г соды на 200 мл воды) и выдержать 10 минут в растворе, состоящем из 10 частей 20-процентной азотной кислоты, 30 частей 20-процентной серной кислоты и 70 частей воды. После химической обработки напильник вымыть горячей водой и погрузить в гашеную известь.

7.4. СВЕРЛЕНИЕ

Сверление — это процесс образования отверстий в сплошном материале снятием стружки с помощью режущего инструмента — сверла, совершающего вращательное и поступательное движения относительно своей оси. **Рассверливание** — это процесс увеличения при помощи сверла диаметра отверстий, образованных в изделиях и деталях при литье, штамповке, ковке и иных работах.

В основном, сверление применяют для получения неотчетливых отверстий невысокой степени точности и невысокого класса шероховатости, например, под заклепки, шпильки и т.д., а также для получения отверстий под нарезание резьбы, развертывание, зенкование. Чтобы получить высокое качество поверхности отверстия после сверления, его дополнительно зенкуют и развертывают. В отдельных случаях точность сверления можно повысить путем тщательного регулирования станка, правильной заточки сверла или сверлением через специальные приспособления, которые называют кондуктором. При изготовлении художественных изделий из металла отличительными чертами сверления являются — мягкость просверливания материала, малые значения его толщины и диаметров, а также, при ювелирных работах, удерживание деталей и изделия силой пальцев рук. При изготовлении художественных изделий применяют как ручное сверление, так и механизированное.

Для рабочего процесса важное значение имеет правильный выбор сверла. Они подразделяются на: спиральные, с прямыми канавками, центровочные, перовые и для глубокого, кольцевого сверления. Изготавливают сверла из легированных, быстрорежущих и углеродистых сталей. Кроме того, сверла могут оснащаться пла-

стинками из твердых сплавов. Для сверления отверстий, как правило, применяют спиральные сверла и специальные.

Спиральное сверло представляет собой двухлезвийный режущий инструмент, состоящий из цилиндрического стержня, который имеет на рабочей части две винтовые канавки, и, на противоположной, — хвостовика для закрепления сверла. Винтовые канавки служат для удаления стружки при сверлении, а также для образования режущих элементов. Винтовые канавки имеют различный наклон к оси сверла, в зависимости от вида обрабатываемого материала. Например, при сверлении стали применяют сверла с углом наклона канавок 26—30 градусов, при сверлении хрупких материалов — 22—25 градусов, при обработке алюминия, дюралюминия и электролита — 45 градусов, при сверлении легких и вязких металлов 40—45 градусов. Винтовые канавки образуют два рабочих пера, связанные между собой поперечной кромкой.

Спиральные сверла, в зависимости от направления винтовых канавок, подразделяются на правые и левые. В правых канавка направлена по винтовой линии с подъемом слева направо, движение сверла происходит по ходу часовой стрелки. В левых канавка направлена по винтовой линии с подъемом справа налево, движение сверла происходит против часовой стрелки. Поперечная кромка при работе сверла не режет, а давит металл заготовки. На вдавливание в металл поперечной кромки приходится до 65% усилия подачи. Поэтому, чтобы облегчить работу, нужно подточить поперечную кромку сверла.

Узкие полоски на цилиндрической поверхности сверла, расположенные вдоль винтовых канавок, называют ленточками. Они предназначены для уменьшения трения сверла о стенки отверстия. Кроме того, ленточки

направляют сверло в отверстие и способствуют тому, чтобы его не уведило в сторону. Сверла диаметром 0,25–0,5 мм выполняют без ленточек.

Хвостовик является продолжением рабочей части сверла и может быть коническим и цилиндрическим. Конические хвостовики имеют сверла диаметром от 60 до 80 мм. Такие хвостовики обеспечивают наиболее прочное и точное крепление инструмента. Для сверления мелких отверстий, диаметром до 20 мм, в основном применяют сверла с цилиндрическим хвостовиком. Они просты в изготовлении и достаточно надежны в работе. Сверла с коническим хвостовиком устанавливают непосредственно в отверстие шпинделя станка или через переходные втулки, и они удерживаются благодаря трению между хвостовиком и стенками конического отверстия шпинделя. Сверла с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в шпинделе станка с помощью специальных патронов. На конце хвостовика имеется лапка, которая не позволяет сверлу поворачиваться в шпинделе и служит упором при удалении сверла из гнезда.

Шейка сверла, соединяющая рабочую часть с хвостовиком, имеет меньший диаметр, чем диаметр рабочей части, и служит для выхода абразивного круга в процессе шлифования, на ней обозначена марка сверла и материала. Спиральные сверла изготавливают из углеродистой инструментальной стали У10А, быстрорежущей стали Р6М5, хромокремнистой 9ХС и легированной стали, а также из твердых сплавов ВК6, Т15К6 и ВК8. Сверла из быстрорежущей стали являются самыми распространенными.

Широкое применение находят сверла, оснащенные пластинками из твердых сплавов. Их применяют при сверлении и рассверливании чугуна, закаленной стали, стекла, поделочных камней и других твердых материалов.

Эти сверла обладают высокой стойкостью и значительно облегчают работу.

Подготовка к механизированному и ручному сверлению. Подготовка к работе заключается в выборе станка, режущего инструмента и охлаждающей жидкости, закреплении сверла и детали и в определении режима резания. Механизированное сверление производится на сверлильных станках. В случаях, когда деталь установить на станок невозможно или когда отверстия расположены в труднодоступных местах, сверление ведут при помощи ручных дрелей, коловоротов, трещоток, электрических и пневматических ручных сверлильных машинок.

Выбирают сверло в соответствии с заданным диаметром и в зависимости от обрабатываемого материала. Выбирая диаметр сверла, нужно помнить, что в результате работы сверлом отверстие получается несколько большего размера, чем сверло. Так, при диаметре сверла 5 мм, отверстие получается 5,03 мм; при диаметре сверла 10 мм — 10,12 мм; при диаметре сверла 25 мм, отверстие будет равным 25,2 мм; при диаметре сверла 50 мм, диаметр полученного отверстия будет 50,28 мм.

Разбивку отверстия можно уменьшить тщательной регулировкой станка, правильной заточкой сверла или применением кондукторной втулки. Для уменьшения разбивки сначала можно сверлить отверстие на 1—3 мм меньше требуемого, а уже затем проходить сверлом нужного размера. Диаметры свыше 20 мм лучше сверлить в два приема: сначала малым сверлом, а затем рассверлить до нужного диаметра.

Охлаждающими жидкостями пользуются для того, чтобы повысить стойкость сверла и получить чистую поверхность отверстия при сверлении металлов и сплавов. Универсальной охлаждающей жидкостью является мыльная

эмульсия, для приготовления которой на ведро воды берут 200 г мыла и 6 столовых ложек отработанного машинного масла, затем раствор хорошо размешивают и кипятят. Для сверления стали применяют смесь минерального и жирных масел — сурепного или касторового. Для меди применяют сурепное масло, для дюралюминия — керосин с касторовым или сурепным маслом, для силикона — смесь спирта со скипидаром.

Сверильный патрон или соответствующую переходную втулку подбирают в зависимости от того, какой хвостовик имеет сверло — конический или цилиндрический. Для закрепления и правильной установки деталей применяют машинные тиски различных видов, специальные приспособления, угольники, упоры, кондукторы и др. При сверлении сквозного отверстия, чтобы не повредить столешницу или верстак, под деталь помещают подкладку из древесины. Хорошую прокладку можно сделать также из двух деревянных дощечек и стальной пластинки между ними толщиной 3 мм.

Под режимом резания при сверлении подразумевается скорость резания и подача. Сверлу сообщают два одновременных движения — вращательное, которое называется главным, рабочим, движением, и поступательное, направленное вдоль оси сверла, которое называется движением подачи. При сверлении под влиянием силы резания происходит отделение частиц металла и образуется стружка. Скоростью резания называется путь, проходимый в направлении главного движения наиболее удаленной от оси сверла точкой режущей кромки в единицу времени. Величина скорости резания зависит от обрабатываемого материала, диаметра и материала сверла и формы его заточки, от подачи, глубины резания и охлаждения. Чем больше диаметр сверла и чем тверже материал, под-

лежащий сверлению, тем меньше скорость резания. Неправильный выбор скорости резания и подачи может привести к тому, что сверло «сядет» или «сгорит», т.е. затупится или потеряет свои режущие качества.

Сверло работает лучше при большей скорости резания и малой подаче. В связи с тем, что усилие подачи возрастает с увеличением диаметра сверла, при сверлении отверстий свыше 20 мм рекомендуется сначала производить сверление сверлом, диаметр которого равен приблизительно одной трети от заданного, а затем рассверливать на размер. Отверстия при сверлении могут быть сквозными, глухими и неполными. Чтобы достичь высокого качества отверстия, необходимо правильно выбрать приемы сверления, правильно расположить сверло относительно обрабатываемой поверхности и совместить ось сверла с центром будущего отверстия.

Просверлить отверстие возможно двумя способами: по кондуктору и по разметке. По разметке сверлят одиначные отверстия. Предварительно на деталь наносят осевые и круговые риски — основную, определяющую контуры будущего отверстия, и контрольную, диаметром несколько большим, чем диаметр будущего отверстия. Затем кернят центр и окружности, причем, керновое отверстие центра должно быть глубже, чтобы дать предварительное направление сверлу. Осуществляют сверление в два приема: сначала выполняют пробное, а затем окончательное. Пробным сверлением получают углубление с диаметром около $1/4$ будущего отверстия. После этого удаляют стружку и проверяют concentричность лунки и основной круговой риски. Если контуры лунки (углубления) смещены относительно основной круговой риски, то от центра лунки в ту сторону, куда нужно сместить центр отверстия, крейцмейселем прорубают две или три канавки.

Затем вновь просверливают отверстие и, убедившись в его правильности, доводят до окончательного размера.

Для обработки отверстий в однотипных изделиях, без предварительной разметки, применяют сверление по кондуктору. Кондуктор представляет собой плиту с запрессованными втулками, расположение которых соответствует расположению отверстий в обрабатываемом изделии. Кондуктор перед сверлением накладывается на изделие, закрепляется, и через его втулки поочередно пропускается сверло. Работа с помощью кондуктора ускоряет работу и повышает точность сверления.

Глухие отверстия на заданную глубину сверлят по втулочному упору на сверле или по измерительной линейке, которая закреплена на станке. Упор представляет собой втулку, имеющую отверстие с резьбой, в которое ввинчен винт, фиксирующий в канавке сверла. Для измерения сверло подводят до соприкосновения с поверхностью детали, сверлят на глубину конуса сверла и отмечают по стрелке начальное положение на линейке. Затем к этому показателю прибавляют заданную глубину сверления и получают цифру, до которой надо доводить сверление. Некоторые сверлильные станки имеют на измерительной линейке упор, нижнюю грань которого устанавливают на цифре, до которой нужно сверлить. Упор фиксируют винтом.

Осуществляя сверление глухих отверстий, нужно время от времени доставать сверло из отверстия и очищать отверстие от стружки и, если необходимо, измерять глубину глубиномером штангенциркуля.

Если необходимо просверлить сквозное отверстие в уголке, его закрепляют в тисках на деревянной прокладке.

Чтобы просверлить отверстия с уступами, нужно сначала просверлить отверстие по наименьшему диаметру,

затем рассверлить на один или два больших диаметра, в пределах глубины каждой ступени. Сверла меняют по количеству ступеней, последовательно увеличивая их диаметр. Другой способ сверления отверстий с уступами состоит в том, что сначала работают сверлом наибольшего диаметра, а затем сверлом меньшего диаметра по числу ступеней. При первом способе сверло не уводит в сторону, оно хорошо центрируется. Измерять глубину сверления легче при втором способе, так как глубиномер тогда упирается в дно отверстия.

При сверлении отверстий в плоскостях, расположенных под углом, чтобы сверло не отклонялось в сторону и не ломалось, сначала готовят площадку перпендикулярно оси просверливаемого отверстия (фрезеруют или зенкуют), между плоскостями вставляют деревянные вкладыши или подкладки, затем сверлят отверстие обычным способом.

На цилиндрической поверхности отверстия сверлят следующим образом. Сначала перпендикулярно оси сверления на цилиндрической поверхности делают площадку, накернивают центр, затем сверлят отверстие обычным способом. При сверлении полых деталей полость забивают деревянной пробкой. Для сверления отверстий в тонком листовом металле выбирают перовые сверла, так как обычным сверлом просверлить очень трудно. Из-за того, что глубина сверления меньше длины заборного конуса, режущие кромки сверла будут цепляться за обрабатываемый материал и рвать его.

Глубоким сверлением называют сверление отверстий на глубину, превышающую диаметр сверла в 5 и более раз. Сверление может быть кольцевым и сплошным. При сверлении спиральным сверлом отверстия надсверливают коротким сверлом, с последующим сверлением нормальным сверлом на полную глубину. Просверливая

глубокое отверстие, сверло из него периодически выводят, не останавливая станок, и удаляют из канавок накопившуюся стружку. Длина сверла должна соответствовать глубине сверления. Не рекомендуют сверлить отверстия большой глубины с двух сторон.

При сверлении легких сплавов нужно быть особенно внимательным. Сложно сверлить алюминиевые и магниевые сплавы. При сверлении магниевых сплавов на передней поверхности сверла делают фаску с передним углом 5 градусов, шириной 0,2–0,6 мм, в зависимости от диаметра. В этом случае, чем больше диаметр сверла, тем шире фаска. При обработке магниевых сплавов не рекомендуются большие скорости, так как эти сплавы могут воспламеняться. При обработке магниевых сплавов применяют сверла с большими передними углами, малыми углами при вершине (24–90 градусов) и большими задними углами (15 градусов).

Для обработки алюминиевых сплавов изготавливают сверла с большими углами при вершине (65–70 градусов) и углами наклона винтовых канавок (35–45 градусов), чем у сверл для обработки черных металлов. Задний угол равен 8–10 градусам.

Причинами брака при сверлении могут быть неисправность станка, инструмента, приспособления, неправильная установка и крепление детали, а также поломка сверла в случае, если металл некачественный, с пустотами или твердыми включениями — тогда сверло отклоняется в сторону и ломается. Затупление и поломка сверла часто происходит при сверлении сквозных отверстий. Чтобы этого не случилось, нужно уменьшить подачу в момент выхода сверла в два раза. Происходят поломки, если сверло неправильно заточено или тупое. Работать нужно только исправным инструментом, надеж-

но и плотно закрепленным в патроне. Неплотное крепление и игра сверла приводят либо к его поломке, либо к не точному отверстию. Поломка может произойти из-за слишком большой скорости резания или из-за чрезмерно большой подачи. При глубине сверления больше режущей части сверла, канавки забиваются стружкой, что вызывает сильный нагрев сверла, оно притупляется и может сломаться.

Сверлильные работы требуют внимательности и осторожности. При помехах в работе или необычном звуке сверление прекращают, до выяснения причин неисправности и для их устранения.

7.5. ПРАВКА И РИХТОВКА МЕТАЛЛА

Правка и рихтовка представляют собой операции по выправке металла, заготовок и деталей, имеющих вмятины, выпучины, волнистость, коробление, искривление и др. Правка и рихтовка имеют одно и то же назначение, но отличаются приемами выполнения, используемыми инструментами и приспособлениями. Металл подвергается правке как в холодном, так и нагретом состоянии. Выбор способа зависит от величины прогиба, размеров и материала изделия. Правка может выполняться вручную — на стальной или чугунной плите, или на наковальне, а также машинным способом — на правильных вальцах, прессах.

Кривизну деталей и заготовок определяют на глаз или по зазору между плитой и уложенной на нее деталью. Края изогнутых мест отмечают мелом. При правке важно правильно выбирать места, по которым следует наносить удары. Сила ударов должна быть соразмерна величине кривизны и постепенно уменьшаться по мере перехода

от наибольшего изгиба к наименьшему. Чтобы не было трещин и наклепа материала, нельзя наносить повторные удары по одному и тому же месту заготовки. Правку выполняют на наковальне, правильной плите, при надежных подкладках, исключающих возможность соскальзывания детали при ударе. Правильные плиты изготавливают из стали или серого чугуна, монолитными или с ребрами жесткости, они достаточно массивны. Масса их должна быть не менее чем в 90–150 раз больше массы молотка. Рабочая поверхность плиты должна быть ровной и чистой.

Устанавливают плиты на металлические или деревянные подставки, обеспечивающие, помимо устойчивости, горизонтальность положения. Чтобы избежать ударов по рукам и вибраций при правке металла, нужно надевать рукавицы, прочно держать детали или заготовки на плите или наковальне.

Правка считается законченной, когда все неровности исчезнут и деталь станет прямой, что можно определить положением линейки.

Производится правка молотками с круглым гладким полированным бойком. Молотки с квадратным бойком оставляют следы в виде квадратов, углов и т.п. Для правки закаленных деталей (рихтовки) применяют молотки с радиусным бойком массой 400–500 г, из стали У10. Хорошо зарекомендовали себя рихтовальные молотки, оснащенные твердым сплавом, корпус которых выполнен из стали У7 и У8. В рабочие концы молотка вставляют пластинки твердого сплава ВК6, ВК8. Рабочую часть бойка затачивают и доводят по радиусу до 0,05–0,1 мм. Применяют и молотки со вставными бойками из мягких металлов, в основном, для правки деталей с окончательно обработанной поверхностью или заготовок из цветных ме-

таллов и сплавов. Вставные бойки могут быть медными, деревянными, свинцовыми.

Правка полосового металла осуществляется следующим образом. На выпуклой стороне мелом отмечают границы изгибов. Полосу располагают на правильной плите так, чтобы она плоской поверхностью лежала выпуклостью вверх, соприкасаясь с плитой в двух точках. Для правки применяют молоток с круглым гладким полированным бойком. Удары наносят по выпуклым частям, регулируя силу удара в зависимости от толщины полосы и величины кривизны: чем больше искривление и толще полоса, тем сильнее удары. По мере выправления полосы силу удара ослабляют и чаще переворачивают полосу с одной стороны на другую, до полного выправления. При нескольких выпуклостях сначала выправляют ближайшие к концам, а затем расположенные в середине.

Результаты правки (прямолинейность заготовки) проверяют на глаз. Более точно можно проверить на разметочной плите по просвету или наложением линейки на полосу.

Правку узких серповидно изогнутых заготовок производят на плите под линейку. Для этого заготовку кладут на плиту, одной рукой прижимают к ней и молотком (деревянным или стальным с выпуклым бойком) наносят удары, начиная с более короткой, вогнутой кромки изогнутой заготовки, т.е. с той, где волокна металла сжаты и их необходимо растянуть, чтобы заготовка выровнялась. В начале правки удары по вогнутой кромке должны быть более сильными, а по мере приближения к противоположной кромке — все слабее и слабее. Этим достигается, что вогнутая, более короткая кромка постепенно вытягивается, и заготовка выпрямляется. Выпрямление можно контролировать линейкой.

7.6. ГИБКА МЕТАЛЛА

Гибка — это способ обработки металла давлением, при котором заготовке или части ее придается изогнутая форма. Выполняется гибка молотками, лучше с мягкими бойками, в тисках, на плите или с помощью специальных приспособлений. Тонкий листовой металл гнут киянками, изделия из проволоки — плоскогубцами или круглогубцами. Гибке подвергают только пластичный материал. Производят гибку на глаз или по шаблону.

В процессе гибки наружные слои металла растягиваются и удлиняются, а внутренние, сжимаясь, укорачиваются. Неизменным по длине остается так называемый нейтральный слой, который у симметричных по сечению заготовок (квадратных, прямоугольных, круглых, овальных, шестигранных и др.) лежит на равном расстоянии от сторон, посередине, а у несимметричных профилей (треугольного, полукруглого) нейтральный слой проходит через центр тяжести сечения. Поэтому определение размеров заготовок профилей сводится к подсчету длины прямых участков (полок), длины укорачивания заготовки в пределах закругления или длины нейтральной линии в пределах закругления.

При гибке деталей под прямым углом, без закруглений с внутренней стороны, припуск на загиб берется от 0,5 до 0,8 толщины материала. Складывая длину внутренних сторон угольника или скобы и добавив припуск или припуски на загиб, получаем длину заготовки детали.

При малом радиусе гибки в металле могут образоваться трещины. Чтобы этого не случилось, не следует гнуть по радиусам, меньшим минимально допустимым для данной толщины и для материала. Так, для латуни радиус

гибки должен быть не менее одной толщины заготовки, для стали — 1,2–2, для дюралюминия — 3.

Листовой металл после прокатки имеет волокнистую структуру. Чтобы не случилось трещин, его следует гнуть поперек или так, чтобы линия сгиба составляла с направлением прокатки угол, равный 45 градусам.

При гибке деталей из листового металла (а в отдельных случаях также и проволоки круглого и квадратного сечения и полос) происходит явление распружинения, т.е. угол изгиба несколько увеличивается после снятия напряжения. Величина угла, на который распрямляется деталь вследствие упругой отдачи, зависит от степени упругости металла, его толщины и радиуса изгиба. Заранее определить угол пружинения трудно, поэтому приходится заготовки загибать сильнее, т.е. с заведомо меньшими радиусами и углами изгиба, а оснастку (оправки) для получения точных изгибов деталей необходимо подбирать и доводить опытным путем. Для гибки деталей из листового и полосового металла необходимо произвести расчет длины разметки, отпиливания или рубки заготовки, правки на плите и опиления по ширине в заданный размер. Подготовленную таким образом заготовку изгибают в определенной последовательности.

Ушко со стержнем из тонкой проволоки гнут с помощью круглогубцев. Длина заготовки должна быть на 10–15 мм больше, чем требуется по чертежу. Удерживая заготовку за один конец, второй изгибают, постепенно переставляя круглогубцы в местах изгиба. После того как ушко будет загнуто соответственно заданным размерам, ему придают нужную форму с помощью плоскогубцев. После этого лишний конец стержня удаляют кусачками.

Глава 8. ХУДОЖЕСТВЕННАЯ КОВКА

Художественная ковка — один из древнейших способов обработки металлов. Его истоки на Руси были связаны с производством орудий труда славянскими племенами в VI—VIII веках. В древнерусском государстве кузнечное ремесло достигло высокого уровня. Во времена Киевской Руси кузнецы искусно ковали из железа и стали сельскохозяйственные орудия, предметы быта, инструменты, оружие и доспехи, конскую сбрую. Все эти изделия предназначались для практического использования, а потому делались добротнo. Специалисты насчитывают более 150 видов предметов, которые выполнялись кузнечной техникой. Каждый из этих предметов имел различную форму и размеры. Древнерусские кузнецы владели всеми приемами свободнойковки, сварки, термической обработки, горновой пайки медью. При том уровне техники это требовало от мастера большого опыта и навыка, так как различить, например, сорта стали малоуглеродистой и высокоуглеродистой можно только по цвету и характеру искры или излому, а степень нагрева при ковке, закалке и сварке — по цвету каления, т.е. на глаз. О температуре отпуска стали мастер судил по цветам побежалости и т.д.

Кузнечный мастер был не только исполнителем, создающим изделия и владеющим всем комплексом технологических и производственных знаний и навыков, но и творцом, изобретателем конструкций и форм изделий, включая их художественно-декоративные качества. Изделия русских кузнецов служили украшением и дополнением к костюму — перстни, пряжки, застёжки, браслеты, цепочки, подвески и т.п.; украшали сбрую коня. Это были

и петли на ларцы и сундуки, а также дверные замки, мечи, пуги, шлемы, боевые топоры, бытовая утварь и множество других железных кованых изделий, которые по своим художественным качествам относятся ныне к области прикладного искусства и рассматриваются как художественное произведение.

Мастера-универсалы ковали все, начиная с подков, гвоздей, кос, топоров и заканчивая художественными ювелирными изделиями. Кузнецы узких специальностей совершенствовали технологию каждый в своей области. При производстве ювелирных и декоративных изделий появились и получили дальнейшее развитие подкладные штампы. Замочники стали изготавливать отдельные детали замков холодным способом. Появились такие инструменты, как напильники, тиски, зубила. Развивалась техника пайки, и мало-помалу замочники отделились от кузнецов, дав начало новой отрасли производства — слесарной, которая получила свое название в XVIII веке от немецкого слова *schlisen* (замок). Но основные приемы свободнойковки, известные с глубокой древности, сохранились до наших дней — это вытяжка, осадка, рубка, пробивка отверстий, изгибание, скручивание, сварка, наложение рисунка.

В русском искусстве художественные особенности железа в полной мере раскрылись в XVIII веке, чему способствовали достаточное количество металла, специализация в области художественного ремесла и большой опыт, накопленный мастерами. Многие кованные из железа работы предназначались для включения их в архитектуру. Оконные проемы закрывались ажурными решетками, от пожаров делали сплошные железные двери и ставни. Богато оформленные железные двери украшали каменные храмы. Двери зачастую соединяли несколько

видов декоративного оформления. Кованые и просечные полосы, розетки, сложные по силуэту накладки чередовались с росписью по железу, с литыми ручками, декоративными заклепками. Такие работы можно видеть в памятниках архитектуры Москвы, Ярославля, Казани, Петербурга и других городов. В убранстве зданий применяли просечную отделку; верхушки шатровых покрытий украшались флюгерами, которые представляли собой сложные сооружения из металла, часто раскрашенные, а на царских теремах они золотились, для усиления декоративности и для предохранения железа от окисления. Широко использовалась ковка для выполнения оград городских усадеб, особняков, церковных дворов. В Петербурге с ковкой соперничала техника чугунного литья, которая вытесняла ковку как дорогостоящую работу. Однако своеобразие художественных решений, которое достигается ковкой, сохраняло к ней интерес и в последующих, XIX, XX веках. Легкость ажурного узора, вариации унифицированных деталей характеризуют кованые решетки мастеров Петербурга и Москвы. На рис. 16, 17 изображены кованые решетки, восхищающие ажурностью сплетений.

От умения мастеров зависело многое. Если для литья рисунок и разработку всей декорации давал архитектор, то ковка всегда была рассчитана на творческую доработку деталей кузнецом. Некоторые ограды имеют единую схему основной конструкции, которая определялась рядом вертикально поставленных прутьев, перехваченных по горизонтали узким прутком, закрепленным на месте перехвата фигурной заклепкой или розеткой. Завершие прутков является главным декоративным элементом ограды. Эта часть ограды предстает всегда изящно очерченной, напоминающей легкое растение, завершающееся

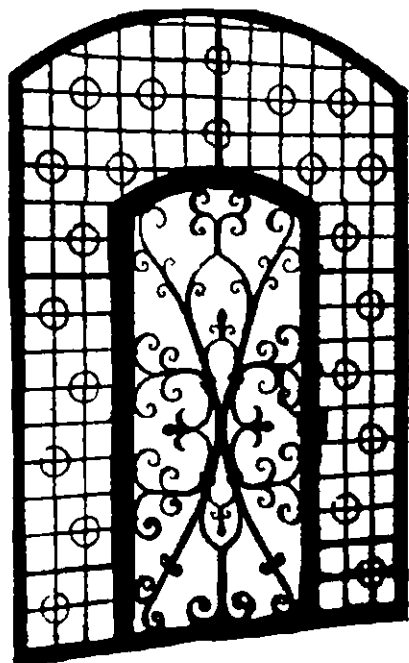


Рис. 16. Кованая дверная решетка, выполненная с применением операции разрубки

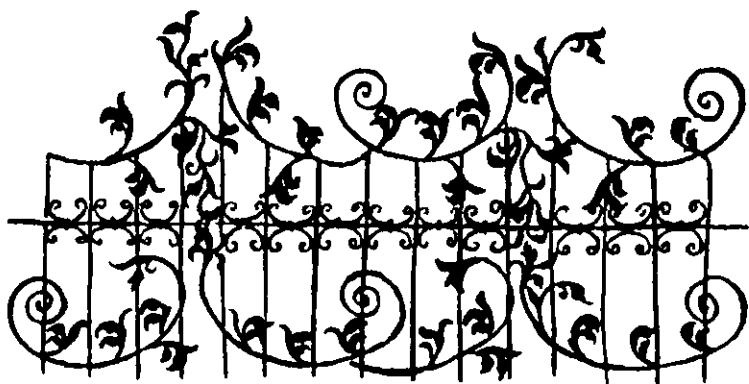


Рис. 17. Кованая решетка. Россия, XVIII в.

цветком. К разработке этих деталей обращены фантазия и мастерство кузнеца, а в этих деталях раскрывается красота ажурных кованых решеток.

Во многих губернских городах России строились общественные и частные дома, улучшалась планировка, создавались торговые ряды, площади. И во всем отражалось влияние классицизма — нового художественного стиля, для которого характерны строгость, ясность, рациональность. Под воздействием классицизма, в работах по металлу начинают преобладать упрощенные приемыковки, они все чаще сводятся к использованию гнутья. Умеренность классицизма заставляет мастеров искать красоту в гармонии несложных элементов геометрического орнамента. Соединениековки с приемами гнутья и просечки можно наблюдать во многих работах городских и деревенских мастеров. Особое место среди них занимают осветительные приборы. Для деревни это — светцы, для города — подсвечники. Светцы держали лучину и представляли собой высокую, до полутора метров, конструкцию, состоящую из стержня, основания и разветвленной верхушки с несколькими зажимами — держателями лучин. Даже самая несложная конструкция светца вызывает интерес виртуозностью обработки железа в верхушке, где металл всегда рассечен, закручен и превращен в орнаментальную форму. Часто железный стержень-стояк обрастает завитками, ответвлениями, которые образованы отсеченными полосками металла. Глядя на такую вещь, не веришь, что сделана она из тяжелого железа.

Виртуозны по исполнению и кованые подсвечники. Односвечник часто сделан с оригинальным механизмом, поднимающим свечу по мере ее сгорания, трехсвечовые подсвечники напоминают цветущий куст, на ветках которого укреплены цветы-розетки, подвешены це-

почки и т.д. Для изготовления дверей кузнечных дел мастера выполняли целые наборы: скобы, угольники, специальные гвозди. Но самое интересное — это замки и петли. Навесные замки из железа ковали тоже как художественные изделия. По их корпусу, имеющему в поперечном разрезе форму овала, шли узоры геометрического орнамента, оригинальные кованые сечки были с кружевными завитками и плотными спиралями вдоль стержня, идущего к рукоятке. Завитки нередко заканчивались головками коней — оберегов, охраняющих дом. Для оковки сундуков, ларцов, укладок и т.д. применялось просечное железо. В сундуках хранили одежду, шкафов тогда еще не знали, в ларцах — ценные вещи и украшения. Подголовники — ларцы со скошенной крышкой — брали в дорогу. В них хранились деньги, важные документы. Сработаны ларцы были надежно, из прочной древесины, почти сплошь покрытой железными полосами и замками с секретом. Оковка — отделка деревянного предмета полосами просечного железа — была разнообразна и определялась расположением металла, направлением движения лент, плотностью укладки. От этого зависел характер узора, образуемый просечным металлом. Ларцы и коробочки с железной оковкой всегда были привлекательны и приятны своими пропорциями, оригинальным сочетанием дерева и металла, решением ручек и замков.

Ковка как один из способов обработки железа получает современную трактовку в работах многих сегодняшних мастеров, которые на выставках декоративно-прикладного искусства демонстрируют выполненные ими светильники, вазы, кубки, другие изделия, воплотившие сложные приемы художественнойковки и новые оригинальные решения.

8.1. ОБОРУДОВАНИЕ И ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ КОВКИ

Ковка является способом обработки металлов давлением от ударов молота по заготовке, которая может быть предварительно нагрета (горячая ковка) или без нагрева (холодная ковка). Под ударами молота заготовка деформируется и приобретает желаемую форму. Однако такая деформация без разрывов и трещин свойственна не всем металлам, а лишь обладающим определенной степенью вязкости, пластичности, тягучести. Совокупность данных качеств обуславливает способность коваться и называется ковкостью металла. Это свойство непостоянно и зависит от степени нагрева металла. Чем выше температура, тем мягче становится металл и тем легче он куется. Без предварительного нагрева можно ковать драгоценные металлы (золото, серебро), а также цветные — медь, алюминий и их сплавы. При холодной ковке металл, деформируясь под действием ударов, быстро теряет пластичность и тягучесть, начинает растрескиваться, разрываться. Чтобы избежать этого, нужно вовремя произвести отжиг заготовки, после чего металл снова приобретает свои первоначальные качества. По мере изготовления изделия отжиг выполняют неоднократно. Основное применение холодная ковка находит в ювелирном деле. Горячая ковка используется при обработке малоуглеродистых сталей (ковочного железа) для производства различных художественных изделий — светильников, фонарей, решеток, башенных часов, кованой пластики, скульптур, различного инструмента и т.д. Для изготовления художественных кованых изделий применяется углеродистая сталь обыкновенного качества. Лучшей является с наименьшим содержанием углерода: С0 (углерода до 0,23), С1 (уг-

лерода 0,07—0,12) и С2 (углерода 0,09—0,15). Может также использоваться углеродистая качественная конструкционная сталь марки 10 (углерода 0,1) и 15 (углерода 0,15), хотя она в экономическом отношении обходится дороже.

Для изготовления кузнечных, чеканных, слесарных инструментов применяют инструментальную углеродистую сталь с содержанием углерода от 0,6 до 1,4 и некоторые марки легированной инструментальной стали. Куют изделия из стали в нагретом состоянии, когда металл становится пластичным и лучше поддается деформации. У каждого сорта стали существует определенный интервал температур начала и конца ковки, зависящий от химического состава и структуры обрабатываемого металла. В среднем температура начала ковки 1100—1300, конца — 800—900 градусов. Устройство для нагрева металла называется кузнечным горном. Кузнечный горн на один или два огня под одним дымоходом является важнейшим оборудованием кузницы. Помещение для нее должно быть достаточно просторным и светлым. Полезная площадь — около 40 квадратных метров при высоте 3 м. Стены кузницы могут быть кирпичными или деревянными, оштукатуренными с внутренней стороны. Гладкий пол должен облегчать уборку.

Горн в художественной ковке применяется для нагрева металлических заготовок массой до 20 кг. Существует несколько видов кузнечных горнов: переносные, стационарные, открытого и закрытого типа, одноочковые и двухочковые (в зависимости от количества очагов горения), кирпичные, клепаные, сварные. Состоит горн (см. рис. 18) из кирпичной кладки, вытяжной трубы с вытяжным зонтом (колпаком). На поверхности кладки сделано углубление для горнового гнезда и второе — для ванны с

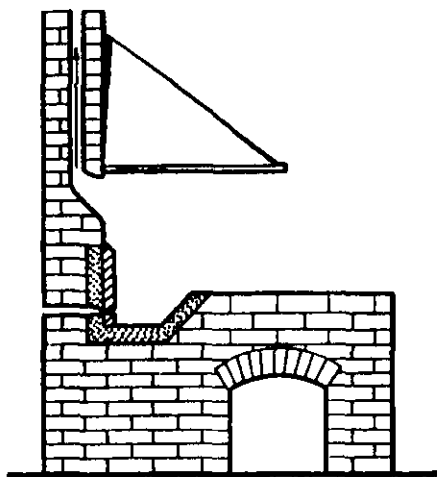


Рис. 18. Горн с кирпичной кладкой

водой. В нижней части предусмотрена ниша для хранения угля. Через сопло воздух от меха, который приводится в действие неравноплечим рычагом, подается в горновое гнездо. Высота кирпичной кладки 700–800 мм, ширина и глубина 1000–1100 мм. Для большей прочности горн связывается каркасом из угловой стали. Горновое гнездо облицовано огнеупорным шамотным кирпичом. Длина кирпича 200 мм, ширина 400 мм, глубина 100–150 мм.

На рис. 19 дано изображение горна с нижним дутьем.

Сжигаемое в горнах топливо (кокс, антрацит и древесный уголь) должно содержать минимальное количество серы, а при горении спекаться и образовывать сверху твердую корку, способствующую развитию высокой температуры в очаге. Наилучшим топливом является древесный уголь, который при сгорании не выделяет серы и имеет малое количество золы. Для того чтобы правильно разжечь и обслужить горн, необходимо освободить горновое гнездо от остатков топлива, шлака, кусков кир-

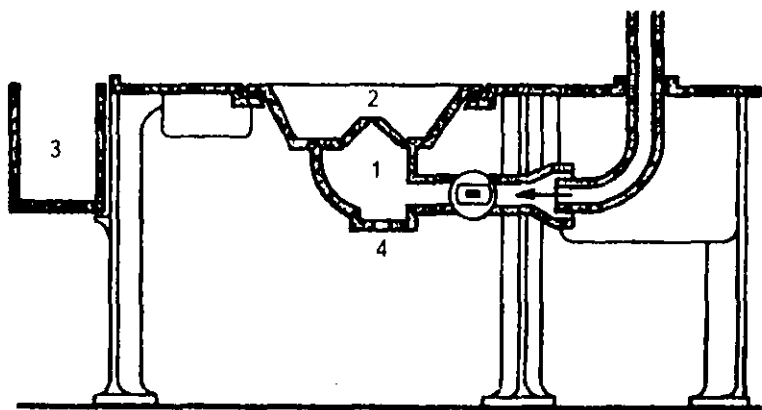


Рис. 19. Горн с нижним дутьем:

1 — воздушная камера; 2 — чугунное сопло; 3 — ящик для воды; 4 — отверстие для удаления шлака

пича, золы, а сопло очистить от шлака и продуть воздухом. Затем проверить газоплотность воздухопровода и его заслонки. Разжигать горн можно промасленными тряпками, дровами, деревянной стружкой, горячими углями, взятыми из работающего горна. Далее нужно открыть заслонку воздухопровода, постепенно подавать топливо и добавлять воздух, добиваясь при этом яркого, слегка коптящего пламени, и следить, чтобы сопло во время работы всегда было покрыто слоем угля, дутье осуществлялось равномерно и вдуваемый воздух не соприкасался с нагретым металлом, а верхние слои угля, предварительно смоченные водой, спекались и образовывали корку. Заготовку или ее конец зарыть в горячие угли и засыпать свежим углем. Между соплом и заготовкой оставить слой горячих углей. Для обеспечения равномерного нагрева заготовку необходимо время от времени поворачивать, а дутье регулировать во избежание местных перегревов.

При нагреве заготовок недопустимо и вредно высокое дутье, так как избыточный кислород вдуваемого воздуха вступает в соединение с металлом и образует окалину. В результате возникают потери металла, затрудняется его обработка. Перегрев заготовок также отрицательно сказывается на их качестве: чрезмерный рост зерен, ухудшение механических свойств металла. Опытные мастера определяют температуру нагретого металла на глаз — по цвету калиния. Так, темно-красному цвету калиния соответствует температура 650 градусов, вишнево-красному — 700, светло-красному — 800, густо-оранжевому — 900, оранжево-желтому — 1000, светло-желтому — 1100, соломенно-желтому — 1150, белому различной яркости — 1200–1400 градусов.

В некоторых кузницах на расстоянии 1,5–2 м от горна устанавливают наковальню, на некотором расстоянии от нее стуловые тиски. Баки для воды монтируют вместе с конструкцией горна или возле него. В старых кузницах использовали деревянную бочку, которую на две трети зарывали в землю. Это давало возможность держать воду холодной, что необходимо при закалке инструмента или его охлаждении. Кузнечный инструмент развешивают на стене, на колке дымохода или в специальной стойке, что практиковалось у русских мастеров. Ящики для песка, передвижные козлы из стали, сверлильные станки, пневматический молот, рычажные ножницы, автогенный сварной аппарат в качестве передвижного горна — все это поможет мастеру полнее и качественнее воплощать свои идеи в материале. Нужно помнить, что все инструменты и приспособления должны всегда находиться на определенном месте, в строгом порядке. То, что требуется чаще, нужно разместить ближе. Инструмент, который берут правой рукой, должен находиться справа; тот, что берут

левой, — слева. И вообще под рукой должен находиться всякий инструмент, необходимый для данной технологической операции.

Все кузнечные инструменты делятся на опорные, ударные, вспомогательные и измерительные. Основной опорой, на которой производят ковку, является *наковальня*. Изготавливается из углеродистой стали, масса 80–300 кг. При художественной ковке применяются наковальни массой 80–100 кг. Наковальни подразделяются на безрогие, однорогие, двурогие (см. рис. 20). Широкое распространение получили двурогие. В верхней части наковальни находится главная пластина — *наличник* толщиной

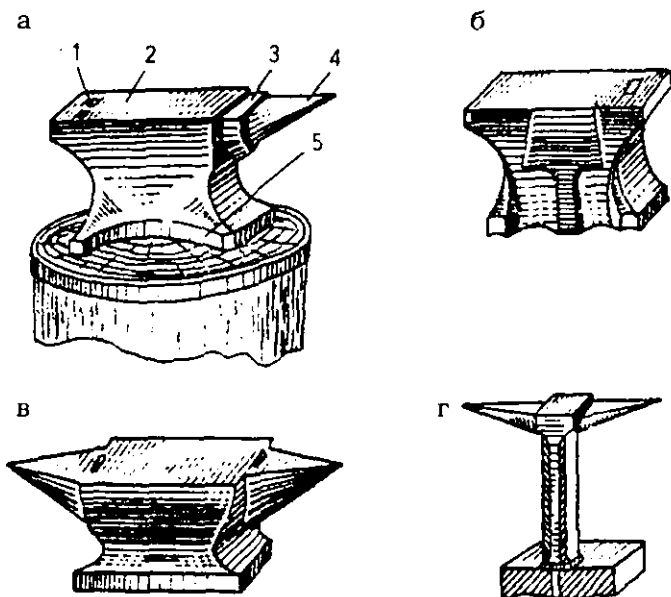


Рис. 20. Типы наковален:

а — однорогая; б — двурогая; в — безрогая;
г — шперак

10–20 мм, изготовленная из стали У8. Наличник является непосредственной опорой для обрабатываемых заготовок; конусообразный рог служит для выполнения различных гибочных работ и раздачи колец; квадратный хвост — для загибания поковок под углом 90 градусов; отверстие — для пробивки отверстий (круглое) и закрепления вспомогательного инструмента (квадратное), лапы служат для крепления наковальни к стулу.

Так как наковальня является инструментом, на рабочую часть которой действуют большие нагрузки, то при выборе ее нужно быть очень внимательным. При легком ударе молотком хорошая наковальня издает чистый звук. Наличник наковальни должен быть закаленным, что проверяют напильником, который оставляет едва заметный след. Наковальня устанавливается строго горизонтально и крепится к деревянному, из крепких пород, чурбану (стулу) со стальным обручем на верхней части, на высоте согнутого большого пальца опущенной руки кузнеца, это примерно 750–800 мм от пола.

Небольшие двурогие наковальни массой 4–20 кг называются *шпераками*. Применяются в основном для сложных художественных работ, для гибочных работ из полосовой и листовой стали, для выколотки и правки всевозможных орнаментальных элементов. Их можно вставлять в квадратное отверстие наковальни или в кузнечные тиски. Шпераки можно прикреплять к деревянному чурбану.

Ударный инструмент. Ручной молоток (ручник) — это кузнечный молоток массой 1–2,5 кг. Его применение очень обширно, практически нет ни одной технологической операции, где бы ни применялся ручник. Он служит для обработки мелких заготовок, им указывают место, по которому нужно бить кувалдой. Траектория удара ручником должна быть не прямой, а закругленной. При изго-

товлении этого инструмента нужно быть особенно внимательным к форме, массе и его термической обработке.

Кувалда — большой молот, массой 3–10 кг. Предназначен для обработки крупных заготовок, нанесения сильных ударов. По своему характеру удары делятся на локтевой, плечевой и размашистый. Локтевой удар применяется при вытяжке и других операциях, где необходимы частые, но не сильные удары. Плечевой, средний по силе, применяется при рубке, пробивании отверстий и т.д. Сила плечевого удара должна быть соразмерна величине заготовки и соответствовать характеру работы. Во время рубки металла удары направляются вертикально и точно на отрубающий инструмент. Последний удар должен быть слабым. Максимально возможный удар — размашистый, когда кувалда описывает в воздухе полный круг. Такой удар применяется при рубке толстых заготовок и других работах. При работе с кувалдой, особенно при размашистых ударах, молотобойцу необходимо стоять под углом 90 градусов по отношению к кузнecu.

Кувалда имеет два бойка — оба плоские или один плоский, а другой клиновидный.

Фасонные молотки применяются, в основном, в художественных работах при загибе сложных заготовок, отгибке листьев на шпераках, при выколотке на металлической форме (нижнике). При работе с проволокой необходимо иметь деревянные молотки. Фасонные молотки, так же как и шпераки, могут изготавливаться мастером по необходимости и быть весьма разнообразными.

Разнообразие и количество вспомогательных инструментов очень велико. Их можно разделить на инструменты, с помощью которых видоизменяется заготовка (рубка, скручивание и т.д.), крепящиеся к деревянной ручке и имеющие свои подоби́я, — это *нижники*, их вставляют

в квадратные отверстия наковальни, и на удерживающие инструменты — разной формы *горновые клещи*.

Зубило и подсечка являются инструментами для рубки металла. Рубку производят между подсечкой и зубилом. Кузнечное зубило имеет отверстие для рукоятки. Подсечка вставляется в отверстие наковальни четырехгранным хвостом. Иногда заготовку кладут на специальную не закаленную площадку у основания рога наковальни и рубят одним зубилом. Зубило применяется для рубки металла в холодном и горячем состоянии. По форме зубила могут быть прямыми, полукруглыми, фасонными и односторонними. Зубила для рубки по холодному металлу затачиваются под углом 45 градусов, для рубки по горячему — под углом 60 градусов.

Пробойник — инструмент для пробивания отверстий. Бывает круглым, овальным, квадратным и фигурным. Применяется для пробивания нетолстых заготовок при просечных работах. Как и зубило, имеет рукоятку.

Подбойка — применяется для ускорения протяжки металла, выделки в поковке желобков, углублений и т.п. Применяется как с нижником, так и без него. Рабочая часть имеет разный радиус кривизны. Для перехвата поковки, когда нужно от большого сечения перейти к меньшему, по всему периметру толщины заготовки применяют односторонние подбойки с вырезом разного размера, в этом случае применяется нижник.

Обжимка придает заготовке граненую, цилиндрическую или иную форму. Верхник обжимки крепится на деревянной ручке, нижник вставляется в квадратное отверстие наковальни. Формы обжимки могут быть разнообразными.

Раскатка — инструмент, который служит для ускорения вытяжки (раскатки) заготовки в длину.

Гладилка служит для выглаживания поверхности изделия. По форме гладилки могут быть квадратными, полукруглыми; рабочая часть гладилки должна быть хорошо отшлифована.

Гвоздильня предназначена для высадки различных головок заклепок, болтов, гвоздей. Представляет собой металлическую пластину размером 300 x 40 x 25 мм с отверстиями разной величины, которые имеют незначительный конус, т.е. в верхней части отверстие меньше на 2—4 мм.

Подсечка — вставляется в квадратное отверстие наковальни. Применяется при рубке мелких заготовок без зубила, при рубке толстых заготовок применяется с верхником.

Нижник служит для загибки спирали; скоба — согнутый отрезок металла круглого профиля, применяется при гибке; вилка — применяется при гибке, вставляется в квадратное отверстие наковальни.

Формовая плита — массивная плита с отверстиями и ручьями различных профилей. Раскаленная заготовка накладывается на соответствующий ручей и под ударами молота приобретает нужную форму.

К удерживающим инструментам относятся горновые клещи, которые бывают нескольких разновидностей. Каждому профилю и размеру обрабатываемой заготовки должен соответствовать нужный профиль и размер клещей. Клещами заготовку вынимают из горна, удерживают и поворачивают ее в процессековки. Клещи имеют различные формы губок: клещи с плоскими губками применяют для захвата полосового металла и квадрата; клещи с вогнутыми губками — для металла круглого сечения; клещи с плоскими губками и поперечиной — для захвата материала различной ширины; клещи для уголка; клещи для заклепок; клещи с подвижной губкой, позволяющей захватывать заготовку различной толщины.

На рис. 21 наглядно представлены инструменты и приспособления для свободной ковки.

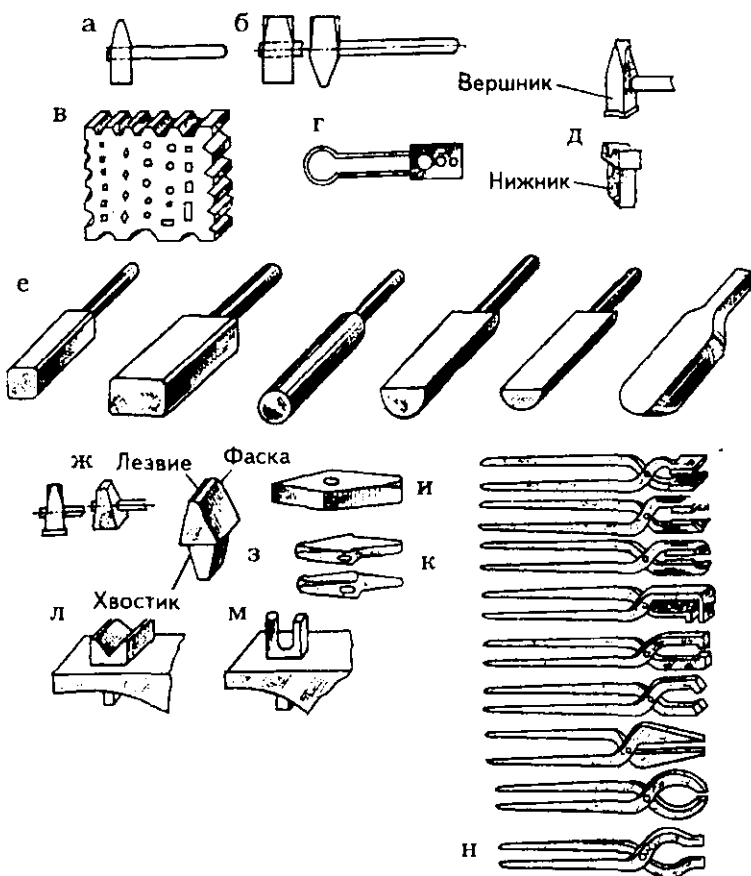


Рис. 21. Инструменты и приспособления для свободнойковки

- а — ручной молоток; б — кувалда; в — гвоздильня;
 г, д — обжимки; е — раскатки; ж — гладилки;
 з — подсечка; и — зубило; к — бородки; л — нижник;
 м — видка; н — клещи

Если нет клещей требуемого размера, нужно отковать конец заготовки так, чтобы он подошел к клещам ближайшего размера. Можно подгонять губки клещей под заготовку путем их нагревания, чтобы они по всей длине прилегали к поверхности заготовки и прочно ее удерживали, но при частом повторении такой подгонки клещи приходят в негодность.

При работе над изделием иногда возникает необходимость проверки только что выполненной операции (контроль, соотношение с другой, аналогичной деталью). В таких случаях применяют измерительные и контрольные инструменты, к которым относят двойной кронциркуль, служащий для проверки размеров во времяковки; кузнечный треугольник, служащий для выверки правильности углов. Кроме того, используют шаблоны и калибры — гребенки, представляющие собой стальную удлиненную пластинку с вырезами по сторонам, причем каждый вырез делается несколько шире указанного на нем размера, примерно на один процент, с учетом теплового расширения стали.

Кроме перечисленных инструментов, при художественной ковке применяются различные *оправки*, которые можно изготовить исходя из рисунка или модели. Процесс изготовления оправок состоит в следующем. Сначала из тонкого листового железа вырезается шаблон, точная копия в натуральную величину того или иного элемента рисунка или орнамента. В шаблоне четко указываются радиусы закруглений, параметры лекальных кривых и другие данные. Затем по шаблону из железа загибают небольшой участок дуги требуемого радиуса, часть дуги эллипса. Рабочая поверхность оправки тщательно опиливается или выглаживается. При загибе завитков и других кривых из прутков или

полос применяют стальную плиту с рядами отверстий, в которые плотно вставляют штыри. Подобрав по шаблону соответствующие отверстия в плите и забив в них штыри, полосу огибают вокруг или между ними, получая каждый раз аналогичную по изгибам кривую. Этим приемом удобно выгибать раппортные элементы. Применяют и другие приспособления, например, штампы, пуансоны.

Изготовление инструмента

Для закрепления навыков слесарной и кузнечной обработки можно изготовить ряд слесарных и кузнечных инструментов, которые будут необходимы учащимся и начинающим мастерам для их дальнейшей работы.

Слесарное зубило куется вручную из прутковой стали У7 или У8. Заготовку диаметром 23 мм протягивают на полосу 16 x 25 мм. Длина заготовки должна быть 500 x 800 мм дляковки без клещей. Оттягивают на переднем крае наковальни рубящую часть и выглаживают гладилкой. Затем отрубают от заготовки изготовленную часть длиной 160 мм. Скругляют ударяемую часть. После отделки зубило закаливают.

Кузнечный молоток (ручник) изготавливается свободной ковкой с незначительным припуском на механическую обработку рабочей поверхности. Ручник куют из стали У7, У8 сечения 40 x 40 мм. Нагретую заготовку пробивают пробойником. В отверстие вставляют оправку и на оправке отверстие отделывают так, чтобы оно имело небольшой конус. Это позволяет надежно закрепить ручку в молотке с помощью деревянных и металлических клиньев. Обработанную часть отрубают от заготовки на длину хвоста молотка. На переднем краю нако-

вальни вытягивают хвост. Молоток выглаживают и закаливают.

8.2. ОСНОВНЫЕ ПРИЕМЫ РУЧНОЙ СВОБОДНОЙ КОВКИ

В процессековки художественных изделий применяют многие приемы, используя различные инструменты, исходя из характера материала и задач, стоящих перед мастером.

Приемы можно свести к следующим основным операциям: осадка, вытяжка, рубка, разрубка, пробивка отверстий, гибка, закручивание, выглаживание (отделка), на-секание рисунка, набивка рельефа и фактуры.

Осадка предназначена для уменьшения длины заготовки за счет увеличения ее поперечного сечения. Может быть полной и местной. При полной осадке деформируется весь металл, при местной деформируется только часть его. Соответственно тому делается и нагрев — полный или местный.

Осадка применяется для получения отдельных утолщений на поковке (концов или середины) при ковке декоративных элементов, имеющих переменное сечение: например, растительные орнаментальные мотивы (утолщенные узлы на стебле, плоды, ягоды и т.п.). После осадки заготовка дополнительно обрабатывается обжимками, подбойками. Кроме того осадка применяется как предварительная операция перед загибанием под углом, в целях восполнения недостающего металла для образования угла. При осадке заготовку нагревают, ставят вертикально на наковальню и бьют молотком или кувалдой по верхнему концу. Длина поковки не должна превышать

диаметр больше чем в 2—2,5 раза, иначе произойдет изгибание. Если длина заготовки не позволяет наносить удары молотком, то осадка производится ударами самого предмета о наковальню. При осадке важно соблюдать следующие условия: концы заготовки должны быть срублены под углом 90 градусов, заготовка должна быть прямой. При необходимости осадить заготовку на малом участке с большой разницей в сечении, нагретую заготовку опускают в холодную воду, исключая участок, подлежащий осадке. Эта операция должна производиться быстро, заготовку нельзя передерживать в воде, необходимо следить за нагретым концом. Такой прием применяется при изготовлении головок болтов или больших строительных гвоздей.

В некоторых случаях осадку концов заготовки производят, нагревая конец и загибая его под углом 90 градусов, затем, перевернув, ударяют по загнутому концу металла. Сложность этого приема в том, чтобы при осадке не сделать складку загнутого конца. Хорошо этот прием использовать при горновой сварке. Осадку концов заготовок можно производить в тисках. Для этого нагретую заготовку закрепляют в тиски так, чтобы над губками возвышалась та часть металла, которую требуется осадить. Высота осаживаемой части должна быть в 2,5 раза больше сечения заготовки. Операцию необходимо производить быстро, так как при зажатии в тиски нагретый металл скоро остывает от соприкосновения с губками. Заготовку быстро закрепляют и осаживают ручным молотком.

Порой может случиться, что при осаживании концов заготовок большого сечения сила губок тисков окажется недостаточной, чтобы удержать заготовку, и она при ударе скользит в тисках. Тогда, если позволяет заготовка, в ней делают плечики. При работе с заготовками большой

длины случается, что нужно производить осадку в середине заготовки. При таком варианте заготовку в зоне осадки выгибают в форме Z и сверху по изгибу ударяют молотком. После осадки заготовку выправляют.

Существуют и множество приемов осадок с использованием приспособлений.

Вытяжка, или протяжка, — это кузнечная операция, в результате которой происходит увеличение длины заготовки за счет уменьшения площади ее поперечного сечения. Она не только изменяет форму заготовки, но и улучшает качество металла. В практике ручной свободнойковки различают несколько основных приемов вытяжки: на плоских бойках, поочередная и на вырезных бойках.

Вытяжка на плоских бойках (см. рис. 22) выполняется по всей длине участка заготовки вначале с одной стороны, затем кантовка на 90 градусов и вытяжка с другой стороны. Большие по длине поковки могут изгибаться на наковальне или в бойках концами книзу. Чтобы исправить изгиб, заготовку кантуют сначала на 180 градусов, а затем на 90 градусов. Работу ведут быстро, стараясь за один нагрев отковать большую площадь.

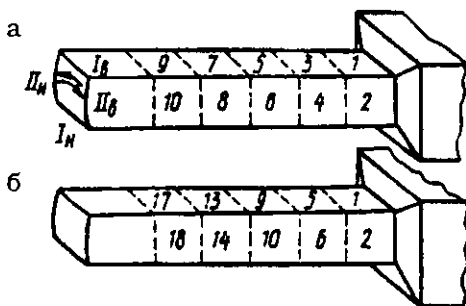


Рис. 22. Вытяжка на плоских бойках:

а — по всей длине участка; б — поочередная

Поочередная вытяжка на плоских бойках выполняется по винтовой линии. Прием более сложный и менее производительный. Применяется при ковке твердых инструментальных сталей.

Вытяжка в вырезных бойках (рис. 23) или в комбинации плоских бойков с вырезными используется при ковке легированной стали с пониженной пластичностью. Благодаря боковому давлению, которое создается жесткими стенками инструмента, повышаются сжимающие напряжения, увеличивается пластичность металла. Поковки получаются более точные по форме и размерам, а скорость вытяжки возрастает.

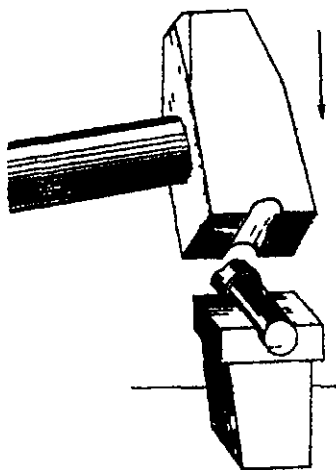


Рис. 23. Вытяжка в вырезных бойках

Имеются и другие разновидности операции вытяжки: протяжка на кромке наковальни, расплющивание, вытяжка с оправкой, раскатка на конус, раскатка на оправке и другие.

Протяжка на кромке наковальни (рис. 24) производится тогда, когда мастер работает без подручного. В этом случае нагретую заготовку укладывают на острую кромку наковальни под углом 45 градусов и ударами ручного молотка по противоположной грани протягивают ее. От кромки наковальни под действием ударов на заготовке появляются уступы, которые при дальнейшей ковке выравнивают с учетом нужных размеров и форм.

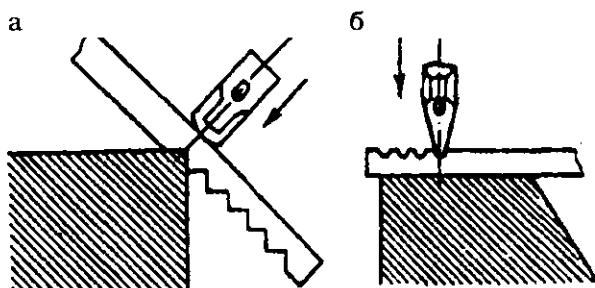


Рис. 24. Протяжка:
а — на кромке наковальни; б — скругленным молотком

Расплющивание (уширение, разгонка) заготовки в поперечном направлении осуществляется при помощи раскатки или непосредственно кувалдой. Расплющивание необходимо при выполнении таких орнаментов, как лепестки цветков, листья и др.

Вытяжка с оправкой — это прием, который позволяет увеличивать длину пустотелых поковок за счет толщины стенок и уменьшения наружного диаметра. Применяется при ковке длинных полых деталей — труб, цилиндров и т.д. Производится в круглых или квадратных обжимках, в зависимости от формы заготовки. Перед работой оправку

следует нагреть до 150—250 градусов, а ее рабочую поверхность хорошо смазать.

Вытяжка на конце применяется при изготовлении гвоздей, светцов, пробоев, жиковин и других изделий. Нагретую заготовку начинают вытягивать немного отступая от конца и в процессе вытяжки подают на себя. Во время работы нужно следить, чтобы квадрат, который получился в процессековки, сходил на конец поковки. Это достигается силой и характером ударов. Заканчивать вытяжку нужно легкими ударами.

Раскатка на оправке — этот прием применяется для увеличения наружного и внутреннего диаметра за счет утончения стенок (при ковке колец, обручей и т.п.). Полая заготовка надевается на круглую оправку, края которой опираются на козлы. Ковка ведется узкими бойками, заготовка постоянно вращается.

Раскатка на конус производится на роге наковальни с помощью клиновых раскаток.

Высадка (см. рис. 25) — прием, который заключается в деформации заготовки частичной осадкой с целью создания местных утолщений за счет уменьшения длины заготовки. Перед осадкой заготовку нагревают до ковочной температуры полностью, а при высадке нагревают только ту часть, которая будет высаживаться. Применяют высадку при ковке декоративных элементов с переменным сечением, например, работая над растительными и орнаментальными мотивами и др.

Прошивка (пробивка) — кузнечная операция (см. рис. 26), с помощью которой в заготовках получают сквозные или глухие отверстия. Производится при ручной ковке с помощью пробойников различных форм — круглых, квадратных, фигурных. Нагретую заготовку кладут на наковальню против круглого отверстия и, наставив

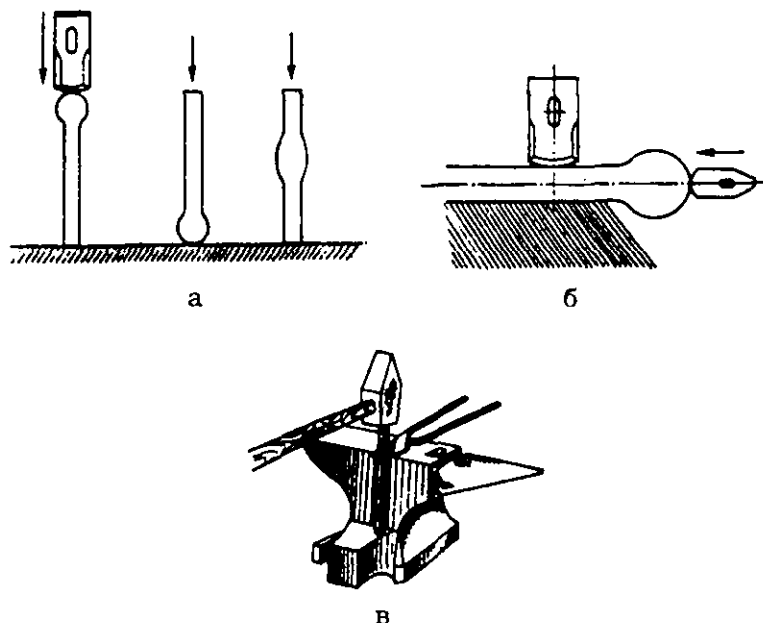


Рис. 25. Приемы высадки заготовки:
а — ударами кувалдой; б — длинная высадка
с помощью кувалды и ручника на наковальне;
в — на пяте наковальни

пробойник, бьют на нему кувалдой. Прошиваются отверстия с одной или двух сторон, в зависимости от толщины заготовки.

Рубка — операция, посредством которой поковку разделяют на части. Для этого заготовку нагревают до темно-красного каления, кладут на наковальню и, наставив кузнечное зубило, прорубают на три четверти ее толщины; затем заготовку переворачивают, вновь наставляют зубило и отрубают сильными ударами. При работе кузнечными зубилами по горячему металлу нужно при рубке толстых

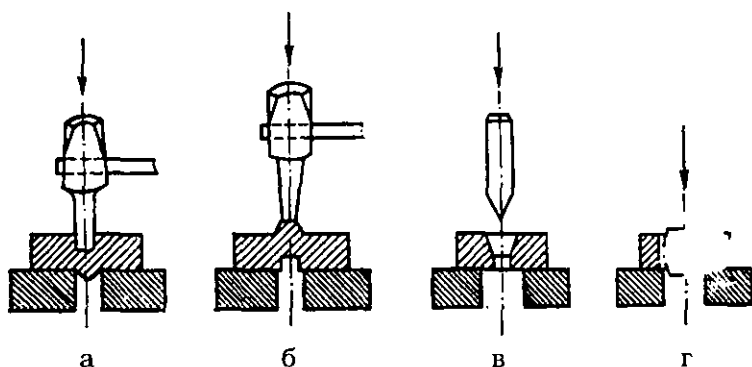


Рис. 26. Пробивка и раздача отверстия в заготовке:
 а — I стадия — пробивка отверстия бородком на половину толщины; б — II стадия — завершение пробивки с обратной стороны; в — увеличение (разгонка) отверстия цилиндрической оправкой; г — расширение отверстия бочкообразной оправкой

заготовок время от времени охлаждать зубило, так как при долгом соприкосновении с нагретым металлом лезвие зубила отпускается. Перед тем как вновь наставить зубило на заготовку, нужно легким постукиванием о ступ наковальни сбить капли воды с зубила.

Для холодной поковки зубило затачивается под углом 60 градусов, для горячей под углом 80–85 градусов. Тонкие поковки лучше рубить вручную — с помощью подсечки, которая устанавливается в отверстие наковальни. На подсечку кладут заготовку, а сверху наставляют зубило, по которому наносят удар кувалдой. При этом нельзя прорубать металл насквозь, чтобы не повредить острые закаленные части инструмента. Работая на лице наковальни зубилами и другими режущими инструментами без подкладки, нужно быть осторожным и следить, что-

бы и в этом случае заготовка не прорубалась. Это может повредить лицо наковальни. Рубка производится как в холодном, так и в горячем состоянии заготовки. Холодными рубят тонкие и узкие полосы и прутки сечением 15–20 мм. Особо толстые заготовки рубят на механическом молоте с помощью топориков.

Кузнечная рубка (см. рис. 27) имеет три разновидности: разрубка, обрубка, вырубка.

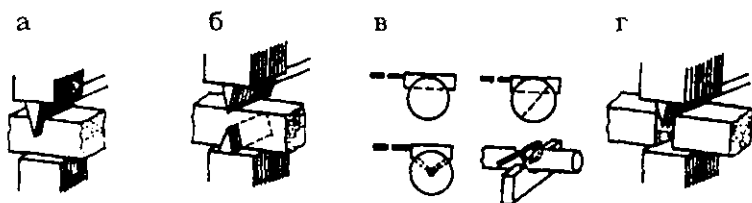


Рис. 27. Рубка:

а — с одной стороны; б — с двух; в — с трех;
г — с четырех сторон

Разрубка (прорубка) применяется в случаях, когда заготовка только надрубается, надрубленные участки отгибают, вытягивают, закручивают или проковывают до нужной формы. Это широко распространенный прием в художественной ковке. Надрубленные участки после его применения превращаются в цветы, завитки, листья. На рис. 28, 29 показано изготовление декоративных элементов. При разрубке заготовку разрубают с одной стороны — лицевой. Первые удары делают легко, ими только надрубают канавку. Нагрев должен быть слабым, что дает возможность не топориться и спокойно раскроить металл. После раскроя материал нагревают и сильными ударами разрубают. Зубило в процессе рубки только в момент удара ставят в направляющий желоб. Удары молотом должны

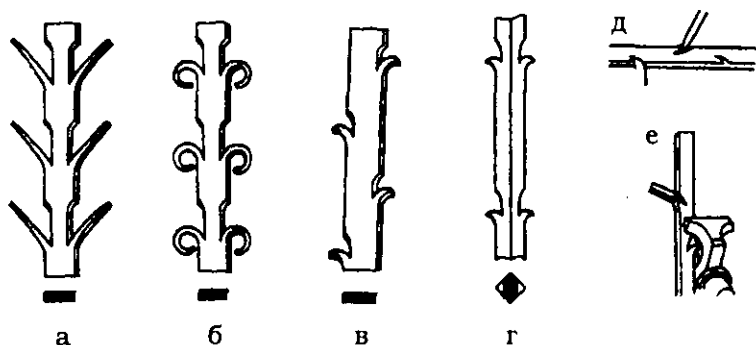


Рис. 28. Декоративные элементы с отщепами и зубцами

а — полоса с прямыми отщепами; б — то же с закругленными отщепами; в — полоса с зубцами; г — квадратный стержень с зубцами; д — зарубка зубцов на наковальне; е — то же в ступовых тисках

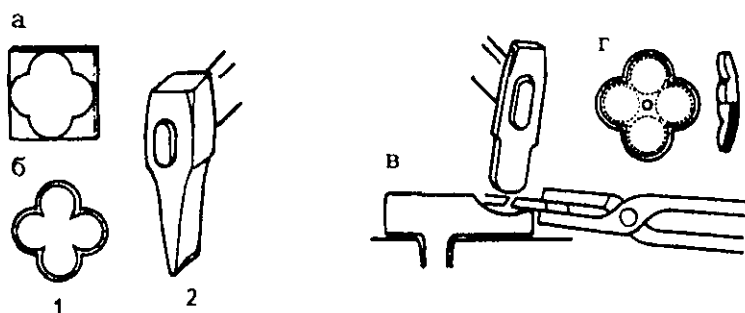


Рис. 29. Выполнение розетки из листовой стали толщиной 4 мм

а — нанесение контура на квадратной заготовке; б — вырубка розетки полукруглым секачом; 1-2 — по контуру; в — изготовление вогнутой формы розетки на шпераке; г — готовая розетка и ее поперечный разрез

быть редкие, но сильные. Производить удар нужно в тот момент, когда зубило будет установлено правильно.

Обрубка (обсечка) — кузнечная операция для отделения части металла по наружному контуру. Применяется при ковке декоративных изделий сложной формы: накладок, жиковин и т.д., то есть там, где нужно обрубить деталь по контуру.

Вырубка — операция, аналогичная обрубке. Применяется для вырубки металла по внутреннему контуру. Операции обрубки и вырубки схожи с просечкой. Однако просечка выполняется по более тонкому листу ручным зубилом и в холодном состоянии. При вырубке применяются полукруглые, прямые, угольные и иной формы зубила. Если обрубка и вырубка производятся на наковальне с железной подкладкой, то просечка делается на торце чурбана. Техника просечки в прошлом получила интересное применение в связи с использованием жести. При устройстве водостоков мастера декоративно оформляли прорезью верхнюю часть трубы, принимающей во время дождя воду с крыши: фигурно расстриженными розетками украшали верхнюю часть трубы-воронки и ее соединение с остальной частью водостока. Каждый мастер придумывал свои элементы декора, и потому даже в одном городе оформление водостоков отличалось многообразием ажурного узора, накладок и обрамлений. Еще один вид просечного металла — «дымники». Это завершая дымовых труб, в которых соединяется утилитарная и декоративная функция. Практическая цель дымников — гасить искры, вылетающие с дымом из трубы, чтобы предотвратить возможное возникновение пожара, защитить трубу от попадания излишней влаги. Выполняющий эту роль дымник покрывают защитным слоем и он приобретает ровную черную окраску. На фоне светлого неба его

силует всегда хорошо заметен, он воспринимается как фигурная деталь архитектуры здания.

Искусство изготовления дымников сохранилось и в наше время. Мастера, проявляя фантазию, создают нарядные, сложные композиции из металла, в которых орнаментальные мотивы сочетаются с фигурами птиц, животных и т.д. Просечный металл находит применение даже в ювелирном деле — кулонах, ожерельях, браслетах, где железо использовано в виде ленты, прутка, проволочки, образующих орнаментальный узор вместе с включенными в украшения прозрачными бусинами.

Гибка — кузнечная операция, при которой поковке придается изогнутая форма по заданному контуру. При гибке толстых заготовок происходит искажение первоначальной формы и размеров поперечного сечения в зоне изгиба. Чтобы устранить искажение формы и утяжку, необходимо до гибки произвести осадку того участка, где предполагается согнуть заготовку. Явление утяжки проявляется тем сильнее, чем больше угол загиба и чем меньше радиус скругления. Утяжку нельзя устранить правкой. Однако искажение формы поперечного сечения — овальность — легко исправить правкой и проглаживанием. Гибка имеет свои разновидности. Например, гибка под углом — производится на ребре наковальни с предварительным нагревом только участка гибки. Нагретую заготовку устанавливают так, чтобы будущее ребро сгиба на заготовке совпадало с передним ребром наковальни, и прижимают сверху кувалдой. Ручным молотком ударяют не по концу заготовки, а ближе к ребру наковальни. Если необходимо заготовку согнуть без радиуса сгиба (под углом 90 градусов), используют вилку. С помощью вилки заготовку подготавливают под гибку, после этого на ребре наковальни с помощью молотка и гладилки выправляют угол.

Следующая разновидность — гибка под 90 градусов без радиуса скругления (в тисках). Нагретую заготовку сгибают на ребре наковальни, зажимают в тиски и ударяют в торец металла. В зоне загиба происходит осадка металла (утолщение), запас которого необходим для выправления угла. Если необходимо согнуть длинную полосу или пруток несколько раз и если места сгибов расположены близко друг к другу, гибку производят на шпераках с рогом подходящей формы. Для того чтобы гнуть заготовки под любым углом, применяют нижник, который изготавливают в процессе работы. Нагретую заготовку кладут на нижник, сверху, перпендикулярно ей, пластину, равную по ширине детали, которую нужно обогнуть, и сильным ударом кувалды продавливают (изгибают) в нижник. Если нижника нет, можно воспользоваться вилкой, которую также можно согнуть во время работы над изделием. После изгиба в вилке поковку выправляют гладилкой или на квадратном роге наковальни. Разные приемы гибки показаны на рис. 30.

Гибка по дуге производится на роге наковальни или соответствующих по дуге шпераках. Сложные профили гнут на оправках, шаблонах и гибочной плите. Гибку по шаблону делают тогда, когда в изделии один и тот же элемент повторяется много раз. Из достаточно толстого полосового металла выгибают шаблон будущего элемента. Его закрепляют одним концом в тиски или он может быть смонтирован на подкладку и нагретой заготовкой его огибают. Изготавливать шаблон нужно внимательно и тщательно, так как будущие элементы изделия будут повторять шаблон.

Гибка на конусе. При изготовлении декоративного элемента конусной спирали, применяют инструмент — конус, который представляет собой коническую оправку, сечение которой и обуславливает внутреннее сечение будущей

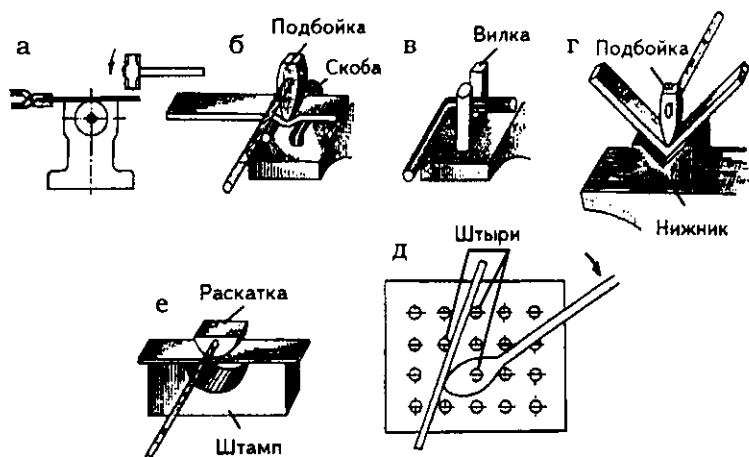


Рис. 30. Гибка:

а — ручная, кувалдой на роге; б — ручная при помощи скобы; в — ручная при помощи вилки; г — ручная в нижнике; д — на плите рычагом; е — раскаткой в подкладном штампе

спирали. Нагретый прут металла закрепляют вместе с оправкой в тиски и огибают до вершины оправки. Витки нужно класть один к одному. Окончание прутка, которое служит вершиной спирали, претерпевает различные изменения. Если сечение прутка достаточно тонкое, то работу проводят в холодном состоянии. В этом случае железо отпускают.

Гибку без конуса применяют при изготовлении спирали, которую можно гнуть без оправки — как бы саму на себя. Концы прутка загибают на угол 90 градусов, в нагретом состоянии закрепляют в тисках и огибают на себя. При достаточном количестве витков спираль нагревают и за конец, который является вершиной будущей конусной спирали, вытягивают.

Скручивание — кузнечная операция, сущность которой заключается в повороте одной части четырехгранной поковки вокруг общей оси по отношению к другой под определенным углом. Выполняется в холодном и горячем состоянии. Скручивание толстых поволоков производят посредством воротка, при этом другой конец заготовки зажимают в тиски. Широкие полосы удобно захватывать с помощью вилки.

При скручивании можно часть заготовки поворачивать на угол до 180 градусов. Так, например, изгибают цветы для большей пластической выразительности. Закручивание на 180 градусов производится на шпераке на роге наковальни с помощью ручного молотка, а более мелкие элементы скручивают круглогубцами. Скручивание может осуществляться многократно на угол 360 градусов. Этот прием часто используют при изготовлении оконных решеток. Скручивание тонких заготовок производят два кузнеца. Захватив заготовку клещами, они вращают ее в двух противоположных направлениях одновременно. Наиболее красивые декоративные элементы получают из двух круглых прутков, туго свитых между собой. При скручивании заготовка должна быть нагрета до ярко-красного каления. При более низкой температуре скручивание требует больших усилий, а в металле могут возникнуть трещины.

Сварка — кузнечная операция, посредством которой производится соединение в одно целое отдельных частей заготовок. Горновой сварке хорошо поддается только мягкая углеродистая сталь, которая содержит 0,15–0,25 процентов углерода. Свариваемые концы заготовок, после специальной подготовки их к операции (см. рис. 31), нагревают в горне до температуры 1300–1380 градусов, что соответствует белому цвету каления с желтоватым оттенком. Затем быстро вынимают из горна, ударами о наковальню

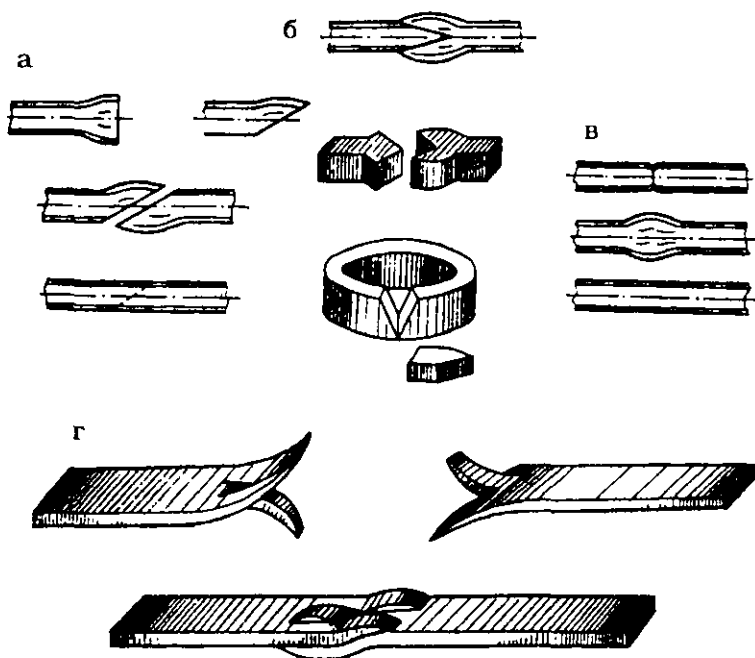


Рис. 31. Приемы подготовки концов деталей при кузнечной сварке:

а — внахлестку; б — вразруб (в замок); в — встык;
г — врасщеп

или щеткой удаляют с поверхности шлак и окалину, свариваемые концы соединяют, посыпают флюсом (чистый кварцевый песок или бура) и проковывают место сварки сначала слабыми частыми ударами, а затем сильными. Проковку начинают с середины свариваемого шва, чтобы удалить оставшуюся окалину и шлак между свариваемыми поверхностями. Заканчивают горновую сварку интенсивной проковкой поверхности шва с последующей отделкой. В настоящее время, как правило, применяют электродуговую или автогенную сварку.

Отделка (выглаживание). К этой кузнечной операции приступают после того, как основная форма изделия откована и необходимо придать поковке законченный вид, отделать кованые поверхности с помощью гладилок различной формы и обжимок для цилиндрических поверхностей. После работы молотком всегда остаются следы в виде волнистости и изделие имеет неряшливый вид. Выглаживание ведут при темно-красном нагреве заготовки, перемещая гладилку по поверхности и ударяя по ней молотком. Иногда выглаживают только отдельные, наиболее выступающие части изделия, оставляя нетронутыми углубления, что придает изделию своеобразие и выразительность.

Насекание рисунка, набивка рельефа и фактуры. Эти операции являются отделочными и относятся к завершающим ковку. Выполняют их зубилами и чеканами в холодном и горячем состоянии, набивая на поверхности изделия штрихи, насечки, узоры, шрифтовые надписи. Чтобы они были хорошо заметны, насекают производят на более или менее плоских поверхностях. Специальными подбойками, пуансонами создают дополнительные рельефные выступы, углубления, канавки и т.п. При выполнении набивки рельефа и фактуры для выравнивания и шлифовки выступов и канавок применяют напильники, надфили, порошок пемзы, наждачную бумагу и другие материалы.

8.3. СБОРКА И ВИДЫ ЗАЩИТЫ КОВАНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Работу над изделием необходимо начинать с представления его не только в целом, но и в деталях, зная характер их соединения и обратив внимание на приемы

соединения, так как прием соединения выполняет не только рабочую функцию, но влияет на силуэт и характер изделия, подчеркивает его образное построение. Одним из свойств ковального металла является единство функционального и архитектурного.

Выполняя изделия из металла методом художественнойковки, заранее определяют, какая часть будет ковать-ся целиком, а какие элементы будут выполнены отдель-но и затем соединены. Кроме рисунка, для разработки технологии необходимо иметь точный чертеж с учетом припусков на механическую — токарную и фрезерную обработку, если таковая будет производиться. По черте-жу рассчитывают массу необходимого материала для из-готовления поковки. К массе поковки добавляют отход металла на обсежку, до 30 процентов, на угар — из расче-та 2 процента на каждый нагрев и 2 процента на каждый подогрев.

Разрабатывая чертеж деталей под ковку, нужно учиты-вать специфику техникиковки и избегать не характерных для нее форм и конфигураций, например, ребристых се-чений или пересечения цилиндрических поверхностей между собой, поскольку в некоторых случаях детали в технике свободнойковки выполнять либо очень сложно, либо невозможно. Детали с большой разницей в размерах лучше сделать сварными или собрать на резьбе. К приме-ру, если в основе изделия использован единый раститель-ный мотив, лучше всего соединять детали сваркой или клепкой впотай, или комбинацией приемов. В таких из-делиях места соединения закрывают соседними декора-тивными элементами, цветами, листьями и др. Если изде-лия собраны из повторяющихся элементов, то соедине-нием служит скоба (хомут) — клепка с ясно выраженной головкой, которую иногда изготавливают в виде цветка. Все

конструктивные соединения ясно выражены, в этом случае они несут и архитектурную функцию.

Многие мастера используют растительные элементы украшений, такие как стебли, плоды, листья, цветы и т.д. Техникаковки достигла высокого мастерства. Если ранее, в работах романского стиля, мастер использовал три универсальных инструмента — зубило, бородок, ручной молот — и работа была, в основном, связана с горном и наковальней, то в работах стиля барокко кузнецы начинают применять многочисленные штампы, оправки, пуансоны, работают с листовым металлом и т.д.

Для изготовления методом свободнойковки некоторых соединительных элементов и украшений, например, листьев из металлической полосы, необходимо в полосе шириной 30 мм и толщиной 10 мм сделать перебивку и конец вытянуть на стебель. Заготовку укладывают в нижник и проковывают: полукруглым зубилом вырубается контур листа и насакаются зубилом жилки, форма листу придается на шпераке. Для изготовления листа без нижника, заготовку осаживают и придают ей форму. Сильными ударами проковывают часть, которую осаждали, одновременно придавая ей правильный силуэт листа. Обратной стороной ручного молотка или подбойкой делают углубления и секачом намечают стебель. При хорошо организованной работе такой листок мастера делают с одного нагрева. Для изготовления листка из прутка на конце заготовки производят осадку и осажденному концу придают форму. Заготовку нагревают, укладывают в нижник и проковывают. Последние удары можно делать через гладилку.

Клепка в практике художественнойковки является одним из средств соединения кованых элементов. Например, при изготовлении металлических дверей в некоторых случаях расходуется до 200 клепок на одну дверь.

Изготавливают клепки (из малоуглеродистых сталей) из прутка большего, чем стержень сечения будущей клепки. Гвоздильня служит инструментом. Нагретый конец стали несколькими ударами вытягивают. Надрубают на насечке и вставляют в отверстие, равное вытянутому концу. При установке заготовки в отверстие нужно помнить, что лицевая сторона гвоздильни та, у которой диаметр отверстий меньше. Остальную часть заготовки отламывают, оставшийся конец расклепывают. Получается головка клепки, форма которой может быть разнообразной. После извлечения клепки из гвоздильни ее отрезают до нужного размера. Этот же процесс используют и при ковке кованого гвоздя, с той лишь разницей, что конец вытягивают на острие. Ковку гвоздя и клепки делают с одного нагрева.

Защита поверхности кованого металла. Художественные изделия из кованого металла создаются для украшения экстерьера. Чтобы сохранить их эстетический внешний вид на длительное время, применяют различные виды защиты. Приступая к антикоррозийным работам, нужно знать область применения изделия. Если оно будет находиться снаружи, необходима более надежная защита. На поверхности готового изделия из железа образуется слой окалины большой толщины. От коррозии окалина не защищает, и ее снимают на больших изделиях пескоструйной обработкой или механическим способом — на изделиях, имеющих практическую ценность. Подготовленное изделие промывают водой или другими средствами и насухо вытирают.

При размещении кованых изделий в интерьере применяют для защиты способ оксидирования металла на воздухе. Заключается он в нагреве поверхности изделия паяльной лампой. Работа требует опыта и аккуратности. Нагрев нужно производить осторожно, чтобы цвета побе-

жалости изменялись как можно медленней. От этого зависит толщина окислительного слоя. Чем окислительный слой тоньше, тем прочнее отделка. Полученный цвет определяется вкусом мастера и может быть от желтого и бурого до серо-голубого и темно-фиолетового. После оксидирования изделие натирают слоем воска (раствор в бензине) и полируют щеткой. При такой обработке усиливаются художественная выразительность металла и его естественные свойства.

Способ чернения для кованых изделий известен с давних лет. Для его осуществления делают подготовку такую же, как и при оксидировании на воздухе. После очистки изделие натирают растительным маслом и медленно нагревают, не допуская горения масла, так как при повышении температуры оно начинает разлагаться и соединяться с окислами железа, создавая прочную черную окраску. Затем изделие покрывают воском и полируют. Изделие, предназначенное для экстерьера, нельзя покрывать нитролаками, так как они не закрепляются на жировом слое. Для изделий, предназначенных для улицы, лучше использовать смесь судового лака с пчелиным воском (на 1 кг лака берут 0,2 л воска).

Существуют и более сложные способы защиты поверхности изделий из кованого металла. Например, поверхность изделия грунтуют суриком, покрывают черной олифовой краской, дают высохнуть и опять покрывают черной краской (масляный лак). После высыхания натирают пчелиным воском и полируют. Изделие хорошо сохраняет выраженную фактуру кованого металла и имеет красивый вид.

При реставрации старинных кованых замков, различных частей дверей и ворот возникает необходимость в лужении. Для лужения изделие предварительно погружают для очистки на сутки в ванну с крепким раствором соляной

кислоты, промывают в соляной кислоте, травленной цинком, и погружают в расплавленное олово. Выдерживают, пока изделие не нагреется и его не смочит олово. Затем изделие извлекают из ванны, осматривают, стряхивают излишки олова и протирают насухо.

Глава 9. ДЕКОРИРОВАНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ. ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ЧЕКАНКА

Художественные и ювелирные изделия декорируют различными способами: чеканкой, гравировкой, нанесением художественной эмали, инкрустированием, золочением, серебрением, оксидированием, анодированием, гальванопластикой и т.д.

Чеканка — один из видов холодной обработки металла при помощи специальных инструментов (чеканы, молотки), в результате которого заготовка получает заданное рельефное или объемное изображение. При чеканке материал обрабатывают специальным стальным стержнем — чеканом, который при работе ставится в вертикальное положение и по его верхнему концу наносят удары молотком. В результате этих ударов нижний рабочий конец чекана оставляет отпечаток на материале. Постепенно перемещая чекан и каждый раз ударяя по нему молотком, мастер придает материалу желаемую форму. Обрабатываемый материал при этом должен обладать пластичностью, вязкостью, способностью изменять свою форму под действием силы. Наличие таких свойств харак-

терно для большинства металлов и их сплавов, за исключением чугуна и некоторых других.

Как способ обработки металлов чеканка известна с глубокой древности. С помощью чеканки создавались и создаются самые разнообразные художественные произведения. Чеканкой можно выполнять тонкие миниатюры для ювелирных изделий, рельефные орнаментальные композиции, наносить различную декоративную фактуру и, с применением глубокой выколотки, чеканить большие монументальные произведения. Чеканка широко распространена в настоящее время при изготовлении различных декоративных изделий из меди, алюминия, мельхиора, черного декапира и других материалов. Развиваясь на протяжении веков, техника чеканки впитала в себя разнообразные технологические приемы, дающие высокий художественный эффект.

Во многих музеях мира хранятся металлические изделия мастеров Древнего мира, Средневековья и эпохи Возрождения: домашняя утварь, оклады икон, оружие, скульптурные монументы и др. Чеканка была известна в Древнем Египте, Древней Греции и Риме, применялась в искусстве Китая, Ирана, Индии и Японии. Высокого совершенства она достигла в домонгольской Руси и вновь расцвела в древнерусском искусстве XV—XVII веков. Так, в Ярославле, Сольвычегодске, Костроме, Казани, других городах создавались выдающиеся произведения чеканки, черни, гравировки, эмали: серебряные и золотые чаши, братины, кубки, ларцы, рамы для зеркал и т.п. Широкое распространение получило басменное тиснение окладов икон, книжных переплетов. Особенно славились своими изделиями из металла мастера Кремлевской оружейной палаты. Так, мастер Никита Давыдов в 1621 году создал уникальный шлем царя Михаила Федоровича, украшенный

чеканкой, гравировкой, позолотой, драгоценными камнями и эмалью.

Расцвет чеканного искусства продолжается в XVII–XVIII веках. Чеканку применяют для украшения стальных кольчуг, боевых топоров, бердышей, парадной упряжи. Появляются новые приемы и художественные особенности. Например, в Новгороде чеканщики применяют прорезной орнамент, в Костроме развивается плоская измельченная чеканка, чередующаяся с литьем и резьбой. Московские серебряных дел мастера достигли виртуозного исполнения высокого чеканного рельефа, который, создавая богатейшую игру контрастов света и тени, блестящих поверхностей и матового канфаренного фона, нередко полностью покрывал все изделие. Изящные чарки, миниатюрные корчки сплошь прочеканивались изображением птиц, диковинных зверей и т.д. Этот принцип положил в основу своей работы мастер, оформляя, например, серебряную пороховницу Афанасия Нестерова. На ее поверхности он вычеканил сцену сражения орла с драконом, фигуры птиц и зверей среди пышного узора трав и цветов. В 1630 году московский чеканщик Гавриил Евдокимов выполнил трехмерную чеканную скульптуру царевича Дмитрия в полный рост.

В XVIII веке искусство художественной обработки металла получило свое дальнейшее развитие. В Москве, Петербурге, Украине, Грузии, Средней Азии в этот период создаются многие произведения декоративно-прикладного искусства. Пластические композиции по-прежнему выполняются преимущественно в формах рельефа, органично включенного в общее изощренное декоративное решение с завитками чеканного орнамента и искрящимися драгоценными камнями. Выдающимися оружейниками считаются тульские мастера, которые, кроме оружия, из-

готовляли предметы чайного стола. Мастера-чеканщики нередко украшали кружки, стаканы и другие предметы накладными ажурными «покрывалами», составленными из повторяющихся фигурок играющих амуров, богинь на колесницах, танцовщиц в античных одеждах и др. С середины XIX века на изделиях стали помещать портретные изображения в фигурных клеймах с гирляндами и вплетенными в них рогами изобилия. Узоры отбирали произвольно, из различных стилей — барокко, рококо, классицизма. Характерным становится обращение к мотивам и сюжетам старины и Древней Руси. Мастера изготавливают в древних техниках и формах братины, ковши и т.п. Так, кружка мастера Ф. Генрихсена навеяна формами старинных кружек с откидывающимися крышками и представляет собой смещение разностильных форм чеканной орнаментики, стилизованных под древнерусскую вязь надписей, множества разновременных монет и медалей на сосуде. На ручке мастер поместил литое изображение женщины в русском костюме, удивляющее проработкой деталей с имитацией фактуры различных тканей.

В XX веке чеканка, после некоторого к ней охлаждения, возродилась вновь. Богатейшими художественными традициями особо прославилось искусство народов Дагестана — аулы Кубачи, Гочатль, Кумух. Дагестанские мастера всегда были не только прекрасными оружейниками, но и носителями высокой культуры орнаментально-декоративного искусства. Из всех видов декоративно-прикладного искусства особое развитие получило там ювелирное дело. Дальнейшее развитие и совершенствование методов техники чеканки продолжается во многих регионах России.

Художественную чеканку производят на листовом металле, обладающем хорошей пластичностью — медь, ее сплавы, золото, серебро, алюминий, нейзильбер, мельхиор

и др. Чеканка по листу является наиболее трудной из всех видов художественной чеканки и в то же время одним из самых распространенных видов чеканных работ, когда из листовой заготовки мастер создает новое художественное произведение. При чеканке по литью или оброну мастер только выявляет и завершает художественную форму, уже созданную и отлитую в металле или вырезанную из металла.

9.1. МАТЕРИАЛЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ЧЕКАННЫХ РАБОТ

Для чеканных работ используют как цветные, так и черные металлы. Одним из основных свойств металла здесь является его пластичность — способность изменяться под действием внешних сил без разрушения и давать остаточную деформацию. Наиболее часто применяют листы толщиной от 0,4 до 1 мм. Для крупных работ с высоким рельефом применяют и более толстые листы, например, красную медь — толщиной до 2 мм, а листовой алюминий — 2,5–3 мм. В ювелирном деле применяются также сплавы золота и серебра. Из цветных металлов широко используются прокатные металлические листы красной меди и медных сплавов. Красная медь, известная с древнейших времен, очень пластична и вязка, легко восстанавливает свои пластические свойства после отжига. Медь легко чеканить, она принимает самую разнообразную форму, допускает выколотку высокого рельефа. Медь хорошо шлифуется, полируется, однако изделия из нее быстро теряют блеск. Медь отличается высокой стойкостью против коррозии, изделия из меди хорошо сохраняются на воздухе. Эти свойства меди сделали ее основным материалом

для чеканных и дифовочных работ при изготовлении орнаментальных композиций и скульптур.

Наиболее распространенными медными сплавами, которые применяют при чеканке, являются бронза, латунь, томпак. Очень легко поддается чеканке алюминий, но он требует, в силу низкой температуры плавления, предосторожностей при отжиге. Мельхиор и нейзильбер обладают достаточной пластичностью, хорошо полируются, легко принимают разнообразную отделку и различные оттенки под воздействием растворов гипосульфита натрия и уксуснокислого свинца.

Дюраль — металл более жесткий, и чеканить его довольно сложно, а при вытяжке глубоких рельефов трудно избежать трещин и разрывов, но он вполне пригоден для некоторых работ. Дюраль дает при отделке интересные имитации серебра.

Мягкая, малоуглеродистая сталь, предварительно отожженная и протравленная, так называемый декопир, довольно трудна в чеканке по сравнению с медью, но в отделке красива. Низкоуглеродистая сталь и кровельное железо при чеканке позволяют вытягивать любые рельефы в крупных декоративных работах, не требующих тонкой детализации. Нержавеющая сталь (хромоникелевая) является красивым материалом, но чеканится трудно. Применяют ее для крупных декоративных наружных изделий: монументов, памятников и т.д.

Выбирая для чеканки листовой материал, нужно знать, что он не должен расслаиваться, не имеет выбоин, пузырей, пятен, трещин и царапин. Перед работой твердые металлы нужно отжигать паяльной лампой или в муфельной печи. Температура отжига для меди 650—700 градусов, для латуни 620—650, алюминия 370—400, стали 600—650 градусов. Сплав меди нужно охлаждать в холодной воде.

Инструменты и приспособления. Основными специальными инструментами чеканщика являются различного вида чеканы, особые металлические и деревянные молотки (см. рис. 32, 33).

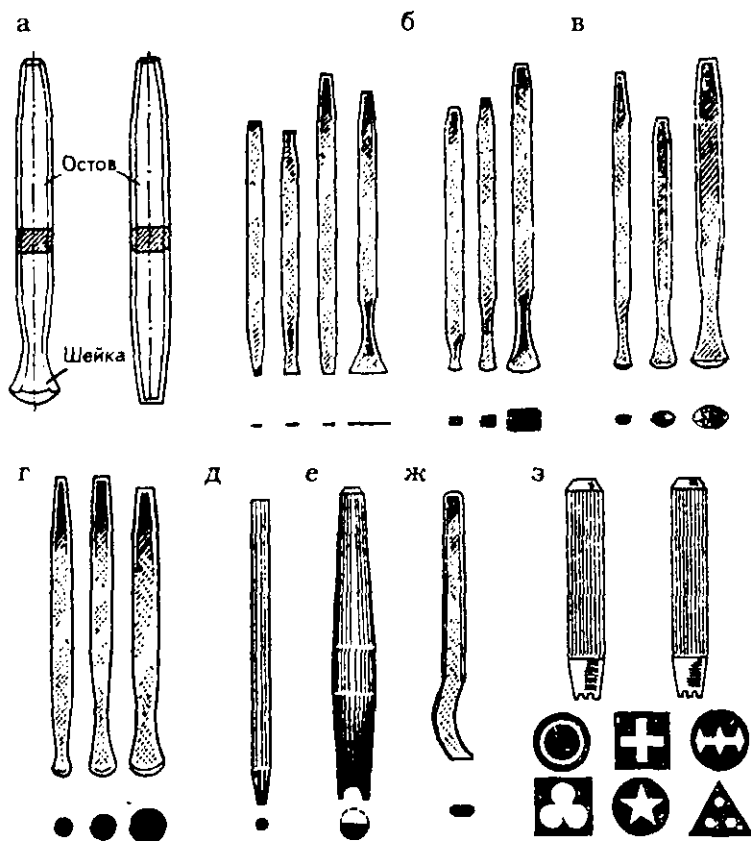


Рис. 32. Основные типы чеканов:
 а — расходник; б — лощатник; в — пурошник;
 г — бобошник; д — трубочка; е — канфарник;
 ж — специальные; з — фигурные

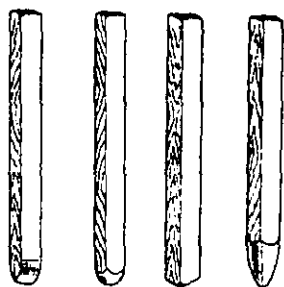


Рис. 33. Деревянные чеканы

Чекан представляет собой металлический или деревянный стержень с особой обработкой нижней части — боя. Длина чекана от 120 до 170 мм. Сечение его может быть четырехгранным, круглым, прямоугольным, квадратным и т.д. В средней части чекана стержень слегка утолщают; лучше, если он в сечении имеет четырехгранник со снятыми фасками. Такой чекан удобен в работе и гасит неприятные вибрации инструмента при ударе.

Чеканы, в зависимости от назначения, можно разделить на следующие группы.

Лощатник — чекан с квадратной или прямоугольной формой бойка. Применяется для выглаживания, выравнивания плоскостей с ровных поверхностей. Может быть с гладким и шероховатым боем со специальной насечкой для придания выглаживаемой поверхности матового фона.

Расходник (обводной чекан). С его помощью на металле воспроизводят контур рисунка. Расходник может быть широким, острым, узким. Широкий дает возможность получить менее четкую мягкую линию, острый — более глубокую. Расходники имеют прямую и полукруглую (для прямых и кривых линий) линию боя.

Канфарник — чекан с заостренным концом в виде тупой иглы. Канфарники могут быть круглыми и восьмигранными.

Служат они для перевода рисунка с бумаги на металл, а также для отделки фонов точками. Изготавливают канфарники на токарном станке и слесарным способом из углеродистой стали.

Бобошники — чеканы с овальным, продолговатым, бобовидным боем, имеют разнообразные закругления рабочей части и разные размеры. Служат для выбивания выпуклого рельефа.

Пурошник — чекан с круглой сферической головкой разных размеров. Служит для подъема полукруглых сферических форм при чеканке с изнанки и получения ямочной фактуры при работе с лицевой стороны.

Трубочка — чекан, бой которого имеет вогнутую полусферическую поверхность разного диаметра и глубины. На металле дает выпуклый сферический отпечаток.

Три группы чеканов — лошадники, бобошники и расходники — являются основными. С их помощью делают расходку рисунка (начальная стадия чеканки), выколотку рельефа (последующая стадия чеканки) и окончательную обработку чеканного рельефа. Чеканы специального назначения применяются для получения поднутрений на рельефе или достижения специальных целей при производстве чеканки.

Пуансон (фигурный) чекан. На его рабочей части гравировкой или с помощью слесарного инструмента — надфиля, сверла и т.п. — выполняют фрагменты орнамента, цифры, буквы. Рисунчатый чекан по форме похож на лошадник, но дает рисунчатый отпечаток, например звездочку, крестик, решеточку, полосатость и т.д. Используется для обработки деталей и отделки фона, когда гладкий фон не подходит.

Сечка — чекан по форме похож на зубило с остро заточенными плоскими и полукруглыми лезвиями. Применяется для просекания фона при ажурных просечных работах.

При чеканке различных объемных полых изделий для выколотки рельефа на объемной форме изнутри применяются длинные *изогнутые чеканы* — *крюки и трещотки*. Они представляют собой массивные стальные стержни, изогнутые под прямым углом. Рабочие концы крюков делают то более плоскими и округленными, то более узкими и острыми, но притупленными, чтобы они не прорывали металл. Такие же формы и у рабочих концов трещоток. Изготавливают такие чеканы из углеродистой инструментальной стали У7 и У8. Для изготовления их хорошо использовать упругую пружинную сталь, чтобы во время ударов чеканы меньше деформировались и лучше вибрировали.

Металлические чеканы, так же, как крюки и трещотки, изготавливают из углеродистой стали марок У7 и У8. Прутки круглого, квадратного или прямоугольного сечения режут на заготовки, зажимают в тисках, с помощью напильника придают рабочей поверхности (бою) желаемую форму, шлифуют наждачной бумагой, полируют и закаливают с последующим отпуском. Для закалики отполированный бой чекана нагревают паяльной лампой или токами высокой частоты до 750–850 градусов и быстро опускают в воду для охлаждения. После закалики чекан становится очень твердым и хрупким. Для устранения этого недостатка его отпускают, снижая внутренние напряжения и смягчая действие закалики. Отполированный инструмент снова нагревают до 250–300 градусов и охлаждают в воде. Закалку проверяют напильником с мелкой насечкой. Если напильник свободно скользит по бою чекана, не срезая опилок, значит чекан закален хорошо. Бой инструмента после закалики полируют на полировальном круге и проверяют, нет ли на его рабочем конце трещин.

Часто при выколотке крупных глубоких рельефов применяют деревянные чеканы. Они хорошо выравнивают

фон, а при вытяжке рельефов меньше подвергаются наклепу. Делают такие чеканы из твердых пород дерева (дуб, ясень, рябина, граб, клен, береза, бук и др.) с утолщением в срединной части остова. Рабочая часть чеканов может быть плоской, круглой, острой. Удары по деревянному чекану можно наносить металлическим и деревянным молотком. От деревянного чеканы меньше разбиваются, но работать удобнее металлическим, так как его размеры меньше. Рабочую часть деревянного чекана тщательно выравнивают напильником с мелкой насечкой и шлифуют наждачной бумагой.

Размеры чеканов по сечению и молотков — по массе зависят от рода выполняемой работы. Для небольших ювелирных работ применяют чеканы, откованные из тонких стальных стержней сечением 3—4 мм, для крупных — 15—20 мм. Выполняя чеканные работы на тонких пластичных металлах, например, меди, алюминии толщиной 0,4 мм, используют ручной расходник с деревянной ручкой. Линии расходки получаются четкими и глубокими.

Важным инструментом мастера являются *чеканные молотки* (рис. 34). Их специфическая форма выработана и усовершенствована многовековым опытом. Молотки в зависимости от назначения могут быть выполнены из металла, дерева, резины, кости. Металлические служат для выколачивания различных форм и для удара по чекану. Один конец молотка имеет сферическую (полукруглую, шаровидную) форму, другой — плоскую квадратного или округлого сечения. Деревянные и резиновые молотки служат для вытяжки рельефа и разравнивания форм.

Изготавливают молотки из углеродистой стали марок У7 и У8. Масса от 70 до 300 г. Наиболее широко применяются молотки массой 120—200 г. Молотки для чеканки изготавливают токарным или слесарным способом. При изго-

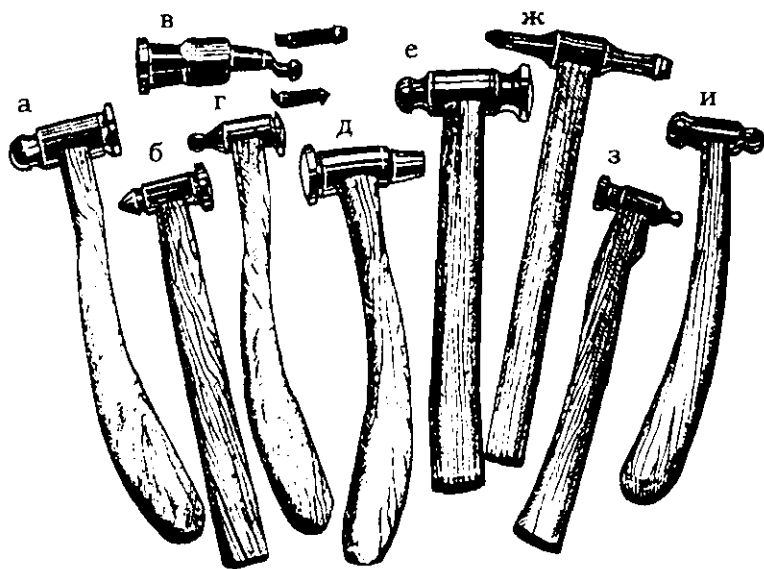


Рис. 34. Набор чеканных молотков:

а — с плоским и сферическим боем; б — с круглым и пушошниковидным боем; в — с плоским и сменным боем; г, д, е — с округлым и сферическим боем различных размеров; ж — с боем в виде притупленной сечки; з — с плоским в виде трубочки боем; и — с вертикально и горизонтально повернутым по отношению к ручке молотка

товлении слесарным способом они будут иметь квадратное сечение нижнего боя и средней части. Переходы (шейки) от средней части к бойкам скругленные или круглые, верхний боек имеет полушаровидную форму. При изготовлении токарным способом молотки имеют по всей длине круглое сечение. Диаметр бойков может быть различным. Нижний диаметр — большой, для удобства

наносить удары по чекану, верный меньше, что сделано в целях повышения устойчивости молотка.

Рабочую часть молотка, бой, тщательно шлифуют, полируют, закаливают, отпускают и еще раз полируют. Для удобства пользования ручка молотка должна иметь изгиб и утолщение на конце, такая форма легко и удобно ложится в ладонь и не утомляет руку. Для молотков с большой массой, предназначенных для вытяжки рельефов на крупных работах, ручки делают прямыми.

Ручки молотков для чеканки изготавливают из твердых пород дерева — граба, бука, дуба, березы, шлифуют наждачной шкуркой и покрывают смоляным лаком.

9.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ ДЛЯ ЧЕКАННЫХ РАБОТ

В светлой мастерской для чеканных работ необходимо рационально разместить рабочее место для мастера и оборудование. Стол, за которым работает чеканщик, должен быть удобным, с индивидуальным освещением, не дающим теней, и с отражательным щитком, что особенно важно для чеканки ювелирных изделий. В столе должно быть несколько выдвижных ящиков, в их числе ящик для инструментов — молотков и чеканов. Стул должен быть удобным, с вращающимся сиденьем и регулируемой высотой. Обязательно наличие в мастерской раковины с проточной водой для промывки изделий после отбела и обработки их химикатами.

Для мастера необходим набор слесарных инструментов, куда входят ручные ножницы для резки металла, плоскогубцы, кузнечные клещи, напильники, надфили, рифлевки, стальные линейки длиной 500—1000 мм, уголь-

ельных фрагментов чеканного листа или для мелких работ — войлок.

Для приготовления, разогревания смолы и насмолки чеканных пластин используют паяльные лампы, электронагреватели, кузнечные горны. Для выравнивания фонов, набивки фактуры на плоских чеканках применяют стальные и чугунные плиты, деревянные доски.

Среди иного оборудования для чеканных работ необходимы: травильные ванны из кислотоупорного материала для травильных и отбеливающих растворов; гальванические ванны с выпрямителями для гальванопокрытий; вытяжные шкафы и зонты для химической обработки, патинования и оксидирования изделий; химическая термостойкая посуда; электроплитка для подогрева растворов; ртутные термометры со шкалой до 100 градусов; шлифовальные и полировальные круги, пасты, абразивный порошок для шлифования и полирования, кислоты, химреактивы; кисти и щетинные щетки; ящик с деревянными опилками для просушки изделий; брезентовые перчатки.

Для закалки молотков и чеканов, отжига мелких изделий служит муфельная печь (температура нагрева 1000—1200 градусов).

9.3. ТЕХНОЛОГИЯ ЧЕКАНКИ

Технология чеканки по листу включает следующие этапы работ: подготовка рисунка, подготовка металла, перевод рисунка на металл, расходка контура рисунка, отжиг, насмолка, выколотка рельефа, опускание фона, вторичный отжиг и насмолка, окончательная доработка рельефа и выравнивание фона с набивкой фактуры, отбеливание, промывка, патинование, отделочные операции.

ники, зубила, слесарные циркули и другие инст. Для выполнения слесарных работ по изготовл. правке инструмента, зажима и специальных чекан жат ступовые тиски. Заточные станки необходимы изготовления, правки и заточки инструмента. Кро точных станков нужны шлифовально-полировальн станки, токарные, сверлильные, пескоструйные уста ки для отделки изделий, а также электродрель, кото применяют для полировки труднодоступных мест на льефе чеканки при сборке и монтаже.

Для чеканки рельефа с предельной точностью испол зуется смола, она служит для закрепления листового ма териала при его обработке. Для ее приготовления исполь зуют битум марки 4 или 5, который расплавляют в котле, затем, при постоянном помешивании, добавляют напол нитель, 10—30 процентов от общего объема. В качестве наполнителя используют просеянный песок или золу, формовочную землю, сухой красочный пигмент — охру, сурик; для большей вязкости и мягкости добавляют воск, 5—10 процентов; для большей клейкости и прочности — канифоль.

Смолу разогревают и заливают ванны или ящики для чеканки по листу. Для небольших работ удобны эмалиро ванные металлические фотованны (400—450 мм, высота бортов 50 мм), для больших работ — деревянные ящики 500 x 500 x 50 мм или иных размеров. Вместо ящиков можно использовать мешки из прочной брезентовой ткани, наполненные чистым просеянным речным пес ком. Форма и размеры мешков различны. Толщина на полненного песком мешка должны быть не менее 120 мм. Большие монументальные работы выполняются, в ос новном, на мешках с песком. В качестве подкладок ис пользуют листы из свинца, резины, а для обработки от

Подготовка рисунка. Создание эскиза, который должен давать ясное представление о задуманном произведении, его тематическом, образном и композиционном решении. Эскиз разрабатывается в небольшом масштабе, обеспечивающем восприятие рельефности чеканки. Если произведение предусматривает использование одного металла, эскиз выполняют в монохроме, если нескольких металлов и других материалов — в цвете. Затем рисунок будущего произведения переносится на картон в натуральную величину. Это дает возможность ясно представить характер чеканки и ее глубину. С картона снимают кальку-шаблон, которая служит копией. С кальки-шаблона рисунок переводят на металл. В случае необходимости ее можно разрезать на отдельные фрагменты. В то же время картон сохраняется и служит контрольным рисунком по уточнению глубины рельефов, проработки формы и фактуры.

Подготовка металла. Согласно эскизу и размерам картона выбирают нужный металл. Размер листа должен быть примерно на 40 мм больше, чем рисунок. Запас нужен для отбортовки краев металла при насмолке и удержания пластины в смоле. Лишний металл обрезают ножницами. Приготовленный лист деревянным молотком разравнивают на правочной плите и проверяют его качество, смотрят, нет ли трещин, наслоений, расслоения, бугристости и т.д. Если дефектов нет, приступают к следующей операции — переводу рисунка на металл.

Перевод рисунка на металл. Кальку-шаблон приклеивают на пластину, оставляя вокруг запас на отбортовку. В зависимости от толщины и пластичности металла рисунок переводят несколькими способами. С помощью специального чекана — канфарника, при толщине металла 0,8—1,5 мм. Чекан ведут по контурам рисунка и легкими ударами молотка по канфарнику наносят ряд

точек, образующих пунктирную линию, хорошо заметную после снятия кальки. Точки наносят близко друг к другу. Глубокое канфарение нежелательно, ибо последующим этапом работы (расходка контура) точки будет трудно вывести. Переводят рисунок также ручным расходником с деревянной ручкой, при толщине меди или алюминия до 0,6 мм. Расходник ведут по линиям рисунка одним из уголков рабочего конца, сильно прижимая его к металлу. Линии удобнее вести на себя. При этом графитные контуры линий рисунка являются как бы смазкой для отполированного острия расходника, он легко скользит по кальке, продавливая металл и оставляя хорошо заметную линию расходки (рис. 35). Это дает возможность обойтись без дополнительной операции — расходки контура после канфарения точками.

Перевод рисунка на металл осуществляют и с помощью копировальной бумаги. В этом случае металл покрывают гуашевыми белилами, через копировальную бумагу переводят рисунок и закрепляют его нитролаком. При выполнении больших работ, портретов, многофигурных

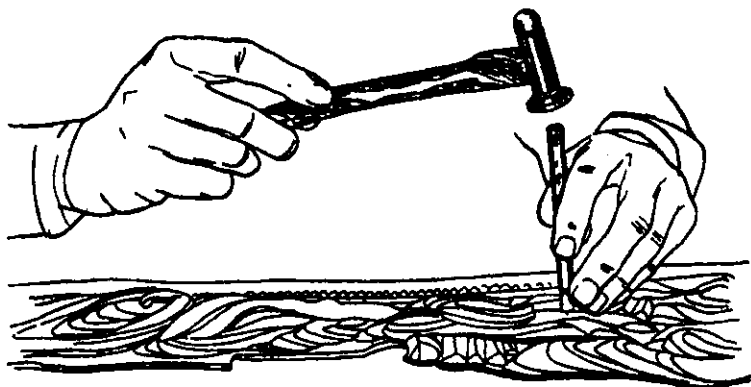


Рис. 35. Тренировочные линии расходки

композиций этот прием не применяют из-за малой прочности рисунка.

Расходка контура рисунка. На толстом металле сканфаренный контур рисунка проходят чеканами-расходниками различных размеров. На этом этапе работы отдельные точки, оставленные канфарником, превращают в сплошную неглубокую линию-бороздку, отчетливо выявляя на металле изображение рисунка. Для того чтобы линия расходки выглядела ровной, с одинаковой глубиной и без забоин, удары молотка должны быть равномерными по силе и частоте. На тонком металле, где рисунок изображения переведен с помощью копировальной бумаги, линию расходки проходят ручным обводным чеканом или чеканами-расходниками с более толстым рабочим концом-бойком.

Отжиг. Этот этап работы выполняется после проходки контура рисунка при наличии сложной композиции. Паяльной лампой пластину нагревают до темно-красного каления и охлаждают. В процессе нагрева металл охлаждается и вновь приобретает вязкость и пластичность. Следует помнить, что процесс рекристаллизации алюминия наступает уже при 100 градусах, задолго до начала красного каления, поэтому на пластине из алюминия и его сплавов перед отжигом мылом наносят риски. По их обугливанию можно судить о температуре рекристаллизации. Медь после отжига охлаждают в холодной воде, остальные металлы остывают при комнатной температуре. Затем с металла крацовкой снимают окалину, промывают и просушивают.

Насмолка. Пластины с расходкой переворачивают на обратную (тыльную) сторону расходки, отбортовывают оставленные края и опускают заготовку в предварительно разогретую смолу. Важно проследить, чтобы между

слоем смолы и металлом не оставалась воздушная прослойка, которая может привести к разрыву металла при выколотке рельефа. В процессе необходимо строго соблюдать безопасность труда и обязательно надевать брезентовые рукавицы. В металлических ваннах с помощью электронагревателя смолу разогревают. Нагрев можно производить и в деревянных ящиках паяльной лампой под вытяжными установками или зонтами. Разогретую смолу хорошо размешивают металлической лопаткой, чтобы наполнитель равномерно заполнял всю массу смолы, а не только нижние ее слои. После насмолки пластины дают остыть и приступают к выколотке рельефа.

Выколотка рельефа, опускание фона. Выколотку рельефа (эта операция показана на рис. 36) производят с тыльной стороны расходки: при крупных работах закругленными бойками чеканных молотков, специально сделанными деревянными или металлическими чеканами, бобошниками. При мелких работах выколотку рельефа производят чеканами и маленькими молотками. Для выколотки крупных работ (панно, декоративные решетки с чеканными вставками, настенные композиции и другие), чаще всего применяют мешки с песком. Работать на мешках с песком удобнее, так как можно постоянно проверять точность вытягиваемого рельефа на лицевой стороне, экономится время, ибо опускается операция насмолки, отбела, а при достаточном опыте достигается равноценная проработка деталей рельефа чеканки. Произведения со множеством орнаментов, а также мелкорельефные со шрифтами — гербы, портреты, медали — нужно выполнять только на смоле или свинцовой подкладке.

После выколотки основного рельефа делают вторичный отжиг, пересмолку пластины на обратную сторону, опускание и выравнивание фона, а также уточняют с

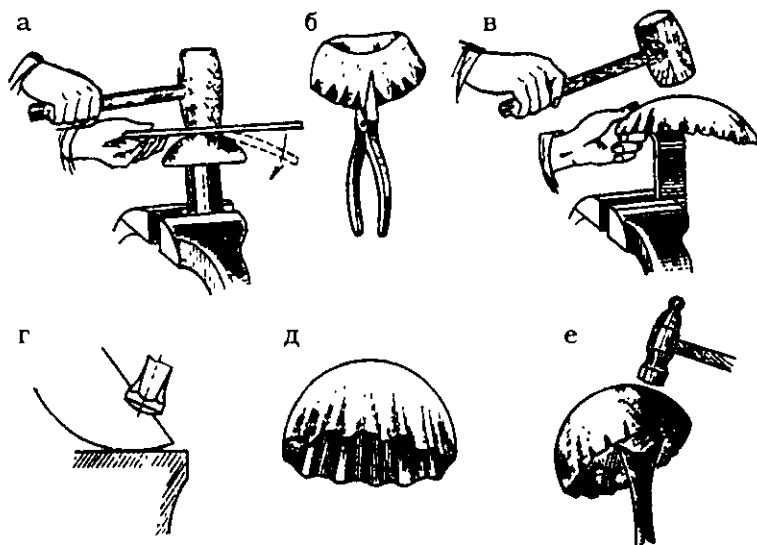


Рис. 36. Выколотка полусферы на стойке ручным способом

- а — загиб края заготовки; б — гофрирование края;
в — посадка гофров; г — выколотка середины;
д — нанесение гофров; е — посадка гофров

лицевой стороны рельеф. Затем, если необходимо, на отдельные детали наносят фактуру, тщательно прорабатывают все части и отдельные детали чеканки. После этого чеканку снимают со смолы и очищают. Изделия из меди и латуни отбеливают в соляной или серной кислоте. Изделия из алюминия отбеливают в теплом растворе двууглекислой соды или едкого натра, промывают водой, протирают пемзовым порошком, вновь промывают и просушивают в чистых древесных опилках.

Отделочные работы. Отделочные работы являются заключительной операцией. Они включают в себя патинирование или оксидирование, шлифовку, полировку,

насадку изделия на основу или монтаж, сборку отдельных фрагментов в единое целое, нанесение защитного антикоррозийного слоя.

9.4. ЧЕКАНКА ОБРОНА

Чеканка оброна применяется в тех случаях, когда необходимо получить особенно четкую и ясную чеканную форму. В основном чеканят отливки, полученные при литье в земляные формы. Такие виды литья, как кокильное, точной чеканки не требуют, отливки в этом случае получаются очень точные и четкие.

Различают следующие виды литья, которое подвергается чеканке: художественное литье из алюминиевых и магнитных сплавов; бронзовое статуарное и декоративное литье; ювелирное литье из драгоценных металлов (золото, серебро); декоративное литье из никелевых сплавов (мельхиора, нейзильбера); чугунное художественное ли-

тье (из ковкого чугуна); литье из цинковых сплавов в земляные формы; отливки из литейных латуней.

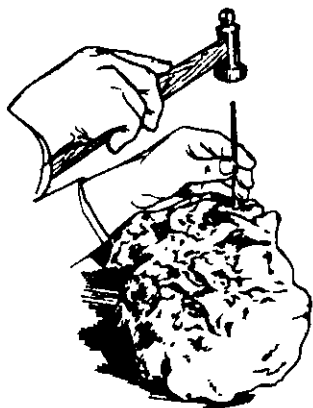


Рис. 37. Чеканка литья

Для чеканки литья (см. рис. 37) применяют те же инструменты и приспособления, что и для листовой чеканки, за исключением крюков и трещоток. Набор форм чеканов тот же, что и при чеканке по литью, за исключением канфарников, которые при чеканке литья используются только для набивки фактуры, так как

необходимость в переводе рисунка здесь отпадает. При чеканке литья почти не применяются пуансоны.

Литье, подлежащее чеканке, очищают от формовочной смеси на крацовочных станках или вручную, отжигают до температуры красного каления, отбеливают, промывают и просушивают. Чеканку литья начинают с устранения следов литника. Если литник поставлен правильно — с внутренней или оборотной стороны изделия, то его следы легко удаляются напильником и зачеканиваются. В некоторых случаях следы литника оказываются на лицевой стороне изделия, тогда необходимо сечками или зубилом осторожно срубить излишек металла и прочеканить форму подобранными чеканами.

Если литник поставлен неудачно, необходимо вырубать рельеф или воспроизводить недостающие элементы орнамента. На отливках, выполненных в кусковых формах, всегда остается более или менее заметный обслей. В местах стыка кусков его также срубают и зачеканивают.

На пустотелых отливках сложной формы часто бывают отверстия от знаков стержней. Такие отверстия расверливают и в полученные цилиндрические отверстия вставляют на резьбе пробки и их зачеканивают. Пробки вытачивают из того же материала, из какого была произведена отливка. Лучше всего для этой цели использовать крупные литники или специально отлитые цилиндрические болванки. Пробки, изготовленные из такого же материала, после их зачеканки и отделки всей фигуры становятся совершенно не заметными. Часто приходится исправлять брак литья — раковины, неслиты, облои, наросты и другие дефекты. В этих случаях на отливках образуются более или менее заметные выступы. Их также аккуратно срубают сечкой и зачеканивают, сначала шероховатыми чеканами с крупным зерном, чтобы затянуть и сравнять

дефект, восстановить основную форму, а затем уже отделывают гладкими или матовыми чеканами, в зависимости от характера и фактуры всего рельефа и в соответствии с замыслом скульптора.

При окончательной чеканке литья очень точно подбирают чеканы по форме боя и его фактуре, чтобы возможно лучше выразить характер изображаемого — нежность лепестков, сочность плодов, пышность цветов или, наоборот, упругость и блеск металла и т.п. В этих целях применяют, кроме чеканов, напильники, рифлевки, надфили, шаберы и воронила для получения гладких, полированных поверхностей.

При чеканке и отделке художественного литья возможно применение бормашин с гибким шлангом, с набором различных стальных и абразивных шарошек, которые облегчают трудности обработки и отделки литья. Шарошками легко удаляют наплывы, наросты, следы литников, придают поверхности разнообразную фактуру, которую невозможно достичь чеканами. Чтобы получить сплошные, равномерно матовые, бархатистые поверхности, применяют обработку пескоструйными установками с различной величиной зерен песка. Крупнозернистый песок дает красивые шероховатые отделки, мелкий придает поверхности тонкую матовую бархатистость.

Чеканные работы из листа отличаются по своей технологии и дают различный художественный эффект. Основными видами чеканных работ из листа являются плоскостные чеканные изделия, выполненные только расходкой. Расходка может быть выполнена как с лицевой, так и с оборотной стороны, или с изнанки. Изделия, выполненные с лицевой стороны, похожи на гравировку. Расходка с изнанки часто применяется современными художниками. Расходка с просечкой или выпилкой

фона является довольно простым и, в то же время, эффектным видом художественной обработки металла. Расходка с просечкой создает ажурные, легкие металлические кружева. Этот прием часто применяют в декоративном искусстве для выполнения изделий из листового серебра, меди, железа. Чеканка без узоров представляет собой набивку фактуры рисунчатыми чеканами, пурошником или бобошником.

Расходка с опусканием фона является распространенным приемом, который применяют для различных декоративных изделий и ювелирных изделий.

Расходка с легкой выколоткой рельефа с изнанки: благодаря этому приему на предмете получается рисунок не в виде однообразных линий, а в виде рисунка — легкого, сочного, живого. Линия на рисунке становится то плотной и непрерывной, то переходит в отдельные быстрые штрихи. Так выполняли изделия из серебра — чеканные блюда и др. Выполняют также рельефную чеканку с полной обработкой рельефа различной высоты и степени детализовки. Это вид чеканки применяли мастера далекого прошлого, существует он и сейчас. Есть чеканка без насмолки крупных декоративных рельефов из листового алюминия, меди, железа, а также чеканка с применением эмали. Примером чеканных работ в сочетании с выколоткой является русская золотая и серебряная посуда XVI—XVII веков — ковши, братины, чарки. Большинство этих сосудов обильно покрыты чеканкой, в которой применен высокий рельеф, гладкие поверхности орнаментированы мелким ювелирным узором.

Чеканка объемных изделий скульптурного типа из драгоценных металлов представляет собой выколотку с последующей чеканкой.

9.5. ЧЕКАНКА ОБЪЕМНЫХ ФОРМ

Полые объемные формы для чеканки — кубки, вазы, стаканы и др. получают из металлической пластины путем штамповки, выдавливания симметричных частей предметов на токарных станках по деревянным шаблонам или свободной ручной выколоткой. Рисунок, выполненный по фрагментам или на бумажной разметке формы изделия, канфарением переносят на объем. Полый сосуд, например, кубок, заливают смолой. Сканфаренный контур рисунка проходят расходником, затем из кубка удаляют смолу, сосуд отжигают, отбеливают, промывают и высушивают. Далее следует вытяжка рельефа рисунка или орнамента с внутренней стороны кубка. Эта операция выполняется специальными ударными инструментами — крюками и трещотками. В зависимости от применяемого инструмента работу производят разными способами. Если используют крюки, объемный предмет укладывают на верстак, под который подкладывают мешок с песком. Затем рабочий конец крюка — бой вводят во внутреннюю полость формы, ставят боек на участок выколачиваемого рельефа и ударяют молотком по штанге крюка. Передвигая боек крюка по внутренней поверхности объемной формы, постепенно выколачивают до нужной высоты весь рельеф. Затем внутреннюю полость вновь заливают смолой и приступают к осаиванию фона, уточнению подсадкой рельефа рисунка, нанесению фактуры и т.д., выполняя работу уже обыкновенными чеканами. Операция повторяется несколько раз, пока не будут закончены чеканные формы. После окончания начинают отделку.

Применяя трещотку, ее зажимают рабочим концом в ступовые тиски или забивают в деревянный чурбан (см. рис. 38). Объемный предмет, например, вазу держат

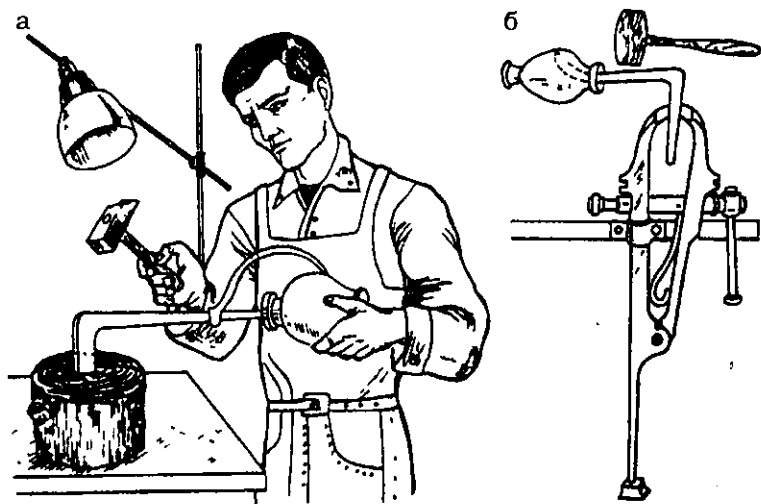


Рис. 38. Работа трещоткой:

а — с указателем подъема рельефа; б — без указателя

в левой руке. Рабочий конец трещотки направляют внутри сосуда на участок, рельеф которого нужно поднять, и молотком, который находится в правой руке, довольно сильно ударяют по штанге трещотки. Работать приходится на ощупь (особенно если ваза имеет тонкое горлышко), проверяя результат после каждого удара. Чтобы облегчить эту работу, изготавливают трещотки с указателем — специальным приспособлением, которое указывает место удара бойка при ударе по штанге.

Работы по выколотке рельефа на объемных предметах требуют определенных навыков и опыта. Иногда рельеф для объемных предметов исполняют на плоскости (развертке), а затем монтируют на изделие. Крепят готовый рельеф заклепочными соединениями, пайкой, эпоксидным клеем.

9.6. ДИФОВОЧНЫЕ И ГРАВЕРНЫЕ РАБОТЫ

Дифовка — это способ холодной обработки (выколотки) листового металла молотком, в результате чего металл приобретает нужную форму.

В старину мастера изготавливали из листового золота и серебра кубки, чаши, ковши, отделанные чеканкой, гравировкой и драгоценными камнями. Из стали этим приемом изготавливали рыцарские доспехи, щиты, шлемы и латы. Дифовку применяют для изготовления барельефов и объемной скульптуры, трубопроводов, больших котлов и т.д.

Виды дифовки: свободная ручная выколотка, выколотка по модели, механизированная дифовка.

Свободная ручная выколотка представляет собой способ, которым из листового металла создают полое объемное изделие. Он включает три основных процесса — расплющивание заготовки, т.е. увеличение ее за счет уменьшения толщины; сгибание заготовки — сжатие вогнутой стороны и растяжение выпуклой; осадка металла — увеличение толщины его поперечного сечения в результате удара.

Расплющивание производят молотком на небольшом участке листа, лежащего на наковальне. Толщина металла в этом месте уменьшается, раздается вширь, и лист начинает деформироваться в сферическую поверхность, так как нетронутые его края не дают возможности раздаться в стороны.

Сгибание выполняют стальным или деревянным молотком на ребре наковальни. Оно может быть под углом, по прямой, дуге или радиусу. В качестве опоры выбирается ребро фасонной наковальни соответствующей формы.

При сгибании происходит также и вытяжка металла. Осадка предполагает предварительную гофрировку заготовки, а затем осаживание гофры стальным или деревянным молотком на наковальне. Низкие и широкие гофры осаживаются легче. Губки плоскогубцев для гофрировки или специальных гофрилок должны быть отполированы и закалены. Такой инструмент не оставляет царапин и повреждений на поверхности заготовки.

При ручной дифовке применяются различные ударные и опорные инструменты. Ударный инструмент — это молотки, изготовленные из твердых пород дерева, таких, как дуб, клен, самшит, береза, граб. Изготавливают молотки и из резины, цветных металлов, кости, стали. Дифовку лучше выполнять неметаллическими молотками, так как на его поверхности не остается царапин, засечек, забоин и иных следов от ударов. Резиновые молотки служат для выколотки и выравнивания важных участков заготовки. Стальные молотки бывают разных форм — плоские, выпуклые, шаровидные и т.п. Молотки-наводильники служат для посадки гофр, гладильники — для правки и проковки поверхностей заготовки, шаровые — для выколотки вогнутых и выпуклых форм. Их бойки должны быть тщательно отполированы, чтобы не оставлять засечек и царапин.

Опорный инструмент представляют наковальни, плиты различных форм для правки и гибки листового металла, шпераки с двумя плечами различной формы — плоскими, конусными, округлыми концами. К опорному инструменту относятся стойки, служащие для обработки сложных по форме изделий, массивные стойки с выпуклой поверхностью для выколотки и проковки полых изделий — амбусы. Используют слесарные инструменты — зубила, ручные ножницы, напильники, шаберы,

плоскогубцы, круглогубцы, гофрилки, мерительный инструмент, чертилки, ножовки и др. Свободной выколоткой выполняют в металле первые авторские образцы. Этот процесс трудоемкий и длительный, поэтому, если есть возможность, его заменяют другими, более производительными приемами — дифовкой по модели, давкой на станке.

Выколотку по моделям применяют в работе над монументальной скульптурой, при изготовлении барельефов и скульптурно-декоративных композиций экстерьерного характера из меди, латуни, алюминия, нержавеющей стали. Монументы, выполненные выколоткой, долговечнее литых, удобны при перевозке, легки и прочны.

Технология выколотки по моделям. С авторского оригинала, отформованного в гипсе в натуральную величину, снимают кусковую гипсовую форму и изготавливают цементные модели головы, торса, рук и т.д. Для сильно профилированных деталей фигуры — лица, кисти руки и т.д. отливают баббитные модели. Для сложных и ответственных по рельефу деталей отливают дополнительно баббитовые формы, которые служат матрицами для уточнения рельефа при выколотке.

Все металлы, кроме алюминия, предварительно отжигают, отбеливают, промывают и просушивают.

Выколотку отдельных деталей или частей фигуры выполняют на металле различной толщины: для цветного 1–2 мм, для нержавеющей стали 0,5–1 мм. Площадь листовой заготовки рассчитывают с учетом вытяжки и посадки, измерения производят рулеткой или стальной линейкой по огибу модели. Листовой металл накладывают на кусковую форму, обжимают, закрепляют проволокой или куском веревки и производят выколотку вначале резиновыми, а затем деревянными и другими молотками.

Затем заготовку повторно отжигают, нагревая ее до темно-красного каления, если она изготовлена из меди, стали или латуни. Алюминий отжигают осторожнее, до почернения предварительно нанесенных мылом рисок. Очищенную от окалины заготовку вновь накладывают на модель, закрепляют, и выколотку повторяют. В сложных случаях профилировки операцию повторяют несколько раз. С лицевой стороны заготовку утоняют стальными чеканами. Для этого ее заполняют смолой и после застывания прочеканивают и наносят фактуру. Сборку деталей и монтировку фигуры начинают с подгонки и пропиловки краев деталей между собой. Излишки металла обрезают ножницами и опиливают напильниками, затем листы подгоняют встык, сваривают, швы прочеканивают. Далее фигуру монтируют на стальной каркас. На внутренней ее поверхности приваривают специальные кламеры из того же металла. К ним через текстолитовые прокладки, которые нужны чтобы не образовались термопары, крепят стальной каркас.

Операции по отделке — патинирование, оксидирование, шлифовку, полировку производят в соответствии с замыслом автора и в зависимости от материала, из которого выполнена дифованная скульптура.

Применение художественной чеканки. В настоящее время художественная чеканка применяется в областях серийной или массовой продукции, выполненной литьем. Иногда это может быть неполная проработка — подчеканка рельефа, подчеркивание отдельных элементов расходкой, шабровка и т.п. Чеканка моделей под литье, которые могут выполняться из листа или с предварительной лепкой, отливкой и путем чеканной проработки литья, как правило, требует незаурядного мастерства. Чеканка уникальных художественных изделий, начиная от

ювелирных и кончая крупными монументальными произведениями, которые могут выполняться как техникой чеканки с листа, так и литьем или оброном с последующей чеканкой, также требует художественного вкуса и больших навыков. Многие работы в чеканке представляют собой большие декоративные панно, предназначенные для убранства интерьера и экстерьера общественных зданий, они не только дополняют замысел архитектора, но и содержат глубокие идеи, значимые художественные образы. Графичность и скульптурность чеканных орнаментов придают особую торжественность украшаемому предмету, усиливают выразительность металла. Свет, играя на выступающих частях рельефа, обогащает его цвет. Тени в глубине скульптурной формы подчеркивают пластику. Металл начинает «играть» в объемах сосуда, скульптуры или высокого барельефа. Чеканка ставит мастера в тесную связь с материалом. Как рисовальщик, он уточняет рисунок изображения. Как скульптор, он лепит объем. Чеканка является для многих любителей и профессионалов одним из избранных способов художественной обработки металла.

Помимо названного, изготавливают чеканку моделей для гальванического покрытия, чеканку басменных досок, бронзовых и стальных штампов, прессформ.

9.7. БАСМА

Басма как вид художественной обработки металла известна с древних времен и является своеобразным развитием и усовершенствованием чеканки. С XII века этот прием находит применение при изготовлении окладов икон, книжных переплетов, сундуков, ларцов и т.д. Вместо многократных ударов чеканом, необходимых

для изготовления сложной формы, применялись фигурные чеканы — пуансоны, производящие тиснение. Достаточно одного удара пуансона, чтобы сообщить металлу соответствующую форму. Для тиснения басмы отливают басменную доску — матрицу из бронзы или изготавливают ее обральной техникой из стали. Басменные доски являются развитием техники тиснения, они заменяют чеканку. Наивысшего расцвета басма достигает в XVII веке.

Басменная доска представляет собой невысокий монолитный металлический барьер с мягкими, плавными формами, без острых краев, углов, резких выступов, которые прорывают металл при тиснении. Общая высота рельефа может достигать 4–6 мм на стальных матрицах и 6–12 на бронзовых. Изготавливается матрица литьем из медных сплавов с последующей тщательной чеканкой или обральной техникой из стальной заготовки, тоже прочеканенной. Обратная сторона матрицы должна быть плоской, ровной и плотно лежать на верстаке.

Технология тиснения басмы (см. рис. 39) состоит в следующем. На матрицу кладется тонкий лист металла, толщина его обычно не превышает 0,2–0,3 мм. Этот лист предварительно отжигают, отбеливают, шлифуют, полируют и обрезают, оставляя по периметру небольшой запас, необходимый для закрепления басмы на основу. Затем сверху накладывают прокладку из листового свинца. По этой свинцовой подушке наносят удары деревянным молотком или осуществляют давление винтовыми и ручными прессами мощностью 5–10 т. Под действием силы пластичный свинец вдавливаются во все углубления матрицы, точно повторяя ее рельеф. Такие же изменения претерпевает и металлический лист, зажатый между

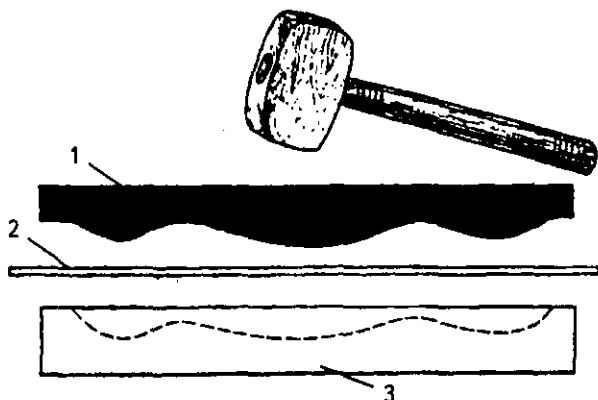


Рис. 39. Схема тиснения басмы:
 1 — медная пластина; 2 — пуансон свинцовый;
 3 — цинковая матрица

матрицей и свинцовой прокладкой. После тиснения свинец удаляют и с матрицы снимают басму — тонкий рельеф, точно воспроизводящий все детали матрицы, включая и фактуру. Рисунок на басме получается более мягким, сплаженным. Разница эта зависит от толщины листа, который применили для тиснения. Чем толще металлический лист, тем расхождение больше. Для устранения этого недостатка тиснения, уменьшения расхождения и для того, чтобы сделать рисунок на басме более четким и ясным, басменные доски-матрицы чеканятся несколько резче и суше, чем этого требует характер воспроизводимого узора.

В искусстве с древних времен басмы применялись для оковки различных изделий — иконостасов, рам и фонов икон, переплетов книг и др. Основу изделия делали из дерева и на нее набивали мелкими гвоздями басму, которая полностью покрывала деревянную основу и превра-

щала изделие как бы в чеканное. Басму можно изготовить из мягких пластичных материалов — серебра, золота, алюминия, меди. Серебро, латунь и некоторые другие, более жесткие материалы требуют одного или двух промежуточных отжигов и повторных тиснений. Повторные тиснения с отжигом необходимы и для тиснения высоких рельефов из чистых материалов. При повторном тиснении рельеф, образованный на заготовке, должен точно совпадать с рельефом матрицы, так как даже при небольшом несовпадении выступающие элементы рельефа сминаются и заготовка портится. При повторяющемся орнаменте матрицу изготавливают только для одного раппорта. В процессе тиснения заготовку передвигают и вновь производят ее оттиск.

В настоящее время при массовом производстве художественных изделий из металла применяется холодная листовая штамповка на прессах. Она позволяет с большой точностью воспроизводить авторский образец крупными сериями, дает возможность получать тонкостенные детали с чистой поверхностью одинаковых размеров и веса, не требующие никакой последующей доработки. Существенно повышается экономический эффект производства, так как исключены ручные операции и резко возрастает производительность труда. В процессе изготовления изделий высококвалифицированные ювелиры и чеканщики заменяются менее квалифицированными рабочими.

Для листовой штамповки можно использовать металлы и сплавы, способные пластически деформироваться в холодном состоянии. Это, в первую очередь, драгоценные металлы — золото, серебро, затем цветные металлы — медь и ее сплавы (томпак, латуни), никелевые сплавы, алюминий и его деформируемые сплавы;

черные металлы — мягкие, малоуглеродистые стали и некоторые легированные стали.

Выполняется штамповка при помощи специальных инструментов — штампов, которые бывают различных конструкций, в зависимости от назначения, и состоят из рабочих элементов — пуансона, матрицы и вспомогательных частей — прижимов, снимателей, ограничителей, направляющих и др. Различают штампы простого действия, предназначенные для выполнения какой-либо одной операции (вырезки, гибки и т.д.), и многооперационные штампы, которые могут выполнять несколько операций за один рабочий ход. Матрицы и пуансоны, как правило, изготавливают из инструментальной стали с последующей закалкой. Остальные вспомогательные части штампов отливаются из чугуна или стали (плиты) или их делают из конструкционных сталей.

Глава 10. ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ГРАВИРОВАНИЕ

Гравирование является одним из древнейших способов художественной обработки металлов, а также некоторых неметаллических материалов — дерева, кости, камня и др. Сущность его заключается в нанесении на поверхность твердых материалов надписей, рисунков, узоров режущими граверными инструментами — резцами.

Гравирование по металлу известно с глубокой древности. Учеными найдены бронзовые изделия, выполненные мастерами-граверами еще в начале первого тысячелетия до н.э. В основном это боевые топоры, кинжалы, украшенные гравированными орнаментами и изображениями

животных. Мастера Древнего Новгорода, Пскова, Тулы, Москвы оставили прекрасные образцы гравировки на различных металлах.

10.1. ПЛОСКОСТНОЕ ГРАВИРОВАНИЕ

Художественное ручное плоскостное двухмерное гравирование применяется в ювелирной практике для декорирования поверхности изделия путем нанесения контурного узора, рисунка, портретных, многофигурных или ландшафтных композиций, а также для исполнения различных надписей и шрифтовых работ. Гравированием украшают как плоские, так и объемные изделия. К плоскостному гравированию относят также гравирование под чернь и таушировку. Это трудоемкий и сложный процесс, требующий от мастера большой выдержки, сосредоточенности и мастерства. Техника гравирования отличается высокими художественными достоинствами. Четкость линий, выразительность штриха, строгость и лаконизм заставляют мастера быть очень требовательным к процессу создания гравировальной композиции. Гравировка под чернь в технологическом отношении отличается от обычной тем, что выполняется несколько глубже и затем выбранный внутрь рисунок заполняют чернью. Процесс плоскостного гравирования складывается из следующих этапов: подготовка рисунка, подготовка металла, перенос рисунка на металл, гравирование.

Подготовка рисунка. Для перевода на металл рисунок выполняют на бумаге в натуральную величину. Все тональные и теневые переходы даются штрихом или точками — пунктиром.

Подготовка металла. Поверхность металлической пластины или изделия, на котором нужно выполнять

гравировку, необходимо подготовить: сделать поверхность гладкой, ровной и чистой. Все риски, царапины удаляют шлифовкой. Затем поверхность обрабатывают мелкой шкуркой и пемзой. Поверхность должна быть матовой шлифованной, а не блестящей полированной, так как блеск слепит глаза и затрудняет работу.

Для переноса рисунка на металл поверхность пластины или изделия покрывают тонким слоем белой акварельной краски или жидко разведенной белой гуашью. Краске дают высохнуть и на нее переносят рисунок от руки тонко отточенным карандашом или через копировальную бумагу, обводя линии рисунка также тонко отточенным твердым карандашом. Полученный рисунок покрывают спиртовым лаком или нитролаком, чтобы при работе он не стирался. Затем изделие или листовую заготовку крепят к доске мелкими гвоздями, сургучом или закрепочной пастой. Размеры доски должны быть больше, чем размеры заготовок. Крепежные доски изготавливают из вязких пород дерева. Объемные предметы при производстве гравировочных работ зажимают в специальные приспособления — шрабкугель или колодки.

Шрабкугель (шаровые тиски) представляет собой чугунный шар массой до 15 кг, диаметром 130 мм. Сверху шара срезан сегмент и вырезан паз, в котором болтами зажимается дощечка с изделием. Чтобы изделие можно было свободно передвигать и поворачивать под любым углом, под шрабкугель подкладывают специальную кожаную или брезентовую подушку, туго набитую песком. Подушка называется кранц, ее диаметр 200 мм.

Колодки состоят из массивных чугунных брусков, снабженных раздвижными губками, которые должны удерживать гравлируемую заготовку.

Граверный инструмент. Основным инструментом при гравировании является *штихель*, который представляет собой стальной резец длиной 100—120 мм, насаженный на деревянную ручку грибовидной формы длиной 30—70 мм. Изготавливается из инструментальной стали марок У12А, ХВГ. Хорошие резцы можно изготовить из прутковой стали, рессорных полосок, надфилей, опасных бритв. Штихель должен быть правильно и хорошо заточен и закален. Нужно помнить, что недокал в этом случае способствует быстрому притуплению, а перекал — выкрошиванию режущей кромки.

В зависимости от назначения, штихели различаются по форме рабочей части, углу заточки и размерам. В зависимости от толщины поперечного сечения различают следующие основные типы штихелей. *Шпицштихель* — служит для гравирования контура рисунка, нанесения четких глубоких линий, сильных штрихов, подрезки углов в шрифтовых работах. Боковые стенки выпуклые, клинок прямой, угол заточки лезвия 30—45 градусов, ширина спинки 1—4 мм. *Болтштихель* (полукруглый штихель) — представляет собой штихель шириной 4—5 мм с полукруглой режущей кромкой, применяется при круглой и полукруглой выборке и при гравировании углублений. *Мессерштихель* — это ножевой резец с очень тонким, до 0,1 мм, лезвием, применяется он для проведения очень тонких линий. Мессерштихелем на полоске шириной 1 мм можно провести до 10 линий. *Фляхштихель* (широкий штихель) — штихель с плоской режущей кромкой, служит для выборки и выравнивания плоскостей. *Шатирштихель* (ребштихель) — штихель с плоским лезвием. На его рабочей стороне расположены выступы, которые при гравировке оставляют параллельные штрихи. Применяется для штриховки плоских поверхностей параллельными

линиями. *Фасетштихель* — используется для проведения точных широких и неглубоких линий, выполнения узоров плоскостной гравировки и чистовой обработки рисунка. Боковые стенки у него параллельные или трапецевидные, лезвие резко заостренное, клинок прямолинейный с углом заострения 60—120 градусов. *Юстирштихель* — используется для подгонки оправы с целью обеспечения надежности опоры камня в ювелирных работах. Выпуклые боковые поверхности штихеля, пересекаясь, образуют остроовальное поперечное сечение. Его режущая грань затачивается наклонно к продольной оси клинка. *Фаденштихель* — нитяной резец, по форме похожий на фляхштихель, задняя грань и режущая кромка имеют острые выступы. Служит для штриховки и матирования поверхности изделий. Шаг насечки 0,1—0,4 мм. Виды штихелей изображены на рис. 40, 41.

При гравировании в углублениях и на вогнутых поверхностях работать прямым клинком штихеля неудобно. В этом случае штихель докрасна нагревают в средней части и изгибают до нужной кривизны. Иногда штихелям придают двойную кривизну, но оба изгиба обязательно должны лежать в одной плоскости.

Применение граверного инструмента. Штихель держат в сжатой правой руке (см. рис. 42) так, чтобы рукоятка упиралась в ладонь, а большой и указательный пальцы поддерживали его в рабочем положении. Локоть должен находиться на весу, опорой руки служит только большой палец, который в то же время является как бы тормозом и ограничивает проскальзывание инструмента вперед. Одновременно указательный палец регулирует силу нажима на ребро штихеля и направляет его по линии рисунка. Штихель ведут всегда только по прямой линии, слева направо, проталкивая его вперед небольшими участками.

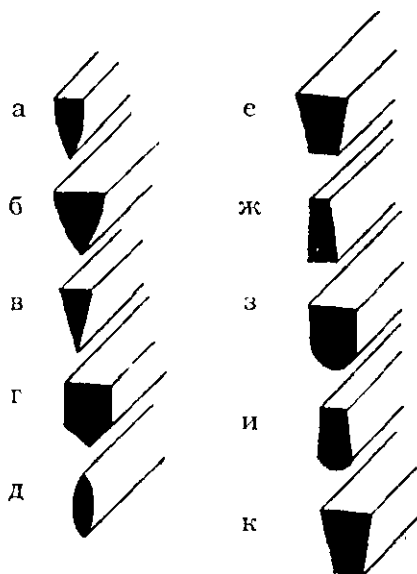


Рис. 40. Виды штихелей:

а, б — узкий и широкий шпичштихели;
 в — мессерштихель; г — фасетштихель;
 д — юстирштихель; е, ж — фляхштихели с широкой
 узкой спинкой; з, и — болтштихели с широкой
 и узкой спинкой; к — фаденштихель

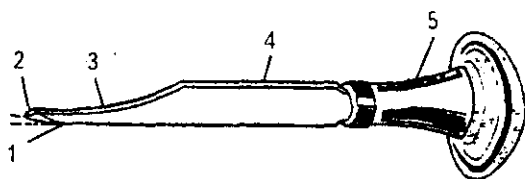


Рис. 41. Шпичштихель:

1 — задняя грань; 2 — площадки носка; 3 — аншлиф;
 4 — спинка; 5 — рукоятка

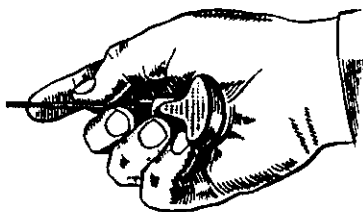


Рис. 42. Положение
штихеля в руке

При гравировании закруглений и кривых линий поворот штихеля допускается в небольших пределах. Все изгибы линий в соответствии с рисунком осуществляет левая рука, которая поворачивает заготовку, закрепленную в шрапкулель

или колодку, навстречу резцу. Для плоскостного гравирования пригодны почти все металлы — латунь, томпак, пробное серебро, бронза, цинк, никелевые сплавы, стали и некоторые неметаллические материалы. Хуже поддаются гравированию мягкие пластичные металлы — золото, чистое серебро, платина, алюминий и другие.

Обучение гравированию следует начинать со штриховых упражнений для овладения навыками работы хотя бы одним штихелем. Первые упражнения делаются на медных или латунных пластинах. При помощи линейки и чертилки следует провести на расстоянии 2—3 мм одна от другой параллельные линии и пройти их штихелем на глубине не более 1 мм. Далее приступить к гравированию штриховых, пересекающихся, ломаных, волнистых и других линий.

Для прорезания концентрических окружностей на пластине циркулем начертить окружности с равномерно увеличивающимися радиусами. Первую окружность прорезать по часовой, вторую — против часовой стрелки и т.д.

Освоив первые упражнения, приступают к нарезанию букв, цифр и простых фигур орнамента.

Для гравирования штихель должен быть правильно заточен. Неправильно, плохо заточенный штихель является причиной брака. Процесс заточки сложный, требует знаний и навыков и состоит в следующем (см. рис. 43).

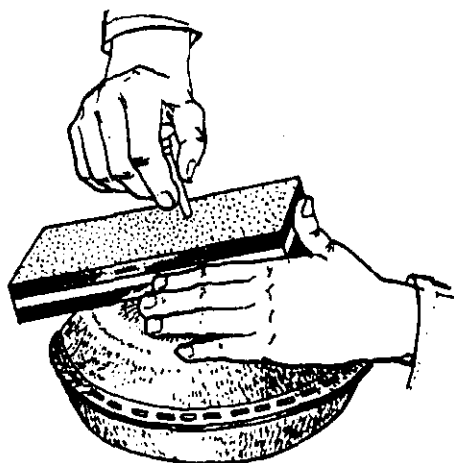


Рис. 43. Заточка штихеля

Примерно на $\frac{1}{3}$ длины клинка со стороны спинки штихеля на наждачном точиле делается срез (аншлиф), высота лезвия рабочей части должна быть 1,5–3 мм. При таком срезе конец штихеля не загораживает линии рисунка во время гравировки, а площадь заточки рабочей части уменьшается. На боковых ребрах среза, чтобы не поранить палец, снимается фаска. Режущую кромку образует площадь заточки (лобовая площадка) со стенками и лезвием (основанием) клинка. При резании мягких материалов, например, дерева, угол заточки должен быть равен 45 градусам, для стали 60–65 градусов. Тупым штихелем работать нельзя, потому что он соскакивает с металла и может поранить левую руку, которая находится под штихелем. Кроме того, тупой штихель, соскальзывая с металла, портит работу. Обязательным условием правильной заточки является плоская заточка штихеля, без закруглений и выпуклостей. При заточке на бруске локоть правой руки должен быть на весу, а кисть — сильно прижимать

площадку к камню. Затачивают штихель со стороны спинки, следя за тем, чтобы не пережечь режущую кромку. Для заточки применяют мелкозернистые бруски, поверхность которых смачивают жидким машинным маслом или керосином. После заточки со штихеля снимают на глянцевом оселке или кремнистом сланце заусенцы.

10.2. ОБРОННОЕ ГРАВИРОВАНИЕ

Обронное (трехмерное) гравирование — это способ, при котором резцом создается рельеф или объемная круглая скульптура из металла.

Обронное гравирование подразделяется на выпуклое (позитивное, при котором рисунок рельефа выше фона, который углублен и снят) и углубленное гравирование (негативное), когда рисунок или рельеф режутся внутрь. Применяется обронное гравирование довольно часто для обработки поверхности изделия и получения художественных произведений, таких, как ювелирные изделия, декоративные предметы и т.п. Кроме того, способом обронного гравирования изготавливают инструменты или приспособления (пуансоны, матрицы для штамповки, прессформы для литья, клише для печати, ситценакатные валы, офорты, багетные ролики, гравюры, эстампы и др.).

Обронное гравирование бывает ручное и механическое. Ручное выполняется ювелирами с помощью ручных инструментов; механическое — различными приспособлениями и гравировальными машинами. В этом случае гравер сам управляет движениями резца или резец передвигается автоматически при помощи специального шаблона.

В работе техникой оброна (при исполнении рельефов, контррельефов, объемных форм), мастеру приходится снимать с поверхности изделия большие массы металла,

поэтому выборку металла лучше производить зубилом, рабочий конец которого имеет форму штихеля. Гравировальные зубила представляют собой стальные стержни толщиной от 6 до 10 мм и длиной 120—150 мм. Рабочий конец их отковывается и опиливается по форме того или иного штихеля. Наиболее широко применяют спецзубило, фляхзубило и болтзубило. Рабочий конец инструмента закаливается с последующим отпускком.

Кроме спецзубил и штихелей, к граверному инструменту относят керн, или кернер, который применяется для разметки. От слесарного керна граверный отличается большим углом заострения. Кроме кернов, применяют сечки и чеканы. Сечки служат для выборки металла и затачиваются с одной стороны; чеканы — для выравнивания фона и набивки фактуры. Чеканы должны быть более массивными, чем для чеканных работ, так как ими работают, в основном, по стальным заготовкам при отделке штампов и пуансонов.

Пуансоны изготавливают из инструментальной стали 6, 7, 8 и 10 мм толщины и 65, 85 и 100 мм длины. Рабочему концу придают небольшой конус, а на торцевой площадке гравировуют букву или цифру в позитивном (наружу) и негативном (внутри) изображении. Разновидностью пуансонов являются зеки и маточники. Зеки представляют собой пуансоны, сделанные по форме буквы, но с таким расчетом, чтобы на его рабочей поверхности получились выпуклыми те места, которые в букве или цифре должны быть вдавленными, углубленными, выбранными. При работе такая зека ставится на то место заготовки, где должна быть отгравирована буква. При ударе по зеке металл под ней оседает, после чего остается выгравировать только наружные очертания буквы, что гораздо легче. Маточники — это пуансоны, на торце которых

гравировается не буква или цифра, а часть рельефа или элемент орнамента.

В обронных работах применяют также надфили и рифлевки различных профилей. При чеканке пуансоном заготовку укрепляют в шрабкутеле или колодке, под которую подкладывают кранц. При мелкой работе заготовка должна быть хорошо освещена, при этом мастер пользуется лупой.

Технология обронного гравирования включает в себя два основных этапа — подготовительный и гравирование.

Для выполнения обронных работ подготавливают рисунок с разрезами, на которых дается характеристика рельефа — высота, количество планов или сечение объемов. Кроме рисунка изготавливают модель — копию авторского оригинала, выполненную в гипсе, воске или пластилине.

Для перевода рисунка на металл поверхность заготовки необходимо покрыть белой акварельной краской и на ней от руки, с предварительной разметкой или циркулем и линейкой, воспроизводят рисунок. Затем на заготовку, покрытую белой краской, наносят тонкий слой воска или пластилина. Далее подготавливают рисунок, выполняя его карандашом на кальке. При переводе рисунка нужно учитывать, каким он будет на металле, прямым или обратным — зеркальным. Зеркальный рисунок необходим для гравирования печатей, факсимиле и других работ, предназначенных для получения с них оттисков. Скопированный на кальку карандашный рисунок накладывается на заготовку лицевой поверхностью вниз и притирается рукояткой штихеля. Затем кальку осторожно снимают, и на восковой поверхности остается хорошо заметный отпечаток карандашного рисунка.

Выполняя гравирование при выпуклом оброне (позитивном), рисунок после нанесения нужно оконтурить

стальной иглой или шпигштихелем, чтобы не сбить его при дальнейшей работе. Затем вокруг рисунка выбирают первую стружку. Работу следует делать внимательно и сосредоточенно, неосторожное движение может испортить рисунок. В некоторых случаях штихелю придают уклон, чтобы вертикальным стенкам создать конусность. Следующим этапом является выборка фона, которую производят фляхзубилом или фляхштихелем. При глубокой выборке или при гравировке закруглений применяют болтштихель или зубило аналогичной формы. После вырубki всего поля до необходимой глубины приступают к обработке самого рельефа. Рельеф рубится или режется соответствующими зубилами или штихелями, используют при этом чеканы, надфили, рифлевки и другие инструменты. Для ускорения работы при гравировании повторяющихся элементов или для выполнения очень мелких и сложных деталей применяют пуансоны, зеки, маточники, которые нужно изготовить предварительно, исходя из характера работ и рисунка.

При углубленном оброне на отшлифованной поверхности заготовки вычерчивается наружный контур рельефа, который нужно обвести шпигштихелем. После этого вырубают металл внутри очерченного рисунка. Рубку в глубину производят различными зубилами, осторожно, часто сверяясь с оригиналом. Чтобы произвести проверку, в предварительно увлажненную вырубленную форму вдавливают кусок размягченного пластилина и полученный оттиск сравнивают с оригиналом, по которому ведется работа. Основные глубины измеряют штангенциркулем или проверяют шаблоном.

Техника углубленного оброна требует высокой квалификации и опыта. Чем глубже выбирается металл, тем осторожнее необходимо работать, снимая более тонкие

стружки, так как исправление чрезмерной вырубки связано с большими трудностями. Ошибки в этих случаях исправляют либо спиливанием всей поверхности заготовки вокруг контура, либо высверливая отдельные дефектные участки и вставляя пробки. Когда рельеф почти вырублен в глубину и слепок почти соответствует оригиналу, рубку нужно остановить и приступить к отделке штихелями, пунсонами и чеканами. При отделке изделия небольшое количество оставленного металла снимается, а часть его садится и уплотняется под ударами пуансонов и чеканов. После шлифовки и полировки отдельных участков слепок становится идентичным модели, которая полностью плотно входит в углубленный оброн.

В настоящее время при изготовлении стальных штампов и прессформ для облегчения работы применяют предварительную грубую выборку металла на фрезерных или иных станках. В этом случае гравер только уточняет и отделяет полости штампа. Для массового производства граверных изделий используют гравировально-копировальные, рельефно-копировальные и иные машины. Гравировально-копировальные машины при помощи специального шаблона производят резцом не только плоскостное гравирование, но и гравирование на необходимую глубину. Одной из сложных копировальных машин является пантограф с алмазным резцом, который с помощью специального приспособления может пропорционально уменьшить формы рисунка на изделиях. Наличие этой машины дает возможность воспроизводить фигурные и портретные композиции в уменьшенном виде, используя в качестве шаблона крупные авторские оригиналы. При этом получают уменьшенные рельефы, воспроизведенные на стали и пригодные для применения их в качестве пунсонов-переводников для штамповки серийных изделий.

Для нанесения рисунка на некоторые изделия применяют способ накатки с помощью стального колесика, на котором выгравировано изображение. Заготовку вращают, и при соприкосновении с ней изображение переходит по окружности на изделие.

10.3. ГРАВЮРА. ОФОРТ

Гравюра является декоративным способом художественной обработки металла. Способ этот не связан с моментами конструирования, формирования самого предмета. Гравюра обогащает его внешний вид и используется для обработки поверхности.

Существует два типа гравюры: глубокая и высокая. При глубокой краска задерживается в углублениях, а с выпуклых частей доски ее удаляют. Для получения оттиска бумага увлажняется и на специальном станке прокатывается под большим давлением. Влажная бумага вдавливается в углубления доски и краска к ней прилипает. При работе над высокой гравюрой краска накатывается специальным валиком на выступающие части рельефа и печать производится при помощи пресса.

Работая над глубокой гравюрой, мастер углубляет, вынимает те места, которые на оттиске должны быть черными, а на высокой гравюре, наоборот, белыми.

Глубокая гравюра имеет следующие виды: гравюра резцом; гравюра иглой (сухая игла); гравюра пунктиром; меццо-тинто, или черная гравюра; вытравная гравюра, или офорт.

Высокая гравюра подразделяется на: обронную, гравюру на дереве (ксилография), продольную гравюру, торцовую, гравюру на линолеуме.

Виды глубокой гравюры. Начало гравюре резцом положено в XV веке во Флоренции. Величайшим мастером

резцовой гравюры был Лука Лейденский, творивший в конце XV — начале XVI вв. Гравюру резцом лучше всего резать на медной, цинковой или стальной доске. Со стальной доски можно сделать наибольшее количество оттисков. Выполненный на бумаге рисунок переносится через копировальную бумагу, предварительно покрытую тонким слоем кислотоупорного лака. Полученный рисунок обводится иглой, после чего мастер сразу приступает к его гравированию резцом или вытрапливанию кислотой, чтобы сделать рисунок более четким.

Доску с процарапанным по лаку рисунком погружают на короткое время в азотную кислоту, которая растворяет металл в обнаженных иглой местах. Затем лак смывают и на доске выступает хорошо заметный рисунок, гравировать по которому намного легче.

Если в гравировании были допущены ошибки, их исправляют следующим образом. При неправильно проведенном легком неглубоком штрихе, его заглаживают специальной гладилкой; если ошибочная линия прорезана глубоко, металл снимают специальным шабером, а полученную впадину выбивают с изнанки молотком, положив доску на плоскую гладкую наковальню.

Гравюра режется штихелями. Однако здесь применяют еще один вид штихелей — грабштихель, стержень которого имеет ромбовидное сечение. После соответствующей заточки им можно прорезать линии любой ширины, в зависимости от их глубины. Чем глубже прорезана линия, тем она шире. При выборе стружки грабштихелем по сторонам остаются небольшие заусенцы, их удаляют шабером.

Гравюра иглой (сухая игла). Обработка доски в этом случае производится не резцом, а стальными или алмазными иглами, которые закрепляют в деревянные руко-

ятки. Работая иглой, гравер царапает поверхность доски. Штрих от иглы получается очень малой глубины. При этом металл не срезается, а перемещается. Выступающие по краям штриха заусенцы не снимают, так как именно они и придают своеобразие этой гравюре. При печатании, в рваном крае штриха и в заусенцах остается краска, которая сообщает линии на отпечатке особую мягкость и некоторую размытость. Число оттисков на этой гравюре не превышает 30 штук, так как штрихи сглаживаются.

Сущность метода гравюры пунктиром заключается в том, что рисунок гравировается не штрихом, а комбинацией правильных точек, то более мелких, то крупных. Более мелкие и редкие точки дают на оттиске иллюзию света, а более крупные и сгущенные — тени. Переходы получаются мягкие, создающие приятное впечатление. Точки воспроизводятся путем выбивания специальным острым молоточком или пуансоном с различно заостренным рабочим концом — более острым или тупым. В результате точки по величине и глубине получаются неодинаковыми. Размещая их по поверхности рисунка, добиваются как бы различной густоты тона. Иногда точки наносятся сквозь лак, что дает возможность смягчить резкость их контуров действием кислоты.

Меццо-тинто, или черная манера. Этот вид изобретен в XVII веке. Для получения гравюры необходима шероховатая металлическая доска, дающая на отпечатке ровный черный цвет. Современный способ обработки шероховатой поверхности получается при натирании поверхности доски крупнозернистым кварцевым песком при помощи стеклянного куранта. Песок при вращательном движении куранта оставляет на доске мельчайшие риски и углубления, которые создают достаточно равномерную

поверхность, хорошо удерживающую краску. Затем специальным стальным инструментом — гладким полированным планиром и острым трехгранным шабером — сглаживают, или выскабливают в большей или меньшей степени, шероховатость доски в тех местах, которые на оттиске должны быть светлее фона. Чем глаже пятно, тем меньше на нем задерживается краска и тем светлее она будет на эстампе. Таким образом, гравер работает над теми участками доски, которые должны стать белыми или светлыми, а черные у него уже есть в готовом виде. При черной манере гравер отправляется от черного к белому и работает только над высветлением тех или иных участков рисунка. Таким способом получают очень мягкие переходы тона и светотени.

Офорт, или вытравная гравюра. Офорт можно назвать гравюрой только условно, так как в процессе его изготовления гравирование как процесс отсутствует и рисунок на доске не режется резцом, а травится азотной кислотой. Обычно после травления гравер усиливает или подчеркивает отдельные штрихи и линии резцом или иглой.

Самый ранний из известных образцов офорта выполнен немецким мастером Дюрером в начале XV века. Ранние гравюры Дюрера выполнены на железных пластинах. Он первым начал применять в работе иглу. Величайшим офортистом был Рембрандт, творивший в XVII веке, и гениальный Гойя (XVIII—XIX вв.).

Технология штрихового офорта заключается в следующем. Металлическую доску покрывают тонким слоем кислотоупорного лака. Затем на нее через копировальную бумагу переводят заранее подготовленный рисунок. Твердым карандашом обводят только основные контуры рисунка. Затем, сняв бумагу, по основным линиям выполняют стальной иглой весь рисунок.

Офортные иглы, вделанные в деревянные рукоятки, имеют различную толщину и степень заострения. Закончив нанесение рисунка, обратную сторону и края доски покрывают тем же лаком и погружают в плоский сосуд с азотной кислотой, которая травит металл в обнаженных от лака местах. Затем доску хорошо промывают и высушивают.

Рассматривая полученный рисунок, мастер закрывает лаком те линии и штрихи, которые в результате травления получили достаточную глубину и на оттиске должны быть самыми светлыми. Остальной рисунок, не закрытый лаком, подвергают повторному травлению, более глубокому. Операция повторяется столько раз, пока на гравюре не получится целая градация штрихов различной глубины, в зависимости от продолжительности травления. Чем глубже вытравлена линия, тем чернее она получится на оттиске. Закончив травление, лак смывают керосином и делают пробный оттиск. Если на нем обнаруживают недостатки, их исправляют на доске последующим травлением, резцом или иглой.

Виды высокой гравюры. Обронная гравюра применялась для изготовления различных книжных украшений — заставок, концовок и т.п. Изготавливалась она из латуни, меди, цинка, стали. К этому виду гравюры относят гравировку пуансонов, которые служат оригиналом для отливки типографского шрифта. Это очень трудоемкий и ответственный процесс, требующий навыка и высокого мастерства. Заготовка пуансонов представляет собой стальной стержень квадратного сечения, на торце которого гравировается в зеркальном изображении литера, знак или цифра. Рисунок наносится иглой посредством специального прибора — калибра, который дает возможность прочерчивать вертикальные, горизонтальные

и наклонные линии под определенным углом и точным расстоянием между ними.

Для работы гравер применяет достаточно большой набор инструментов: надфили, рифлевки, пуансоны, зеки и др. Главным инструментом является штихель. Законченный пуансон закаливают и в специальном прессе отжимают медную матрицу, которая затем служит формой для отливки шрифта.

Гравюра на дереве (ксилография). Гравюры на дереве бывают продольными, когда слои дерева лежат в плоскости доски, и торцевыми, когда слои дерева расположены перпендикулярно к обрабатываемой поверхности.

Продольная гравюра является древней техникой, берущей начало в XV веке. Для продольных гравюр применяют доски с маловыраженной слоистостью, например, древесину груши, яблони, сливы, березы, липы. Доску подготавливают столярным способом. Толщина ее после обработки доводится до 20–25 мм, т.е. до высоты типографского шрифта, для удобства использования ее при печати — печатается она вместе с текстом.

Рисунок переводят на бумагу обычным способом, через копировальную бумагу или рисуют от руки. Для удобства резьбы всю доску иногда покрывают разведенной тушью — на темном фоне лучше виден вырез рисунка. Иногда сложный рисунок выполняют на тонкой бумаге и наклеивают на доску клейстером. Его режут вместе с бумагой.

Для производства продольных гравюр в качестве инструмента применяют специальные ножи с различными профилями режущей части, а также полукруглые стамески. След от стамески по форме получается такой же, как и от болтштихеля, а стружка, вырезанная ножом, имеет треугольное сечение.

При резьбе продольных гравюр режущий инструмент движется в различных направлениях относительно слоев древесины — то вдоль, то поперек. Он встречает разное сопротивление, затрудняющее проведение плавных линий в соответствии с рисунком. Кроме того, и сама линия в различных частях имеет неодинаковую прочность при печати. Главным образом это относится к тонким линиям, которые быстро сминаются, а линии, проведенные поперек слоев, — выкрошиваются.

Торцовая гравюра, применяющаяся с XVIII века, не имеет тех недостатков, которые свойственны продольной гравюре. Она режется во всех направлениях одинаково, благодаря чему линии получаются равномерными, не выкрошиваются и выдерживают довольно большое давление при печати. Торцовая гравюра режется штихелем тех же типов, что и металлическая, только угол его заточки делается острее. Для предохранения штрихов на поверхность доски под штихель кладут деревянную подкладку, которая служит опорой для выемки стружки. При работе доску удерживают указательным и средним пальцем левой руки.

Для торцовой гравюры употребляют твердую плотную древесину, например, самшит. Чурки самшита распиливают на кружки толщиной 30 мм и хорошо просушивают. Затем они опиливаются в прямоугольную форму. Для работы используются куски без сучков и косых слоев, хорошо заметных на срезе по своей светлой, как бы атласной, окраске. Косые слои при резьбе выкрашиваются или мочалются. Отдельные прямоугольные куски склеиваются столярным клеем или клеем ПВА в доски необходимого размера, хорошо обтачиваются и шлифуются с обеих сторон. Небольшие сучки и другие дефекты высверливают и в отверстия загоняют пробки из

хорошего самшита. Так же исправляют ошибки при резбе. Чтобы доски не корбились и не раскалывались, их скрепляют болтами, пропущенными в толще доски, или стальными трубками 6 мм в диаметре. Трубки загоняют в ряд параллельных отверстий. Грунт под рисунок делают из сухих белил, растертых на яичном белке с добавлением квасцов.

Гравюра на линолеуме. Материалом для этой гравюры служит линолеум толщиной около 3 мм. На линолеуме резать легче, чем по дереву. Поверхность линолеума тщательно шлифуется пемзой с водой. Рисунок переводится обычным способом, через копировальную бумагу или наносится от руки. Подготовленный кусок линолеума прибивается или приклеивается на доску, чтобы при работе не прогибался. Режут его узкими полукруглыми стамесками с U-образным или V-образным профилем, вырезая и углубляя те места, которые должны быть на оттиске белыми.

Глава 11. **ФИЛИГРАНЬ, ЭМАЛИРОВАНИЕ, ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ЧЕРНЕНИЕ**

Филигрань (скань) — это своеобразный вид художественной обработки металла. С глубокой древности он занимает важное место в декоративно-прикладном искусстве, ювелирном деле.

Термин «филигрань» произошел от двух латинских слов, «филюм» — нить и «гранум» — зерно. Термин «скань» происхождения русского, берущего начало от древнеславянского глагола «скати» — свивать, сучить.

Оба термина отражают технологическую сущность этого искусства. Термин «филигрань» сочетает в себе названия двух основных первичных элементов, из которых производят филигранные изделия: это проволока и мелкие шарики, дополняющие проволоочный узор. Термин «скань» подчеркивает основную технологическую особенность, характерную для сканного производства, а именно, проволока применяется в этом виде искусства свитой в шнуры, что придает сканным изделиям особую красоту и привлекательность. Чем тоньше по сечению взята проволока и чем туже, круче она свита, тем красивее получается изделие. Особенно если узоры также дополняет и «зернь». Термином «зернь» в русском сканном производстве обозначали мельчайшие шарики. В современной практике термин «зернь» почти не применяется, вместо него употребляют термин «кальнер», или «корнер», — от искаженного немецкого слова «корн», что также обозначает «зерно».

Самыми древними памятниками филигранного искусства, относящимися ко II тысячелетию до н.э., найденными в Египте, Малой Азии, на территории России при археологических раскопках, являются золотые ожерелья, кубок, украшенный витыми шнурами и зернью. Преобладание зерни характерно для еще более древних произведений филигранного искусства. Гладкая или витая проволока встречается редко. Изделия, декорированные зернью, характерны также и для скифского искусства.

В филигранных работах XII века начинает преобладать проволоочный узор, значение зерни становится второстепенным. Орнамент строится из витой проволоки, главным образом, в форме спиральных завитков. Однако все эти работы продолжают сохранять фоновый

характер, узор здесь напаявается на листовой металл. В XIII веке разнообразие сканных приемов быстро возрастает. Появляются ажурная, сложная и рельефная филигрань. Особой виртуозностью обладали мастера древней Рязани. К XIV веку относится и золотая «шапка Мономаха», выполненная в сканной технике и украшенная самоцветами.

Развитие русской культуры было надолго заторможено нашествием татаро-монголов. Погибли опытные мастера филигрании, забытыми оказались многие технические и художественные приемы этого вида искусства. Однако с XV—XVI веков сканное искусство начало вновь расцветать на Руси. Скань становится полихромной, в композицию изделий включаются неметаллические материалы, искусно связанные со сканью, — эмаль, стекло, драгоценные камни, дерево, кость.

Производство филигранных изделий сосредоточилось в царских, княжеских или монастырских мастерских, где сканщики являлись и творцами-художниками, и мастерами-исполнителями. С XVIII века наряду с уникальными крупными, ажурными изделиями с применением хрусталя и перламутра, получают распространение мелкие серебряные бытовые изделия — коробочки, вазочки и т.п. Как декоративный мотив вновь появляется зернь.

В конце XIX и начале XX вв. филигранные изделия выпускают крупные фабрики Хлебникова, Овчинникова и др., в больших сериях и разнообразном ассортименте — дорогая посуда, церковная утварь, туалетные приборы и т.п. Технологические приемы достигают высокого мастерства, отличаются особой тонкостью и точностью. В это же время изобретают ажурную филигрань с эмалью — «оконную» эмаль.

11.1. ФИЛИГРАННЫЕ РАБОТЫ: ТЕХНОЛОГИЯ, МАТЕРИАЛЫ

В современном производстве филигранные изделия изготавливаются от начала и до конца вручную или при помощи лишь несложных приспособлений — в этом специфичность сканной техники. Отличием современного производства филигрании от создания филигранных изделий в прошлом является не только технология, но и разделение труда, его организация. Ранее каждое изделие, от заготовки проволоки до окончательной пайки и монтировки, делал один мастер-филигранщик. Он же являлся и автором изделия. Ныне технологический процесс разбивается на ряд отдельных операций, и в зависимости от их сложности и ответственности они выполняются мастерами разной квалификации.

В соответствии с технологическими особенностями изготовления филигранных изделий, различают ажурную, фоновую, или напайную, и объемную филигрань.

Технологический процесс производства филигранных изделий, независимо от размеров и сложности, включает следующие операции: подготовительные, заготовка скани, набор скани, набор объемных фоновых филигранных изделий, набор плоской ажурной филигрании, набор объемной ажурной филигрании, пайка филигранных изделий.

Подготовительные операции включают разработку шаблонов (рисунков) под филигрань, которые производятся следующим образом. Проект филигранного изделия, выполненный художником, перед его исполнением в материале разбивается на составные части. Для каждой объемной части вычерчивается развертка. Для плоскостных изделий в этом необходимости нет. Затем весь

рисунок разбивается на составляющие его элементы, и для каждого элемента устанавливается толщина и вид проволоки — скань, гладь, шнурок. Особенно это важно для изделий, которые поступают в серийное производство. Разработка сохраняется в чертеже или в образце, выполненном в металле.

Сложный по конфигурации орнамент необходимо разбивать на серию простейших элементов. Чем проще и короче отрезок проволоки, тем легче его подогнать к соответствующему участку контурной линии рисунка, а в целом, верно и точно набрать весь рисунок. Выгибать из проволоки сложные и длинные профили нецелесообразно. Проще их составить из отдельных отрезков простой конфигурации. Это намного ускорит процесс изготовления изделия, а места стыка при плотной установке отдельных элементов после пайки совершенно не заметны.

Материалами для изготовления скани служат чистые металлы: серебро, золото, медь. Их сплавы для этой цели, как правило, не применяют, из-за меньшей пластичности и вязкости, затрудняющих волочение проволоки, ее сучение и набор скани, а также из-за более низкой температуры плавления сплавов, что затрудняет пайку изделий.

Изготавливают скань из проволоки, и если она не соответствует по толщине сечению, обозначенному на чертеже или образце, ее протягивают через соответствующий фильер, после чего она ссучивается и плющится в вальцах. Свивание скани раньше производилось на скальнице — простом приспособлении, которое приводилось во вращение рукой. На свивание уходило много времени. Теперь скань свивают на быстро вращающемся шпинделе мотора или любого механизма, который обеспечивает быстрое вращение — электродрель, станок и т.д. Свивание скани не должно быть слабым. Обычно необходимая

степень свивания филиграни достигается в два приема, в интервале между которыми проволока отжигается для придания ей необходимой мягкости и пластичности.

Изготавливается скань из отожженной проволоки, отбеленной в 5-процентном растворе серной кислоты, промытой и просушенной. Свитая скань прокатывается в плоских вальцах и вновь отжигается, отбеливается, промывается и сушится. Такая скань готова к употреблению. Степень плющения скани может быть различной — от едва заметной до сильной. Чем шире, сильнее развальцована скань, тем прочнее будет изготовленное из нее изделие, так как поверхность пайки соответственно увеличивается. Кроме витой скани, применяется и гладкая вальцованная или круглая проволока, которую называют «гладь». В сочетании с витой проволокой она обогащает рисунок.

Проволочными элементами являются шнуры, они бывают различными по рисунку и толщине. Изготавливают их различными приемами. Простейший шнурок вьется так же, как скань из двух проволок, но не вальцуется и в своем сечении остается круглым. Более сложные по структуре шнуры свивают из трех или четырех проволок. Еще более интересный рисунок приобретает шнурок, если, свитый из двух проволок, он складывается вдвое и вновь свивается. Причем, в зависимости от того, в какую сторону повторно свивается шнурок, его рисунок различен. Своеобразный характер приобретает шнурок, свитый из двух проволок различной толщины.

«Плетенка» является более сложным рисунком, значительно обогащающим сканные работы. Плетется она как коса, из трех или более проволок, вручную. Заготавливают их короткими отрезками, так как плести из длинных заготовок трудно, они путаются. Своеобразным декоративным

элементом скани является «струнцал». Его изготавливают по принципу производства «канители», путем навивания тонкой по сечению проволоки на более толстую так, чтобы виток плотно ложился к витку. В сочетании со шнурами и сканью гладкие линии, очерченные струнцалом, очень красивы.

Одним из привлекательных элементов сканных работ является зернь — мелкие шарики. Они значительно дополняют и обогащают выполненный из проволоки линейный рисунок, напоминая жемчуг в шитье. Зернь готовится из тонкой проволоки. Чтобы все зерна были одинаковыми по диаметру, проволоку нарезают на равные кусочки. Для этого тонкую проволоку навивают спиралеобразно, виток к витку, на «ригель» — гладкий цилиндрический стальной стержень. Полученную спираль снимают с ригеля и разрезают на отдельные витки — колечки. Затем, смешав такие заготовки-колечки с угольным порошком, нагревают их в муфеле до оплавления. Разделенные друг от друга угольным порошком, колечки сплавляются в круглые шарики одинакового размера. При небольших заготовках зернь можно оплавливать на куске древесного угля. Если необходимо получить правильные полушары, заготовленные колечки оплавливают, положив их на листовую слюду. Нижняя часть такого шарика, обращенная к слюде, станет плоской.

Процесс набора скани по рисунку состоит из двух операций — выгибания каждого элемента рисунка из соответствующей проволочной заготовки (скани, шнура или глади) и установки такого элемента на соответствующее место, с закреплением клеем.

Предварительно нужно заготовить все детали рисунка — завитки, колечки, овалы и т.д., а затем установить их на место. Такую работу выполняют пинцетами специаль-

ной формы — корнцангами. Корнцанг представляет собой сложенную вдвое стальную полоску шириной 10–15 мм и толщиной 1–2 мм. Общая длина пинцета 100–150 мм, подбирается она мастером по руке. Концы пинцета коротко заострены и слегка согнуты внутрь. Выполняя работу, пинцет держат в правой руке, а свободный конец проволоки придерживают указательным пальцем левой руки. Работу проводят на ровной металлической пластине из цинка или алюминия размером 150 x 200 мм и толщиной 2–3 мм.

При серийном производстве для заготовки отдельных элементов рисунка применяют различные приспособления: для навивки колечек используют ригели — гладкие отрезки стальной проволоки различной толщины от 0,5 мм в диаметре до 10–20 мм. Для формовки зубчиков (для кастов или фона) — специальные зубчатые вальцы. Проволока, пропущенная через такие вальцы, приобретает равномерные зубчатые изгибы. Тот же результат, но с закругленными и несколько склоненными в одну сторону зубцами, можно получить, если расплющить навитую на тонкий ригель и слегка растянутую спираль. Более сложные конфигурации (лепестки розеток и др.) получают при помощи плоскогубцев, рабочие концы которых специальным образом запиливаются. Применяют прессформы, в которых формируются сложные элементы изделия. Для резки скани служат ножницы или короткий небольшой нож с деревянной рукояткой. Из приготовленных первичных элементов делают набор рисунка и установку его на клей. Существуют несколько способов набора скани, в зависимости от ее вида и разновидности.

Налпайная (фоновая) скань — для плоских изделий. В этом случае рисунок переводят на подготовленную (отожженную, отбеленную, промытую и высушенную)

заготовку из листового металла (золота, серебра, красной меди), по толщине, размерам и конфигурации соответствующую рисунку и предназначенную для фона.

Набор начинают с установки главных, наиболее крупных элементов композиции, выполненных из толстого шнура, или, наоборот, с рамок по контурам рисунка. Если в композиции предусмотрены драгоценные камни, — то с определения мест под касты. Затем ставятся второстепенные элементы рисунка из более тонкой проволоки, скани или глади и, наконец, самые тонкие и мелкие детали, заполняющие рисунок. Заканчивают набор установкой зерни. Раньше набор скани осуществляли на столлярный или вишневый (камедь) клей. Каждую деталь смазывали клеем и устанавливали на соответствующее место, что требовало много времени. Сейчас в качестве клея применяют нитролак. Работа значительно упрощается: после укладки на место нескольких первичных элементов рисунка (завитков, колечек) на них сверху наносится капля лака, которая расплывается по рисунку, обволакивая проволоку тонким слоем, быстро высыхает и прочно приклеивает скань к фону.

Набирая плоские фоновые изделия, нужно следить, чтобы детали были плоскими и ложились на фон ровно всеми своими точками, по всей плоскости, что обеспечивает их надежную пайку с одного раза. Хорошо, если все детали плотно прилегают друг к другу, особенно в тех местах, где они сопрягаются встык. Это обеспечивает наибольшую сохранность рисунка от искажения в процессе пайки и делает места стыков незаметными. Отставания от фона и поднятия некоторых элементов допускать нельзя, иначе они при пайке могут сгореть. При наборе зерни (шариков) под каждое зерно кладут колечко или канфарят фон, т.е. ударом острого чекана намечают

место для каждого зерна. Это существенно облегчает набор и увеличивает его точность и соответствие рисунку, так как в этом случае шарики не катаются по фону, а хорошо фиксируются на своих местах. При наборе зерни по канфарнику или на кольцо возрастает прочность пайки шарообразной зерни за счет увеличения поверхности спайки. Если по рисунку колечки не предусмотрены, то можно употреблять зернь, сплавленную на слюде (полусферовидную). Если зернь расположена в одну линию, лучше всего ее набирать между двух тонких параллельных проволок.

Набор скани производят на предварительно выдавленные, штампованные или дифованные от руки объемные формы — цилиндры, конусы, шаровые поверхности, или на цветы, листья, изображения животных и т.д. Набор на объемную форму или рельеф намного труднее по сравнению с набором на плоскость, так как элементы рисунка приходится предварительно изгибать по форме, чтобы они плотно прилегали к фону. Поэтому при изготовлении цилиндрических или конусных изделий часто пользуются набором скани на плоские развертки этих фигур, а после пайки филиграни на фон из такой развертки цилиндр или конус свертывают. Но такой прием ведет к некоторым изменениям и искажению рисунка, особенно если его элементы крупны и набраны из толстой или сильно развальцованной скани. Изделия, имеющие двойную кривизну, например, шар, этим приемом изготовить нельзя, поскольку они не имеют плоских разверток.

Набор плоской ажурной филиграни производится при помощи нитролака на писчую бумагу. Для этого рисунок переводится на бумагу и набор проводят так же, как и на листовой металл. Однако в этом случае плотность набора играет особенное значение, так как при пайке

детали рисунка должны прочно спаяться только между собой, поскольку фон отсутствует. Неплотный набор приводит обычно к высыпанию отдельных, не спаявшихся элементов, что значительно усложняет работу, ибо необходимо их вторично вставлять на место и вторично паять. Не нужно брать толстую бумагу, при пайке она сгорает неравномерно и деформирует рисунок. От толстой бумаги образуется много золы, что затрудняет пайку. Кальку или восковку вместо писчей бумаги не применяют.

Набор объемной ажурной филигрانی производится на специальные шаблоны из малоуглеродистой стали. Лучшим материалом для этого служит черный декапир толщиной 0,5–0,8 мм или обычное кровельное железо. Шаблоны изготовляют методом дифовки или на давяльном станке вручную. Они должны быть цельными, без паяных швов. Монтированные шаблоны не годятся, так как в процессе пайки филигрانی, которая производится на шаблоне, швы на нем могут распаяться и испортить работу. Набор на стальные шаблоны производится так же, как и при объемной фоновой филигрانی, с той лишь разницей, что после пайки ажурная филигрань к шаблону не припаивается и легко с него снимается.

Иной способ изготовления ажурных объемных изделий заключается в том, что набор производят на плоскость, а затем, после пайки, из плоской ажурной заготовки дифуют нужный объем. Плотный набранный и хорошо пропаянный ажур хорошо дифуется и легко принимает сложные формы, в том числе, и с двойной кривизной. Например, ажурный шар можно изготовить из двух кружков — розеток. Из каждой дифуют полушар, а затем их спаивают вместе по периметру большого круга. Ранее этим способом изготавливали такие объемные изделия, как кубки, вазы и др. Кроме того, им пользовались для изго-

товления сканных окладов на иконы, где из тончайшей скани и зерни мастера создавали иллюзии одежд с направлением и формой складок, узора на ткани и т.д.

Трудность работы заключается в том, что еще при наборе скани на плоскости необходимо предусмотреть все «припуски» к рисунку, которые позволят создать при дифовке и чеканке соответствующую барельефную форму с учетом как реальных, так и иллюзорно-перспективных сокращений, а это требует от мастера большого опыта и точности расчета. Для большей прочности, к полученному рельефу с тыльной стороны подпавается каркас из полос различной формы и конфигурации, смотря по рисунку. Большие, сложные композиции собираются из деталей. Каждая деталь выполняется и спаивается отдельно. Монтаж готовых деталей между собой производится также на припой или, если детали покрыты золотом или серебром, после их отделки на клемме или на винтах.

Перед пайкой филигранные изделия, набранные на столярном клее, необходимо обвязать тонкой железной проволокой — биндрой, так как столярный клей от нагревания вспучивается, кипит и загорается. Отдельные мелкие детали оказываются не скрепленными между собой и могут рассыпаться. При обвязке фоновой филигрании биндру укладывают так, чтобы каждая деталь хотя бы раз попала под виток биндры и была прижата к фону. При пайке ажурной филигрании, набранной на бумагу, ее привязывают к пластине, из мягкой листовой стали толщиной 0,5—0,8 мм или кровельного железа, несколько большего размера по сравнению с набранным рисунком и предварительно натертой мелом, чтобы филигрань к ней не припаялась. При наборе на нитролак обвязка обычно не применяется, ибо нитролак удерживает детали до пайки и, сгорая почти мгновенно, не дает изделию

рассыпаться. Однако сложные, трудоемкие объемные изделия, набранные на нитролаке, необходимо связывать.

Для пайки филигрании используют специальные припои. Для медных изделий применяют состав из одной части чистой меди, двух частей серебра 875 пробы; для пайки серебряных изделий без эмали — 1 часть чистой меди, 4 части серебра 875 пробы; для серебряных изделий под эмаль — 5 частей чистой меди и 16 частей серебра 916 пробы; для золотых изделий без эмали применяют припой, состоящий из 3 частей чистого серебра и 8 частей чистого золота; для золотых изделий под эмаль — 1 часть чистого серебра и 4 части чистого золота.

Припой употребляется в виде опилок. Для этого слиток припоя посредством личного напильника превращают в опилки, затем магнитом из измельченного припоя удаляют кусочки железа, которые попадают туда от напильника. Очистку припоя магнитом делают обязательно, так как кусочки железа от напильника вместе с припоем, попадая в скань, заправляются в ней и остаются незаметными до отбеливания готового изделия в слабом растворе серной кислоты. При этом железо, реагируя с кислотой, образует красно-бурый налет на скани, который трудно удаляется. Этот налет затрудняет дальнейшую отделку изделия. В качестве флюса при пайке применяется бура. Прокаленную и мелкоизмельченную буру смешивают с припоем в отношении 1:1 по объему. Подготовленное к пайке изделие смачивают водой, а лучше, слабым раствором буры, и на мокрую поверхность посыпают не очень густо заготовленную смесь припоя с бурой. Если припоя взято мало, то могут оказаться непропаянные места и изделие будет недостаточно прочным. Избыток припоя может залить фактуру шнуров и скани, мелкие детали рисунка и испортить внешний вид изделия.

Пайку филиграни лучше всего производить широким, мягким, коптящим, восстановительным пламенем керосина. Температура сгорания копоти почти совпадает с температурой плавления припоя (800—850 градусов). В этих условиях пайка идет быстро и чисто. Применение бензинового пламени также дает хорошие результаты, однако, если пламя узкое, изделие можно сжечь. Ювелирные припои, содержащие цинк, применять для пайки филиграни нельзя, так как при повторных пайках цинк растворяет тонкие детали узора, а на более толстых проволоках остаются раковины, что представляет трудно исправимый брак. Испорченные детали необходимо вырезать, а на их место набрать и впаять новые. После пайки изделие проверяют. Если окажутся непропаянные участки из-за недостаточно плотного набора, их исправляют и пропаявают еще раз. Затем изделие отбеливают в горячем пятипроцентном растворе серной кислоты. Отбеливание нужно делать тщательно, до полного удаления мало заметных стекловидных следов флюса (буры). Буря очень мешает последующей гальванической отделке изделий, например, золочению и серебрению, поскольку золото и серебро не осаждаются на те места, где остались пленки буры, и они отчетливо проступают розоватым цветом на золотом или серебряном фоне предметов.

Различают множество видов и разновидностей филиграни. Основными являются ажурная филигрань, фоновая, или напаяная, и объемная филигрань.

Ажурная филигрань представляет собой узор с хорошо просматривающимся сквозным рисунком. Он состоит из элементов, выполненных проволокой и спаянных только между собой без фона. Зернь напаяна на кружево. Ажурная филигрань подразделяется на несколько разновидностей: плоская ажурная — плоское двухмерное кружево,

образованное проволочными деталями, спаянными между собой в одной плоскости; скульптурно-рельефная — скульптурный трехмерный рельеф; сложная или многоплановая — сканный узор состоит из двух или нескольких планов, напаянных один на другой. Изделие также приобретает трехмерный характер: ажурная филигрань, или «оконная» эмаль, проемы, ячейки между сканными узорами заполнены прозрачной, просвечивающейся эмалью.

Фоновая, или напайная, филигрань отличается от ажурной тем, что узор напаяется на специально подготовленный фон из того же металла. Эта филигрань может быть фоновая или глухая — филигранный узор напаяют на листовой металл или канфаренный фон; просечная — после пайки узора фон удаляют просечкой или выпилкой; по чеканке — сканный узор напаяют на специально подготовленный чеканный рельеф; напайная с эмалью — после пайки скани все пространства между перегородками, образованными сканью, или их отдельные части заполняют эмалью.

Объемная филигрань представляет собой объемное изделие, выполненное сканной техникой (вазы, кубки, конусные серьги, изображения птиц и зверей и т.д.). Их изготавливают из отдельных частей по фрагментам, которые спаивают между собой, в результате чего образуется объемная фигура. Если объемную фигуру можно представить в виде развертки, то скань набирают в плоскости, накладывают на изделие и припаивают. Отдельные фрагменты выполняют каким-либо одним или несколькими видами сканной техники. Например, ажурные детали чередуют с фоновыми, дополнительно украшенными чеканкой, эмалью или драгоценными камнями, что придает композиции красоту и богатство, повышая художественные достоинства изделия.

11.2. ЭМАЛИРОВАНИЕ

Эмаль (финифть) представляет собой легкоплавкие прозрачные или заглашенные (непрозрачные) свинцово-силикатные стекла, окрашенные в различные цвета окислами металлов. Наносится она в порошкообразном состоянии на поверхность изделия и после обжига превращается в твердую блестящую массу с яркими устойчивыми красками. Помимо декоративных качеств, эмаль обладает защитными свойствами и отличается большой стойкостью не только против атмосферных влияний, но и против химических реагентов — кислот, щелочей, газов и т.п., что позволяет использовать ее в архитектурных изделиях, работающих в условиях экстерьера.

Ювелирное искусство эмали по золоту, серебру и меди — очень древний вид декоративно-прикладного искусства. Термин «эмаль» принесен в Россию из Франции и вытеснил старый термин греческого происхождения — финифть (светлый, или блестящий камень). Термин «финифть» пришел на Русь в X—XII веках из Византии. Византийские эмали отличались очень сложным составом и исключительными художественными достоинствами. Приготовление эмалевой массы было доведено до совершенства, как в отношении разнообразия и чистоты цветовой палитры, так и необыкновенного блеска, яркости, крепости, прочности, долговечности.

На Руси древнейшие изделия с применением эмали относятся к III—V векам н.э. Древнерусские перегородчатые эмали по золоту и серебру относятся ко второй половине XI—XII веков. Промышленное производство эмалей в России началось со второй половины XIX века на бывшем Императорском фарфоровом заводе в Петербурге.

В настоящее время выпускают изделия с расписной эмалью, с эмалью по скани, гравировке, чеканке и штампованному рельефу (броши, серьги, браслеты, пудреницы и др.). Изготавливают эмали из специальных легкоплавких цветных стекол, с добавлением в них различных пигментов и вспомогательных веществ, таких, как двуокись марганца, закись кобальта или никеля, криолит и др.

Эмалирование относится к специальной технологии изготовления ювелирных изделий, тесно связанной с основными ювелирными работами. По химическому составу эмали являются солями кремниевой кислоты. Важнейшей составной частью ювелирных эмалей выступает кремнезем — стеклообразующий окисел, который обеспечивает высокую химическую устойчивость, механическую прочность и термические качества эмали. Чем больше кремнезема содержится в составе, тем выше качество эмали. При большом содержании кремнезема значительно повышается вязкость эмали, поэтому в исходный состав вводится окись калия, которая снижает вязкость и склонность состава к кристаллизации, повышает растекаемость, улучшает блеск и чистоту эмали.

Художественные эмали должны удовлетворять ряду требований: быть легкоплавкими, так как применение эмалей с температурой растекания выше 850 градусов затрудняет процесс нанесения их на сплавы серебра и по паянным изделиям; иметь коэффициент теплового расширения, близкий к коэффициенту теплового линейного расширения золота, серебра и их сплавов; в расплавленном состоянии обладать хорошей растекаемостью, вязкостью, хорошей кроющей способностью, чистотой, высоким блеском, ярким насыщенным цветом.

Свинцово-силикатные эмали делятся на прозрачные и заглашенные. При изготовлении прозрачных эмалей ис-

пользуют примерно один и тот же состав (кроме золотого рубина), а при изготовлении заглушенных эмалей к составу (после сплавления и размалывания) добавляют триоксид мышьяка или оксид олова. Глушителями могут служить соли фтористоводородной и фосфорной кислот. Но наилучшие результаты дает триоксид мышьяка, который при введении в шихту в малых количествах обеспечивает высокие оптические свойства прозрачных эмалей, а в больших — позволяет получать прозрачные, яркоокрашенные эмали.

В условиях мастерской, при наличии исходных материалов, можно приготовить эмаль различного цвета. Так, для приготовления эмали молочного цвета необходимо 10 г кварцевого песка, 20 г борной кислоты, 80 г свинцового сурика, 4 г окиси цинка, 10 г каолина; для приготовления эмали синего цвета нужны 10 г кварцевого песка, 20 г борной кислоты, 70 г свинцового сурика, 0,5–2 г (в зависимости от оттенка) окиси кобальта; для приготовления эмали черного цвета необходимо 4,5 г кварцевого песка, 20 г борной кислоты, 70 г свинцового сурика, 6–12 г оксида кобальта; для приготовления эмали желтого цвета необходимо 10 г кварцевого песка, 20 г борной кислоты, 70 г свинцового сурика, 0,5 г двуххромовокислого калия; для приготовления эмали зеленого цвета необходимо 10 г кварцевого песка, 20 г борной кислоты, 70 г свинцового сурика, 1–2 г оксида меди, 0,2 г двуххромовокислого калия; для приготовления красной эмали необходимо 10 г кварцевого песка, 20 г борной кислоты, 70 г свинцового сурика, 0,5–2 г оксида кадмия; для приготовления прозрачной эмали необходимо 20 г кварцевого песка, 20 г борной кислоты, 70 г свинцового сурика. Компоненты состава тщательно перемешать, поместить в фарфоровый тигель и нагреть в муфельной печи. При температуре 550–600 градусов смесь начинает плавиться. Когда состав

превратится в однородную стекловидную массу, тигель достать клещами и расплавленную эмаль вылить в металлический сосуд с холодной водой. При резком охлаждении эмаль затвердевает и растрескивается на мелкие кусочки, которые являются исходным материалом — в данном случае для эмальерных работ.

Процесс эмалирования можно разделить на следующие этапы: подготовка изделия под эмаль; наложение эмали; обжиг эмали (на рис. 44 представлена подставка для проведения этой операции) и отделка изделия.

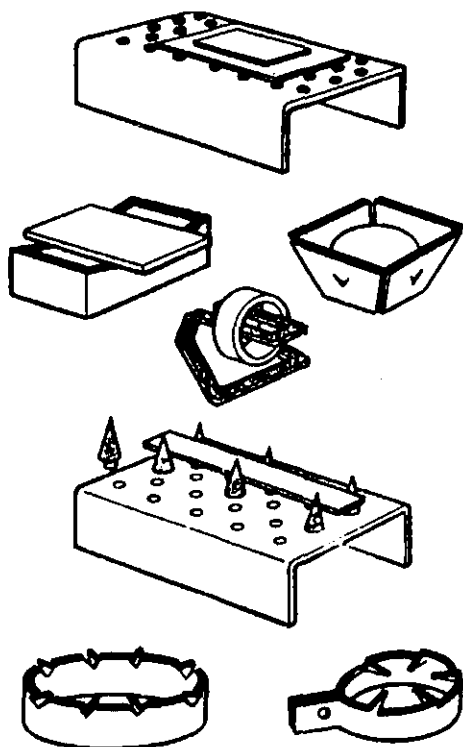


Рис. 44. Подставка для обжига эмали

При подготовке изделия под эмаль металл очищают от всевозможных загрязнений и оксидных пленок, обезжиривают и подвергают травлению в азотной кислоте или отбеливают в слабом растворе серной кислоты. Медное изделие после очистки нагревают в печи до появления тонкой пленки окисла, возникающей от соприкосновения горячего металла с кислородом воздуха, что способствует прочному соединению эмали с металлом.

При эмалировании изделий из драгоценных металлов производят предварительное «облагораживание» — многократный отжиг с последующим травлением и крацеванием, что повышает процентное содержание драгоценного металла в поверхностном слое. Перед наложением на изделие эмаль превращают в порошок: размалывают на шаровых мельницах или дробят в агатовых ступках. Размер частиц должен быть не более 0,01 мм, а величина зерен — приблизительно одинакова, так как мелкие частицы плавятся гораздо быстрее и успевают выгореть, пока начнут плавиться наиболее крупные, что приводит к браку. Для отделения мелких частиц размолотую эмаль неоднократно промывают в воде. В результате промывки крупные частицы оседают на дно, а мелкие удаляются вместе с водой.

Наносят эмаль на изделия двумя способами: ручным и машинным. При ручном способе нанесения, размолотую эмаль, размешанную с водой, в виде кашицы накладывают на изделие кистью или специальным шпателем. Этот способ применяют в ювелирном деле. При машинном способе, в хорошо просеянную, размешанную с водой эмаль добавляют крепители (декстрин, мочевины, 2–2,5 г на 1 л шликера) и специальным аэрографом равномерно наносят на поверхность изделия. На другую сторону пластины наносят слой контрэмали, который служит для пре-

дотвращения коробления изделия. Этот способ применяется для эмалирования больших плоских поверхностей.

После наложения эмали изделие тщательно просушивают в муфельной печи или сушильном шкафу и приступают к обжигу (температура нагрева 600–800 градусов) в электрических печах с открытыми спиралями. Мелкие ювелирные изделия обжигают в электрических муфельных печах с закрытой обмоткой. Можно пользоваться и открытым пламенем газовой горелки, но пламя не должно соприкасаться с эмалевой поверхностью, так как копоть может испортить изделие, поэтому пламя направляют на его обратную, левую сторону. Изделие перед обжигом для равномерного прогрева устанавливают на специальной подставке из никеля, никелевых сплавов или жароустойчивой (хромоникелевой) стали.

Температура плавления эмалей неодинакова, поэтому, прежде чем приступить к эмалированию, следует выполнить пробную плавку всех имеющихся эмалей на том же металле, из которого изготовлены изделия, и записать последовательность расплава. При эмалировании вначале накладывают более тугоплавкие эмали и обжигают, затем добавляют недостающие цвета легкоплавких и вновь обжигают (при более низкой температуре). Как только на расплавленной эмали появляется блеск, нагрев прекращается и изделие постепенно остывает. Окончательную отделку — отбеливание металлических частей, свободных от эмалей, — производят в 15%-ном растворе серной кислоты. Для эмалей с пониженной кислотоупорностью применяют щавелевую или лимонную кислоту. После промывки и просушки изделие шлифуют и полируют.

По технологическим и конструктивным особенностям эмали классифицируют на выемчатые, перегородчатые, оконные, живописные и др. (см. рис. 45).

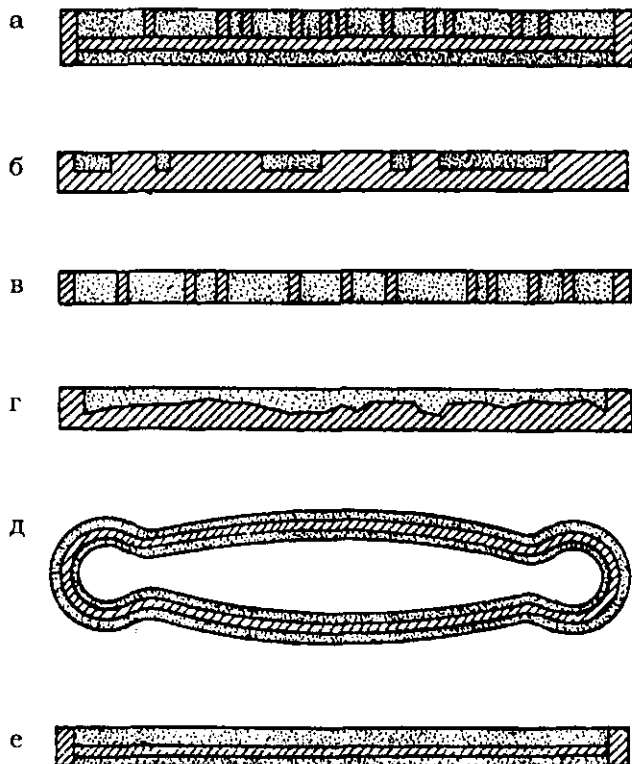


Рис. 45. Классификация эмалей:

- а — перегородчатая; б — выемчатая; в — оконная;
 г — рельефная выемчатая; д — накладная;
 е — живописная

Для нанесения выемчатой эмали в изделиях сделаны углубления (выемки), выполненные граверной техникой, штамповкой или чеканкой (глубина 0,5–0,8 мм). Чем глубже выемка, тем темнее краска. Для прозрачных эмалей дно углубления гладко зачищают (оно служит как бы рефлектором отражения лучей), для глухих оставляют

шероховатым. Выемчатая эмаль применяется для декорирования литых или обронных изделий, для изделий из листового металла, выполненных чеканкой.

Перегородчатыми эмалями заполняют углубления между перегородками, сделанными из вальцованной проволоки или филиграни, припаянных к основанию. Часть изделия, предназначенная для эмали, выполнена в виде низкой, открытой сверху коробочки, глубиной около 1 мм. Переплетение перегородок создает определенный рисунок, который заполняют эмалями.

Изделия под оконную, или прозрачную, эмаль должны иметь вырезанный в металле или выполненный филигранной техникой ажурный рисунок — узор, отверстия которого заполняются цветной прозрачной эмалью и обжигаются. Эмаль сплавляется и превращается в стекло, вправленное в просветы металлического кружева. Цветные прозрачные эмали чистых цветов напоминают драгоценные камни — аметисты, рубины, сапфиры.

Живописная эмаль (финифть) представляет собой тончайшую миниатюрную живопись эмалевыми красками на металлической основе. Это самый трудоемкий и кропотливый вид эмалирования. Технологический процесс финифти состоит в изготовлении из тонкого серебряного, медного или золотого листа основы изделия, которая может быть любой формы. Лицевую поверхность после соответствующей подготовки покрывают тонким слоем эмали, которая должна служить фоном (светлые — белый, голубой — или черные фоны). Операцию наложения фона повторяют в несколько этапов, пока поверхность не станет ровной и гладкой. Обратную сторону покрывают контрэмалью. Затем приступают к живописи на эмали, учитывая изменения после обжига первоначального цвета эмалевых красок и их температуру плав-

ления. Вначале пишут красками тугоплавкими, а после обжига легкоплавкими.

Простые образцы изделий, выполненные эмалью по скани, показаны на рис. 46.

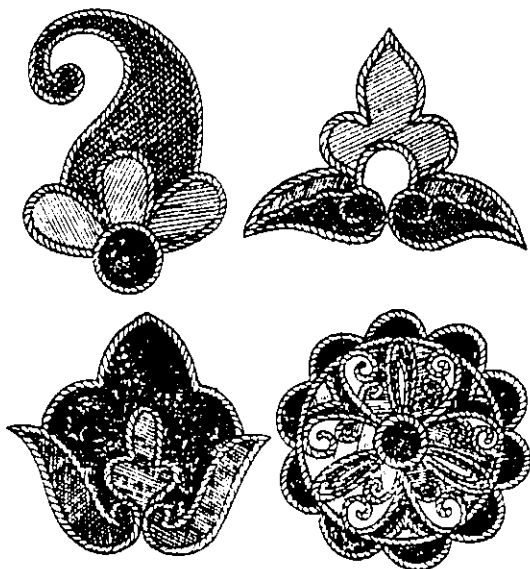


Рис. 46. Простые образцы, выполненные эмалью по скани

11.3. ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ЧЕРНЕНИЕ

Чернение — это украшение изделий из серебра и золота рисунками из черни, по внешнему виду напоминающей черную эмаль. Рисунки бывают орнаментальными и сюжетными. Чернь является древним способом декорирования художественных металлов — золота и серебра. Особого

расцвета эта техника достигла в XV и XVI веках. Существуют много видов черни, которые отличаются по составу и цвету, начиная от серебристо-серых тонов и кончая черно-бархатными. Существуют варианты и в технологическом процессе ее приготовления, наложения и обжига. Технология черногого процесса содержит такие операции, как приготовление черни, наложение черни, обжиг черни.

Приготовление черни. Чернь состоит из серебра, меди, свинца или олова и серы, сплавленных в различных пропорциях. Для лучшего ошлаковывания и предохранения от окисления в процессе варки добавляют флюс. Существуют несколько способов приготовления черни.

С п о с о б п е р в ы й . Сначала расплавляют в тигле необходимое количество серебра и меди, затем вводят свинец и небольшое количество буры в качестве флюса для предохранения от окисления. С расплавленной металлической части шихты снимают шлак и небольшими порциями добавляют серу. При этом сплав постоянно размешивают деревянной или глиняной мешалкой. Затем еще раз добавляют флюс, хорошо перемешивают, вторично снимают шлак и готовую чернь выливают на чугунную сковороду. Остывшую и затвердевшую чернь дробят на куски и вновь переплавляют с добавлением серы и флюса. Плавку ведут с перемешиванием и удалением шлака. Эту операцию переплавки для улучшения качества черни повторяют трижды. Готовую чернь измельчают в ступках и просеивают через мелкое сито.

С п о с о б в т о р о й . Медь плавят с серебром, взятым в необходимых количественных отношениях по весу. Затем к ним добавляют соответствующую долю свинца и перемешивают. Горячий сплав выливают в другой тигель, с расплавленной серой, взятой из расчета: на одну часть металлического сплава 1,2—1,5 части серы (по объему).

Иногда серу предварительно не плавят, а горячий металлический сплав выливают в тигель, наполненный до половины сухой мелкоистолченной серой, и тщательно перемешивают. Готовую смесь выливают на железную сковороду, дают остыть, измельчают и вновь переплавляют без добавления серы. Готовую охлажденную чернь толкут в порошок, который перемешивают с водным раствором буры до сметанообразного состояния.

Способ третий. Сначала готовят отдельно сернистое серебро, сернистую медь и сернистый свинец, затем в определенных пропорциях сплавляют их вместе. Для приготовления сернистого серебра на 97,8 г чистого серебра в виде измельченной стружки берут 20 г серы в порошке; их смешивают и постепенно нагревают в графитовом тигле до 400 градусов. Сера проникает в металл и образует сернистое серебро. Таким же образом получают сернистую медь и сернистый свинец. Для этого на 800 г меди берут 250 г серы, а на 400 г свинца — 75 г серы. Полученные сернистые соединения измельчают и смешивают в следующих весовых отношениях для получения 1 кг черни: сернистое серебро — 111,2 г; сернистая медь — 466,6 г; сернистый свинец — 422,2 г.

Полученную чернь насыпают в холодный графитовый тигель, сверху засыпают сухим древесным углем и помещают в муфельную печь, нагретую до 800 градусов. Через 35 минут, когда чернь нагреется до 650 градусов, в тигель добавляют хлористый аммоний из расчета 284 г аммония на 1 г черни. Затем тигель закрывают графитовой крышкой и, после полного расплавления, смесь выливают в чугунную емкость (изложницу), нагретую до 300 градусов, где сплав медленно остывает.

Существуют и другие способы приготовления черни. В качестве флюса применяют хлористый аммоний, поташ

с поваренной солью и буру. По мнению специалистов, бура дает лучшие результаты по сравнению с хлористым аммонием.

Перед наложением и обжигом черни всю поверхность изделия тщательно шлифуют от царапин, рисок, в которые могла бы попасть чернь и исказить рисунок. Края изделия и места пайки, участки поверхности, на которых не должно быть черни, обмазывают огнеупорной глиной, размешанной в воде. Глина предохраняет места пайки от выгорания припоя и не дает черни расплываться.

Существует два способа наложения черни — сухой и мокрый. Сухой способ заключается в том, что поверхность, подлежащая чернению, смачивается водным раствором поташа, буры и поваренной соли и на нее насыпается тонко измельченный и просеянный через сито порошок черни. Затем изделие осторожно просушивается. Чернь, случайно попавшая на места, не подлежащие чернению, удаляется. В таком виде изделие поступает в обжиг, который проводят в муфеле при температуре 300 градусов. Мокрый способ отличается тем, что порошок черни смешивают с крепким раствором хлористого аммония (нашатыря) или смеси поташа и буры и в сметанообразном состоянии накладывают специальной деревянной лопаточкой на изделие, просушивают и обжигают, внимательно следя, чтобы не перегреть. Как только чернь расплавится и залетит все углубления, нагрев прекращают.

После оплавления чернь прочно соединяется с металлом изделия и не отстает от него даже при его деформации. Важной операцией является удаление излишков черни, которая заливает после оплавления значительную часть поверхности изделия, выходя за рамку или край рисунка. Излишки черни удаляют шабровкой или опиливанием напильником, до появления рисунка. Работу эту

делают аккуратно, чтобы не захватить или не спилить рисунок. Затем изделие шлифуют. В процессе шлифовки проявляется весь рисунок, который, если есть необходимость, подвергают полировке. Часто изделие дополнительно обрабатывают резцом — гравировуют. При окончательной отделке иногда золотят. Золочение осуществляют в гальванических ваннах. Следует знать, что чернь, в отличие от эмали, хорошо проводит ток, поэтому поверхности, покрытые чернью, нужно тщательно покрывать защитным лаком, иначе они окажутся вызолоченными.

Изделия под чернение могут быть изготовлены различной техникой — гравировкой, чеканкой, тиснением, штамповкой, литьем, оброном. Главным условием является наличие углублений, которые должны быть заполнены чернью. Глубина их должна быть не менее 0,5 мм. В черневом искусстве, так же, как и в гравюре, возможна передача светотени, объемов, пространства, планов. Особой художественной трактовкой отличаются черневые изделия дагестанского аула Кубачи.

11.4. ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ТРАВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ

Мастерам оружейных дел художественное травление известно издавна. Оно заменило один из трудоемких процессов — ручную гравировку, не утратив при этом художественных качеств. Техникой травления довольно легко можно на любом металле воспроизвести рельефный или углубленный орнамент, текст, сюжет. При таушировании (тауширование — насечка) травлением образуются канавки для запрессовки проволоки или металлических контрастирующих полосок. Требуется только небольшая

доводка, которая заключается в расширении днища канавок, что значительно экономит время по сравнению с выполнением этих углублений техникой гравировки.

Художественное травление бывает химическим и гальваническим. Гальванический способ более эффективен и менее вреден, так как раствор электролита не выделяет ядовитых газов, которые при химическом способе неизбежны. Сущность технологического процесса изготовления художественных изделий методом химического травления состоит в том, что металлическое объемное изделие или пластину местами покрывают кислотоупорным лаком, а затем опускают в травильную ванну, где под действием травителя на открытых участках изделия образуется углубленный рисунок. Процесс химического травления несложен, но художественное исполнение гораздо труднее, так как требует тщательной, кропотливой работы по созданию композиции рисунка и четкого его переноса на подготовленное изделие.

Подготовка изделия к химическому и гальваническому травлению существенно не отличаются. Перед травлением поверхность изделия зачищают, шлифуют, полируют, обезжиривают, промывают и просушивают. Обезжиривание производят в подогретом до 50 градусов 10-процентном растворе едкого натра в течение 5 минут. Затем изделие на 1—2 минуты переносят в 15-процентный раствор серной кислоты и хорошо промывают в горячей воде, чтобы покрывной лак прочно держался на поверхности металла и в процессе травления не отслаивался. В качестве покрытия применяют битумный лак или специальную покрывную смесь, состоящую из 1 части белого воска, 2 частей мастики, 1 части битума. Компоненты при постоянном перемешивании сплавляются в металлической банке до образования однородной массы. Затем ос-

тившую смесь разрезают на небольшие кусочки и заворачивают в прочную чистую ткань. Получаются своеобразные тампоны для покрытия заготовок. Металлическую пластину перед травлением слегка подогревают на электрической плитке и водят по нагретой поверхности заготовки тампоном. Расплавленная смесь, просочившись сквозь ткань, распределяется по пластине тонким равномерным слоем. При травлении очень важно, чтобы слой покрытия был однородным, имел повсюду одинаковую толщину и плотность. Толстый слой лака будет отслаиваться и выкрашиваться при нанесении рисунка иглой, поэтому его лучше сразу же с поверхности заготовки удалить растворителем и после соответствующей подготовки вновь нанести на изделие, так как брак травления исправить невозможно.

На покрытую лаком и остывшую заготовку наносят тонкий слой белой гуаши, дают ей высохнуть и отточенным твердым карандашом переводят рисунок или текст. Затем острой чертилкой или гравировальной иглой аккуратно процарапывают рисунок, соскабливая лак. Качество готового изделия зависит от тщательности операции прорезания рисунка.

Другой способ нанесения рисунка заключается в следующем: на чистую поверхность заготовки кисточкой наносят разогретую жидкую смесь или лак, т.е. сразу переводят рисунок, а после затвердения смеси или лака ретушируют и уточняют чертилками, иглами и иным инструментом. Затем заготовку помещают в травильную ванну и приступают к травлению. Для химического травления мастерская должна быть оборудована кислотоупорными ваннами и вытяжными шкапами. Кроме них необходимы защитные средства при работах с кислотами и агрессивными растворами.

В качестве травителей чаще всего применяют разбавленные кислоты, чтобы металл медленнее растворялся.

Если металл растворяется быстро, кислота проникает под слой покрытия и рисунок утрачивает четкий контур; повышение интенсивности действия кислоты вызывает разрушение покрывной смеси на больших участках изделия и приводит к браку. Кроме того, очень сложно надежно контролировать глубину травления. Скорость травления определяют по интенсивности выделения пузырьков газа, которые поднимаются от мест травления. При бурном выделении пузырьков в травильный раствор нужно добавить дистиллированной воды.

В процессе травления на поверхности изделия оседают пузырьки и могут задерживать процесс травления. Их необходимо удалять чистым гусиным пером. Для проверки глубины травления в ванну одновременно с изделием помещают контрольный образец с рисунком из того же материала. Образец вынимают, промывают в проточной воде и замеряют глубину рисунка. По ней судят о глубине и времени травления. Если необходима различная глубина травления, то изделие время от времени извлекают из ванны, промывают, просушивают и покрывают лаком те места, которые достаточно протравились. Затем травление продолжается. По окончании процесса, изделие вынимают из ванны, хорошо промывают в воде, растворителем удаляют лак и окончательно полируют. Если по замыслу необходима декоративная отделка, используют эмали, чернь и др.

Для химического травления применяют следующие составы разбавленных травильных растворов: для изделий из золота — разбавленная «царская водка»; для изделий из железа и стали — азотная кислота 1 ч., дистиллированная вода — 2 ч.; для изделий из цинка — азотная кислота 1 ч., дистиллированная вода — 4 ч.; для изделий из латуни, бронзы, меди — хлорид железа 400 г, дистиллированная вода 1 л; для изделий из стекла, эмали — плавиковая кис-

лота; для изделий из алюминия — хлорид железа 1 ч., дистиллированная вода 3 части.

Для гальванического травления должен быть источник постоянного тока напряжением 4–10 В и ванны из изолирующего материала для электролита (насыщенный раствор железного купороса — для стали, железа; медного купороса — для меди, латуни, бронзы), дистиллированная вода. Подготовленное изделие подвешивают к штанге с клеммой «плюс» (анод) и помещают в электролит. К клемме «минус» (катод) присоединяют пластинку из любого металла и подключают ток. *Анодное травление* происходит вследствие электролитического растворения металлов и механического отрывания с поверхности изделий пленки окислов выделяющимися пузырьками кислорода. Поверхность протравленных участков изделия приобретает слегка шероховатую, чистую поверхность.

11.5. НАСЕЧКА И НАВОДКА

Насечка, или таушировка, является древним способом украшения драгоценными металлами стальных и бронзовых изделий — предметов быта, вооружения, мечей, кинжалов, щитов, огнестрельного оружия и др. Сущность процесса в том, что наружные поверхности изделия насекаются и на эти поверхности набивается золотой или серебряный узор — тонкий орнамент из завитков и стилизованных растений, изображения животных, птиц, людей.

Происходит насечка от так называемой «хризографии». Этим термином в Древней Греции называли своеобразный прием инкрустации бронзовых изделий золотом и серебром. Известны также бронзовые кинжалы, инкрустированные золотом, хранящиеся в музеях Египта, предметы из раскопок Помпеи, украшенные серебром и т.д.

Особого расцвета достигла техника золотой насечки в XVII веке. В настоящее время золотую насечку применяют в своих работах мастера-художники из дагестанского аула Кубачи, из Златоуста на Урале, Тулы. Примеры ее можно встретить в прикладном искусстве Италии, Испании, Японии, Китая и других стран.

Приемы таушировки. Выделяют несколько различных приемов золотой насечки, среди которых популярны врезная таушировка (инкрустация) и набивная, или поверхностная таушировка (насечка).

Врезная таушировка (инкрустация) — это наиболее древний метод, основой которого является хризография. Прием требует высокого мастерства и художественных способностей от исполнителя. Врезная таушировка заключается в том, что на поверхности стального изделия гравировается углубленный рисунок, причем, стенки, края рисунка немного подрезаются внутрь, для того, чтобы прочнее держался золотой узор. Глубина рисунка выдерживается в пределах 1—1,5 мм, а дно рисунка насекается.

Инкрустация имеет свои разновидности. Например, рисунок вырезается при помощи специальных инструментов — штихелей (резцов). Рисунки, гравированные штихелем, отличаются чистотой и точностью контура. Затем, в полном соответствии с углубленным рисунком, на стали подготавливают отдельные фрагменты будущего узора из драгоценных металлов — золота, серебра, их сплавов. Все части делают либо из одного металла — золота, либо в соответствующей комбинации, когда часть деталей изготавливают из червонного золота, а часть из зеленого — сплава золота с серебром. После того как отдельные детали композиций — листья, завитки, буквы и др., изготовлены, каждую из них кладут в подготовленное для них углубление и вбивают специальным небольшим

молоточком заподлицо с фоном. После окончания работ все изделие полируют.

Набивная, или поверхностная таушировка (насечка) — это технология, которая отличается от врезной таушировки (инкрустации) тем, что для ее выполнения не требуется предварительно вырезать углубление под рисунок. Золото набивается непосредственно на поверхность изделия, которая предварительно насекается зубилом. Насечку делают или сплошной мелкой сеткой, или канавками и пунктирными штрихами в соответствии с линиями рисунка. Насечка ведется так, что поднимает края и образует острые заусенцы. Выполняется она специальными зубилами. При сплошной насечке сеткой применяют плоское зубило длиной 100 мм, его изготавливают из стального прутка квадратного сечения 3 x 3 мм. При пунктирной и штриховой насечке рабочий конец зубила затачивают остро на три грани.

На подготовленную тем или иным способом поверхность накладывается золото и набивается в насечку молотком. Узор из драгоценного металла может быть подготовлен заранее, как при инкрустации, но может укладываться из проволоки непосредственно в процессе его набивки — прямо с мотка. Эта технология проще по сравнению с врезной таушировкой, менее трудоемка, однако так же требует высокого мастерства и художественного вкуса. Ее разновидностями могут быть ленточная таушировка (насечка), таушировка волооченой проволокой, листовая таушировка с рассечкой, таушировка с последующей наводкой.

Из них выделим таушировку волооченой проволокой и таушировку с последующей наводкой. Сущность волочения заключается в протягивании предварительно прокатанной заготовки через очко волокни (фильеры). Фильеры

обычно изготавливают из твердых сортов стали, а для тонких сечений — из технических алмазов, которые укрепляют в медных оправках — обоймах. Осуществляется волочение без нагрева, при комнатной температуре. Заготовку последовательно протягивают через ряд постепенно уменьшающихся по величине отверстий. При этом можно получить проволоки тончайших сечений. В процессе волочения проволока испытывает холодную деформацию и приобретает наклеп (жесткость и упругость). Восстановление первоначальных свойств (устранение наклепа) производится посредством периодического отжига. Осуществляется волочение на волочильных станах, они делятся на два вида: цепного типа — для волочения прутков, труб и других профилей, которые не могут наматываться на барабан, и барабанные станы, применяемые для волочения проволоки и других тонких профилей и тонких трубок, которые сматывают в бунты.

При заготовке драгоценной проволоки из золота или серебра в небольших количествах для ювелирных работ, волочение производится вручную при помощи волочильных досок. Такая волочильная доска представляет собой стальную закаленную пластину, в которой просверлены ряды постепенно уменьшающихся по диаметру отверстий. Волочильную доску укрепляют в настольных тисках, конец проволоки заостряют напильником и плоскогубцами; плавно, без рывков, ее протягивают через отверстия волочильной доски. Для получения чистой поверхности и уменьшения усилия применяют смазку. Переходя последовательно от одного отверстия к другому (меньшему), получают проволоку необходимого сечения. Ее сматывают в бунты или мотки.

При таушировке волоченой проволокой нет необходимости заготавливать элементы рисунка заранее, по частям.

Проволоку укладывают прямо с мотка и обрезают ее после того, как определенный участок рисунка закончен. Закрепив конец проволоки ударом молотка в заусенцы насечки, ее прокладывают по линиям намеченного рисунка и прижимают в насечку при помощи зубила, подобного тому, каким насекается сетка, но несколько притупленного, все время вбивая проволоку в насечку молотком. Проволока прокладывается в одну нитку или, в соответствии с узором, в несколько рядов, сплошь покрывая целые плоскости. Иногда рисунок вбивается заподлицо с фоном и располировывается, тогда отдельные нити трудно различить. Если проволока расплющивается несильно, то рисунок выступает тогда на поверхности невысоким рельефом. Толщина проволоки может быть от 0,15 до 0,30 мм и толще, что придает различный характер рисунку.

При таушировке с последующей наводкой скрывают отдельные ряды проволоки и придают орнаменту большую слитность и цельность. В этом случае золотой амальгамой слегка наращивают рельеф, что придает своеобразный эффект всему рисунку, как бы написанному кистью. Амальгама аккуратно накладывается по линиям рисунка и изделие нагревается для испарения ртути. Операцию иногда повторяют несколько раз, для получения необходимого рельефа.

Кроме насечки золотом, серебром и драгоценными сплавами, применяют и обычные цветные металлы и их сплавы — медь, латунь и др. Некоторые мастера делают насечку рисунков на стали алюминием. Алюминиевая проволока хорошо держится в насечке, легко полируется и образует красивый по цвету, светлый узор на темном стальном фоне, несколько напоминающий насечку серебром. Многие мастера применяют насечку мельхиором по твердым породам дерева — самшиту, абрикосу, кизилу, украшая

таким образом шкатулки, полки, седла, трости и т.п. В художественном отношении насечка по дереву имеет большие возможности — тонкий, линейный рисунок из серебра или мельхиора хорошо сочетается с текстурой дерева.

Глава 12. ХИМИЧЕСКИЕ И ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ (ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ) СПОСОБЫ ОТДЕЛКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛА

Для повышения художественной ценности, выразительности, антикоррозийной стойкости и износостойкости изделий, а также для придания изделиям законченного вида применяют целый комплекс отделочных операций, которые могут быть химическими, электрохимическими (гальваническими) и механическими.

Наводка — золотая или серебряная — является древним способом нанесения слоя драгоценного металла на изделия из меди, бронзы, железа и других металлов. Этот способ называется также золочением или серебрением. Для его осуществления готовят золотую или серебряную амальгаму, т.е. раствор соответствующего металла в ртути. Для наводки применяют только свежеприготовленную амальгаму. Для приготовления амальгамы в графитовом тигле накаливают докрасна тонко прокатанные и мелко нарезанные листочки чистого золота или серебра и заливают их нагретой до 300 градусов ртутью, взятой в девятикратном количестве по весу. Эту смесь перемешивают графитовым стержнем до полного растворения. Золотая амальгама (а также серебряная) представляют собой

тестообразную массу. Полученную золотую амальгаму выливают в воду и после остывания отжимают лишнюю ртуть через замшу. Затем медной проволочной кистью ее наносят на подготовленное изделие, после чего нагревают. Ртуть при этом испаряется, а восстановленное золото прочно соединяется с изделием. Для того чтобы золото приобрело яркий желтый цвет, его намазывают специально приготовленным открасом и нагревают. Открас при этом сгорает. Изделие промывают, просушивают и, если нужно, полируют. Состав откраса содержит по одной части уксуснокислой меди, калийной селитры, железного купороса, поваренной соли, хлористого аммония (нашатыря) и разводится хлебным квасом до густоты сметаны.

Данный способ золочения очень прочен и в прошлом широко применялся для золочения элементов архитектуры и декоративно-художественных изделий. Однако расход золота на единицу поверхности при нем значительно выше, чем при других способах золочения, например, гальваническом, и он вреден для здоровья, так как пары ртути ядовиты.

Ранее применяли технику золотой и серебряной наводки по красной меди с применением черного лака. В настоящее время успешно применяют обычный способ серебрения и золочения в гальванических ваннах, памятуя при том, что при долгом нахождении изделия в золотом горячем цианистом электролите лак начинает разрушаться и отслаиваться. При серебрении в холодном электролите лак держится надежно. Хорошие результаты получены также с использованием лака. После нанесения лака на изделия из латуни и выскабливания рисунка чистая поверхность латуни, хорошо гармонирующая своим золотистым тоном с теплым черным фоном изделия, закрывалась бесцветным или слегка золотистым нитролаком. Выполненный такой

техникой рисунок (без золочения) напоминает древнюю золотую наводку.

Золочение и серебрение — это гальваническое покрытие стойкими металлами менее стойких, для придания изделиям нарядного вида и защиты их от коррозии. В настоящее время, как правило, золочение и серебрение производят электролитическим способом. Процесс заключается в осаждении на поверхности изделий слоя металла из водного раствора его соли. В ванну, наполненную раствором соли осаждаемого металла (электролитом), подвешивают изделие, подлежащее золочению или серебрению, пропускают через ванну постоянный ток, и из раствора, находящегося в ванне, выделяется металл (золото или серебро), который осаждается на поверхности изделия. Слой золочения или серебрения может быть различным, в зависимости от вида изделия и его назначения. Например, для брошей, серег, медальонов, изготовленных из серебра, толщина слоя золочения составляет 1 мкм или 0,001 миллиметра, для цепочек — 2 мкм. Предметы для сервировки стола (ложки, вилки, молочники, совочки для сахара и др.), изготовленные из мельхиора и нейзильбера, имеют слой серебрения 24 мкм.

Для создания твердых, химически стойких и блестящих поверхностей применяют также **родирование**. Родирование — это осаждение на поверхности изделий тончайшего слоя родия — 0,25 мкм. Слой родия, нанесенный на серебряные изделия, предохраняет их от потускнения, происходящего обычно на воздухе.

Гальванопластика — это осаждение металла из гальванических ванн на снятую с оригинала форму для получения металлической копии. При этом с абсолютной точностью воспроизводятся все подробности оригинала.

Процесс изготовления гальванокопий состоит из нескольких операций: изготовление формы, нанесение

электропроводящего слоя на форму и зарядка, загрузка форм в гальванованну и процесс наращивания.

Формы для снятия гальванопластических копий изготавливаются из различных материалов. Они должны давать точный отпечаток, иметь минимальную усадку, не растворяться в электролите и не загрязнять его, легко связываться с электропроводящим слоем. Формы могут быть гипсовыми, восковыми, полимерными, металлическими. Гипсовые формы изготавливают обычным приемом, но перед завешиванием в ванну тщательно просушиваются и затем пропитываются специальным составом из воска и парафина с добавкой канифоли. Гипсовые формы легко снимаются с глиняных и с пластилиновых оригиналов. В этом их преимущество, однако в работе они не очень прочны, так как в электролите часто размокают и разрушаются. Восковые формы можно снять только с металлических изделий и сырых гипсовых моделей. Наименьшую усадку при затвердевании дает состав из следующих компонентов: канифоли — 70%, пчелиного воска — 20%, парафина — 10%. Температура плавления воскового состава — 80 градусов. При снятии формы, модель тщательно очищают от пыли и, смочив слегка водой, укладывают на ровную поверхность. Окружив модель рамкой или невысоким бортиком из металлической полоски, ее заливают растопленным воском, дав ему предварительно слегка остыть. При заливке струю направляют не на модель, а рядом, чтобы избежать возникновения пузырей в форме. Готовую форму снимают с модели еще теплой.

К формам из полимеров относятся пластмассы, каучуковый латекс, хлорвинил и некоторые другие материалы. Они эластичны, легко снимаются со сложных оригиналов. При наращивании укладываются в гипсовые кожухи. Их можно использовать многократно. Некоторые формы

изготавливают путем тиснения или прессовки с невысоких рельефов. Металлические формы обычно изготавливают из листового свинца путем тиснения, а также из листовой латуни или меди методом чеканки. С металлического оригинала можно снять также гальванопластическую форму. Материалы, из которых изготавливаются формы (гипс, воск, пластмассы) являются диэлектриками. Они не проводят ток, и для того, чтобы сделать их электропроводными, нужна либо их специальная обработка, которая состоит в механическом натирании форм из этих материалов графитом или металлическим порошком — медным, серебряным, либо химическое нанесение — осаждение или выделение металлического слоя меди, серебра или других металлов из солей на форму.

Зарядка форм состоит в снабжении их проводниками, имеющими контакт с электропроводящим слоем и катодной штангой. Проводниками для зарядки форм служит мягкая отожженная медная или латунная проволока диаметром 0,15–0,5 мм. Сечение проволоки не должно быть очень малым, поскольку такие провода нагреваются при максимальных плотностях тока. Контактирующие провода прокладываются на расстоянии 0,5–1 см от границ готового изделия. Это позволяет легко удалять облой и производить обработку готового изделия.

Подвески для форм делают из одножильных изолированных проводов с крючком на одном конце для соединения с катодной штангой. Другой конец соединяется с проводником. В сложных формах делают дополнительные проводники для увеличения площади соприкосновения токоведущих проводников с электролитом и ускорения процесса осаждения металла на форму. Формы с проводящим слоем из серебра загружают в ванну под током. Формы, обработанные графитом, можно опускать в ванну без

тока, а затем его включать. При загрузке нужно следить, чтобы в поднутрениях не оставались пузырьки воздуха. Для этого изделия загружают медленно, чтобы воздух успел выйти из них, или формы смазывают спиртом.

Ванны могут быть разных размеров и из различных материалов. В основном, применяют стальные сварные ванны, обложенные листовой резиной или виниловым пластиком. В качестве материала для ванн применяют также керамику, стекло, свинец. Источником тока обычно служит купоросный или селеновый выпрямитель, обеспечивающий напряжение от 3 до 12 В и плотность тока от 1,5 до 2 А/дм².

Медные электролиты имеют следующий состав и режимы отложения: медный купорос 200–250 г/л, плотность тока 1,5–2 А/дм²; серная кислота 35 г/л, температура 18–20 градусов. Анодом является чистая красная медь (М0 и М1); недопустимо присутствие в анодах таких примесей, как мышьяк и сурьма, от них осадок становится хрупким.

При наращивании возможны такие недостатки, как неровный осадок, при котором поверхность покрыта шишками — дендритами, это говорит о том, что электролит загрязнен графитом, анодным шламом и т.д. Для устранения этого недостатка электролит необходимо профильтровать. Осадок темно-бурого красноватого цвета, рыхлый и хрупкий, указывает на недостаток кислоты. В этом случае ее нужно добавить. При осадке красного цвета на углах и краях надо уменьшить плотность тока.

Равномерное отложение меди на сложных, сильно профилированных формах является трудной задачей. Даже на ровной плоской поверхности толщина слоя не одинакова, он бывает толще по краям, на ребрах, углах, выступах, а в середине и в углублениях — тоньше. Главное в технологии гальванопластики — равномерное осаждение металла по

всей поверхности формы. Для этого могут применяться различные экранные кассеты, цель которых изменить направления силовых линий и тем улучшить процесс осаждения, сделать его более равномерным. Можно также применять периодическое изменение направления постоянного тока при помощи реле времени.

Гальванопластика применяется для создания копий художественных изделий, а также различных художественных моделей, чеканных рельефов и др.

Химическая отделка изменяет и обогащает однообразный цвет металлов. Под действием различных химических веществ на поверхности металла происходит реакция с образованием новых химических соединений, которые прочно соединяются с основным металлом и придают ему различные оттенки или новый цвет. В большинстве случаев образующиеся соединения являются окислами (кислородные соединения) или другими химическими образованиями (сернистые и хлористые соединения). Процесс кислородного соединения называют оксидированием, а процесс образования сернистых и хлористых соединений — патинированием. Химической отделкой получают защитные пленки, обладающие декоративно-антикоррозийными качествами и значительно расширяющие цветовой тон изделий.

Отделка изделий из меди. Одним из известных простых и надежных способов придания меди черного цвета является оксидирование ее азотной кислотой, когда с помощью щетинной кисти на изделие наносят концентрированную азотную кислоту. При этом на поверхности изделия возникает реакция с выделением ядовитого газа, потому работу необходимо проводить в вытяжном шкафу, соблюдая меры предосторожности. Поверхность изделия приобретает сначала зеленый цвет, а затем черный. Пос-

ле прекращения реакции изделие равномерно нагревают до полного испарения азотной кислоты, охлаждают, тщательно промывают в горячей воде, просушивают в древесных опилках, в нужных местах шлифуют пемзовым порошком. Для того чтобы продлить срок службы кисти, ее тотчас после нанесения кислоты промывают в проточной воде. Для нанесения кислоты на металл тампонами из ткани не пользуются, так как они сгорают в кислоте и загрязняют обрабатываемую поверхность.

Цвет отделки зависит от концентрации кислоты и продолжительности нагрева и может быть от коричневого, серого до черного.

Серную печень для патинырования получают из поташа и серы, которые берут в пропорции 1:1. Компоненты хорошо перемешивают, помещают в металлическую посуду и подогревают при постоянном помешивании до расплавления — получения темно-коричневой массы. Эту массу выливают на лист жести, дают ей остыть, разбивают на мелкие куски и укладывают в стеклянный сосуд с хорошо притертой пробкой. Хранят в темном месте. Подготовленное изделие, отбеленное в 10–15-процентной смеси азотной и серной кислот и хорошо промытое, помещают в раствор, состоящий из серной печени 12–15 г, аммиака — 15 г и воды — 1 л. Процесс протекает при комнатной температуре. При появлении черного цвета изделие достают из ванны, промывают, просушивают в древесных опилках, дают высохнуть и обрабатывают латунной крацовкой или абразивными порошками.

В результате смачивания изделия в растворе 2–3 г серной печени на 1 л воды (этот раствор хранят не больше 24 часов) получают цвет от красно-бурого до темно-бурого. Цвет старой меди получают в результате смачивания в растворе 12 г серной печени и 15 г аммиака на 1 л

воды. После патинирования изделие протирают порошком пемзы до тех пор, пока не получают нужный цвет.

Каштановый и светло-бурый цвет получают смачиванием изделия в растворе 20 г сульфата меди, 25 г сульфата никеля, 12 г хлората калия и 7 г перманганата калия на 1 л воды. Процесс протекает от 0,5 до 2 минут в нагретом до кипения растворе. Изделие погружают несколько раз и очищают щеткой до получения нужного цвета, затем промывают и сушат в опилках. Цвет медной зелени получают в результате смачивания в растворе 120 г тиосульфата натрия и 40 г уксуснокислого свинца на 1 л воды. Температура раствора 50—55 градусов. Окрашивание протекает быстро. После появления зелено-голубой окраски изделие промывают и сушат. В зависимости от выдержки, можно получить цвет от светло-голубого до серовато-белого. При патинировании меди сернистым аммонием (на 1 л воды 20 г сернистого аммония) получают цвет от светло-коричневого до черного. Изделие нагревают и опускают в ванну с раствором, большие изделия поливают сверху и протирают щетинной кистью. Работу производят в вытяжном шкафу. Интенсивность цвета зависит от температуры. Затем изделие промывают и сушат. Черный цвет образуется в результате обработки изделия в растворе 50 г каустической соды, 15 г персульфата калия на 1 л воды. Изделие обрабатывают в растворе, нагретом до 60 градусов. При очистке пемзой выпуклых мест изделия, оно становится более декоративным.

Отделка изделий из алюминия. Алюминий и его сплавы по своей химической природе значительно отличаются от других металлов и сплавов. Вследствие этого химические приемы обработки, пригодные для многих цветных металлов, при отделке алюминия непригодны. Наиболее простым и декоративным приемом отделки

чеканных рельефов, с помощью которого выявляются все детали и изделие приобретает законченный вид, является тонирование графитом.

Процесс тонирования графитом состоит в следующем. Отполированную поверхность изделия покрывают тонким слоем восковой мастики или тонким слоем растительного масла и припудривают порошкообразным графитом. Затем чистой тряпкой мастику с порошкообразным графитом равномерно растирают по всей плоскости рельефа. Тряпка впитывает излишки графита и мастики, поэтому ее нужно время от времени заменять чистой, продолжая тонировать до получения светло-серого или темно-серого цвета. Выступающие части изделия высветляют и протирают тряпкой, смоченной в бензине или растворителе. Затем шерстяной тряпочкой, натертой пастой ГОИ, заполировывают эти места, получая таким образом мягкий переход от светлого к темному. Тонирование чеканных изделий графитной пудрой удаляет излишние блики на полированном рельефе, лучше проявляет декоративные качества алюминия. При отделке чеканных работ, их можно полировать, протирать бензином, удаляя остатки полировочной пасты и других загрязнений, а затем кистью, смоченной в льняном или другом растительном масле, равномерно покрыть всю поверхность. Затем чеканку ставят в горизонтальное положение и с обратной стороны начинают равномерно подогревать паяльной лампой. После испарения масла, в зависимости от продолжительности нагрева чеканка может приобретать светло-коричневый или темно-коричневый цвет. При светлой окраске металл начинает просвечивать сквозь пленку тонировки, а при более продолжительной выдержке при нагреве пленка получается глухой. Черное тонирование с последующей полировкой делает алюминиевые изделия похожими на серебряные.

Изделия из латуни в результате химической обработки могут получить разнообразные цветовые тона, от желтых, красных, оранжевых до черных, голубых и синих. Переходные тона различных оттенков можно получить на одном изделии.

Так, патинирование смесью растворов гипосульфита натрия и уксуснокислого или азотнокислого свинца позволит иметь на поверхности латунного изделия радужные оттенки: желтый, малиновый, фиолетовый, синий, черный. Для этого необходимо взять сосуд и в 1 л горячей воды растворить 130 г гипосульфита натрия, в другом сосуде в 1 л воды растворить 35 г уксуснокислого или азотнокислого свинца. Раствор смешивают, подогревают до 80 градусов и опускают в него протравленное и промытое изделие, поверхность которого быстро окрашивается в желтый, оранжевый, красный, сменяющийся фиолетовым, цвета. При дальнейшей выдержке фиолетовый цвет переходит в синий, серый и черный. Затем реакция прекращается. Тона быстро сменяют друг друга, поэтому, чтобы получить изделие нужного тона, его следует вынуть из раствора, промыть и просушить. Если изделие вынимать медленно, цвета будут плавно переходить один в другой.

Для патинирования с помощью гипосульфита натрия и азотной кислоты, предварительно нагретое латунное изделие опускают в раствор, состоящий из 1 л горячей воды, 50 г гипосульфита натрия и 5 г азотной кислоты и следят за потемнением его поверхности, которая приобретает серовато-синие или коричневато-фиолетовые оттенки. При появлении нужного цвета изделие вынимают и промывают в горячей воде. Затем пемзовым порошком протирают выпуклые места, вновь промывают холодной водой и просушивают в опилках. Раствор быстро теряет

свои свойства, срок его действия до 20 минут. Патинировка непрочна и требует защитных покрытий.

При окисдировании азотной кислотой латунные изделия, если их нагревать, окрашиваются в голубовато-зеленый цвет. Образуется азотнокислая медь. С ростом температуры медь разлагается и на поверхности изделия появляется налет черного цвета. После охлаждения изделие промывают, высушивают, нужные места шлифуют. В результате обработки азотной кислотой изделие получает очень прочную оксидную пленку. Желто-бурый цвет получают при обработке изделия в двух растворах. Первый раствор (на 10 л воды по 60 г серной печени и шлппсовой соли), второй (на 10 л воды 6 г сульфата меди и 12 см³ серной кислоты). Изделие при постоянном покачивании опускают в первый раствор, промывают и переносят во второй. Процесс повторяют до получения нужного цвета, затем изделие промывают и сушат. Темно-бурый цвет получают при обработке в растворе (на 1,5 л воды 30 г сульфата меди, 15 г хлората калия и 10 г перманганата калия). Температура раствора 100 градусов. Для того чтобы получить золотистую окраску, погруженное в ванну изделие протирают щеткой, затем промывают и сушат. Коричневый цвет получают в растворе на 1 л воды 50 г медного купороса и 5 г марганцовокислого калия. Черный цвет можно получить, применяя раствор на 1 л воды 20 бертолетовой соли и 25%, или 40 г, нашатырного спирта. Температура раствора должна быть 75–80 градусов. Продолжительность обработки в растворе 5–7 минут. Оливковый и коричневый цвета получают, применяя раствор на 1 л воды 50 г бертолетовой соли, 40 г азотнокислой меди, 80 г хлористого аммония. Температура раствора 65–70 градусов. Изделия выдерживают в растворе до получения желаемого цвета, затем промывают и сушат. Бархатисто-черный цвет получают,

применяя раствор хлористой сурьмы, которую наносят кистью на поверхность изделия и натирают жесткой щеткой. Работу выполняют в резиновых перчатках. После промывания в теплой воде и просушки в опилках получают прочную отделку, которую можно шлифовать и полировать.

Отделка изделий из серебра. Для отделки изделий из серебра существует много рецептов. Так, для получения черного цвета с синим оттенком необходимо изделие обработать в подогретом до 60 градусов растворе серной печени. Время обработки 3—5 минут. Для получения светло-коричневого цвета изделие обрабатывают в растворе из 10 частей медного купороса, 5 частей нашатырного спирта и 100 г уксусной кислоты. Для получения темно-коричневого тона — в растворе на 1 л воды 20 г сернистого аммония. Чтобы получить светло-серый тон до темно-голубого, нужно изделие обработать в растворах из 1 л воды, 15 г серной печени, 40 г хлористого аммония или 1,5 г серной печени и 10 г углекислого аммония. Зеленовато-серый цвет получают после обработки в растворе из 3 частей концентрированной соляной кислоты и по 1 части йодистого калия и воды. При приготовлении раствора йодистый калий вначале размешивают в воде, а затем полученную смесь вливают в кислоту.

Отделка изделий из стальных сплавов. Существует ряд рецептов для придания изделиям из стали красивого синевато-черного тона с металлическим холодным блеском. Такой тон получается при оксидировании стальных изделий в растворе, состоящем из 400 г едкого натра, 600 г воды, 10 г азотнокислого натрия и 10 г калийной селитры. Для получения синевато-черного тона изделие погружают в раствор, нагретый до 100 градусов, выдерживают до тех пор, пока изделие не получит нужный оттенок, и затем прокаливают до получения равномерной окраски по все-

му изделию. Кроме этого, существует иной способ, при котором изделие погружают в расплавленную до 350 градусов натриевую селитру. Через 3 минуты на поверхности изделия образуется тонкая пленка синего цвета. Эта пленка не обладает достаточной прочностью. Чтобы получить синий цвет, составляют два раствора. Первый — на 1 л воды и 140 г гипосульфита. Второй на 1 л воды и 35 г уксуснокислого свинца. Перед использованием растворы смешивают и нагревают до кипения. Изделия полируют, обезжиривают и погружают в раствор, в котором держат до появления нужного оттенка. Затем их промывают в горячей воде, сушат и протирают тряпочкой, смоченной в касторовом, машинном или растительном масле.

Черную окраску стального изделия можно получить следующим образом. Вначале предмет полируют и обезжиривают в щелочах, затем промывают и прогревают при температуре 60 градусов. После этого помещают в муфельную печь и нагревают до 320—325 градусов. Равномерность нагрева обеспечивает ровную окраску. После обработки изделие быстро протирают тряпкой, смоченной конопляным маслом, вновь слегка прогревают и насухо вытирают. Оксидная пленка на изделии получается довольно тонкой, поэтому и антикоррозийная стойкость слабая.

При обработке изделий из железных сплавов соответствующим образом можно получить темно-серые и светлые тона. Для этого изделие обрабатывают слабым раствором азотной кислоты в пропорции 1 ч. кислоты на 10 ч. воды. Изделия, например, чеканка, не должны находиться в растворе продолжительное время, так как подвергнутся из-за выделяемого тепла разрушению.

Гальваностегия — представляет собой процесс нанесения защитных или декоративных металлических покрытий на изделия электролитическим осаждением.

Гальваностегия применяется во многих областях, в том числе при производстве изделий художественной промышленности, в ювелирном деле и прикладном искусстве. Покрытия, полученные гальваническим способом, очень декоративны, прочны и экономичны.

Сущность гальваностегии заключается в том, что растворенные в воде соли распадаются на положительные и отрицательные частицы — ионы. При прохождении через раствор постоянного электрического тока, ионы, заряженные положительно, устремляются к отрицательному электроду, а заряженные отрицательно — к положительному. Электрод, соединенный с положительным полюсом, называется анодом; тот, который соединен с отрицательным полюсом, называется катодом. Так как ионы металлов положительны, они направляются к отрицательному полюсу и осаждаются на изделии, которое служит катодом. Процессы гальванопокрытия протекают в гальванических ваннах, которые изготавливаются из кислотоупорных материалов — керамики, эмалированного чугуна, стали, винипласта, органического стекла и т.д. От селеновых и кремниевых выпрямителей получают электрический ток, плотность которого регулируется трансформатором.

При подготовке изделий под покрытия, их поверхность тщательно очищают. Чистота поверхности нужна для обеспечения нормального сцепления основного металла с осажденным, а также для обеспечения хорошего качества самого осаждаемого металла.

Существует несколько видов обработки: механическая, химическая и электрохимическая, которые дополняют друг друга. К механической обработке относят шлифование, полирование, крацевание и пескоструйную обработку. К химической — удаление с поверхности изделия оксидной пленки методом травления, остатков флюса ме-

тодом отбеливания, а также удаление жировой пленки и загрязнений путем обезжиривания. Для травления применяют серную, азотную, соляную кислоту или их смеси. Для травления меди применяют следующие составы: 5 л азотной, 1 л серной кислоты и 50 г поваренной соли; смесь азотной и серной кислот в равных количествах с добавкой 10-процентной поваренной соли. Иногда добавляют сажу, которая восстанавливает окислы азота. Серная кислота добавляется в азотную в несколько приемов, раствор перемешивают, охлаждают и вводят в него соль и сажу.

Отбеливание производят слабым раствором серной кислоты. Раствор может быть холодным или, для ускорения процесса, горячим. При отбеливании главным образом удаляют буру, если она осталась после пайки, так как при травлении ее удалить невозможно. При приготовлении отбела серную кислоту добавляют в нужное количество воды. Нельзя, наоборот, добавлять воду в серную кислоту, так как при разбрызгивании она может обжечь работника. При приготовлении раствора на 100 г воды добавляют от 5 до 15 г серной кислоты. Для обезжиривания изделие сначала промывают в бензине, ацетоне или дихлорэтане, затем протирают щеткой с тонко размолотым свежесожженным известняком и промывают в горячих щелочах при температуре 95—100 градусов в течение 10 минут. При изготовлении раствора берут на 1 л горячей воды 10—15 г едкого кали. Затем изделие промывают в горячей воде.

Электрохимическая обработка наиболее тщательно очищает поверхности загрязненных изделий. Для обработки изделие погружают в раствор электролита, где анодом служит лист нержавеющей стали. При прохождении тока ионы водорода движутся к катоду и механически сбивают частицы жира с поверхности. Для приготовления обезжиривающего раствора на 1 л воды берут 15—20 г едкого

кали, 15 г углекислого натрия, 15 г тринатрийфосфата, 3 г жидкого стекла. Напряжение 6—9 В, плотность тока 300—1000 А/м². Длительность процесса 3—5 минут. Поверхности анода и катода должны быть примерно равными по площади. Для обезжиривания меди и ее сплавов применяют холодную ванну, для обезжиривания стали — горячую. Недостатком обработки является то, что водород может поглощаться металлом, и он становится хрупким. Во избежание этого, катод на несколько минут переключают на анод; водород выходит из металла.

Особенно широко используют гальваностегию в ювелирном деле. Нанесение на изделия покрытий из золота, родия, серебра улучшает их декоративные качества, повышает износостойкость и антикоррозийные характеристики.

Глава 13. ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛА

При изготовлении художественных изделий в качестве электролитических покрытий применяют золочение, серебрение, родирование, хромирование, никелирование, омеднение, латунирование.

Золочение, в основном, применяется в ювелирном деле. Это самый дорогой и красивый своим завершением метод отделки художественных изделий из металла. Золочению подвергают ювелирные изделия из серебра и недорогих изделий. Толщина золотого слоя составляет 2—5 мкм. Твердость его превышает твердость литого золота почти вдвое.

Для золочения применяют следующие составы электролитов: на 1 л воды берут 2—3 г хлорного золота, 7,5 г жел-

той кровяной соли и 7,5 г кальцинированной соды. Процесс проходит в кипящей воде, где растворяют указанное количество соли и соды, затем небольшими порциями вводят хлорное золото. Раствор кипятят 0,5 часа. Плотность тока составляет 10–20 А/м². Анодами являются платина, чистое золото, уголь. В состав цианистого электролита берут на один литр воды 15 г цианистого калия, 2 г металлического золота, 0,2 г олеатита натрия, 90–100 г поташа. Олеатит натрия является добавкой для блеска.

Серебрение также является одним из наиболее красивых покрытий. Применяется в ювелирном деле и для отделки художественных изделий. Толщина покрытия может быть различной, в зависимости от назначения изделий. Например, для покрытия столовых приборов она может составлять 15–30 мкм, для ювелирных изделий 60–100 мкм. Стальные предметы перед серебрением омедняют на толщину 30–50 мкм.

Производят серебрение в бесцианистых и цианистых ваннах. Преимущество бесцианистого способа в том, что он неядовит. При серебрении бесцианистым способом применяют следующий состав электролита: 6–8 г серебра, 18 г желтой кровяной соли, 18 г кальцинированной соды, 1 л воды. Хранить и применять электролит следует в темноте (под крышкой) или при красном свете. Аноды применяют стальные или угольные. В свежей, только что составленной ванне, осаждение идет без тока. Ванна работает без подогрева при температуре 18–20 градусов.

В результате серебрения изделия приобретают красивый белоснежный цвет.

Для серебрения в цианистых электролитах применяют переменный ток. Состав цианистого электролита: цианистое серебро 30–35 г, цианистый калий 35–40 г, вода 1 л.

Температура электролита должна составлять 18–25 градусов, плотность тока 30–100 А/м².

В состав другого рецепта входят: хлористое серебро 33–39 г, цианистый калий 20–35 г, вода 1 л. Температура электролита должна составлять 15–25 градусов, плотность тока 30–100 А/м².

Перед серебрением изделия полезно амальгировать — покрывать ртутью погружением в раствор азотнокислой ртути. Состав раствора: ртуть азотнокислая 50 г, вода 10 л.

Родирование придает ювелирным изделиям высокие оптические свойства, красивый внешний вид, химическую стойкость, износостойкость.

Для покрытия родием не требуется предварительного нанесения подслоя на изделия из меди, латуни, серебра, мельхиора, никеля, золота, палладия, платины и их сплавов. Осаждение родия на поверхности изделий происходит в электролитах, содержащих большое количество кислоты. Для покрытий используют серноокислые и фосфорноокислые электролиты. Серноокислые электролиты имеют большую рассеивающую способность, мало чувствительны и меньше загрязняются, чем фосфорноокислые. Для приготовления серноокислого электролита необходимы серная кислота 50–90 г, металлический родий 2–4 г, вода 1 л. Рабочая температура ванны 30–40 градусов, плотность тока 80–150 А/м². Время электролиза для покрытия слоем родия 0,3–0,5 мкм — 4–5 минут. В качестве анодов применяют платиновые пластинки, которые должны в 5 раз превышать площадь катода.

Для приготовления состава фосфорноокислого электролита необходимы ортофосфорная кислота 50 г, металлический родий 2 г, вода 1 л. Температура электролита должна быть 18–20 градусов, плотность тока 30–100 А/м².

Изделия после покрытия родием промывают в двух ваннах — в дистиллированной и горячей воде, затем в этиловом спирте. Сушат изделия в сушильном шкафу при температуре 100 градусов.

Хромирование является очень распространенным видом покрытия. Причина тому — прочность против химической коррозии, жаростойкость, высокая твердость, превосходящая твердость стали, красивый блеск и цвет хромового покрытия.

В то же время, из различных видов гальванических покрытий технология хромирования самая сложная, в силу следующих особенностей: хромом плохо покрываются разного рода углубления, требуется высокая плотность тока, 3500–6000 А/м², вместо растворимых анодов применяются нерастворимые свинцовые или свинцово — сурьмяные, которые при электролизе только помогают проводить ток, а хром полностью осаждается из раствора.

В целях художественных и декоративных применяют украшение до 1 мкм по медно-никелевому подслою, который перед хромированием тщательно шлифуют. В состав медно-никелевого входят: слой меди цианистой — 3 мкм, слой меди кислой — 12 мкм. Состав электролита для хромирования: хромовый ангидрид 300–350 г, серная кислота — 3 г. Рабочая температура раствора — 40 градусов, плотность тока 1500–2000 А/м². Поверхность всех анодов должна быть вдвое меньше поверхности катодов.

Никелирование служит в качестве защитно-декоративного покрытия. Толщина покрытия зависит от условий, где придется находиться никелированному изделию. При легких условиях (закрытое, теплое, сухое помещение) медный подслоя может быть 10 мкм, слой никеля — 5 мкм. При средних условиях эксплуатации подслоя меди — 20 мкм, слой никеля — 10 мкм. Наиболее прочно никелевое

покрытие на меди или латуни. На изделиях из стали осажденный никель держится непрочно, поэтому применяют многослойные покрытия, при которых поверхность стального изделия сначала омедняют, затем полируют, и никелируют в следующем составе: никель сернокислый 140 г; магний сернокислый 30 г; натрий сернокислый 50 г; борная кислота 20 г, хлористый натрий 5 г, вода 1 л. Рабочая температура электролита 20–30 градусов; плотность тока 100 А/м². Скорость осаждения 1 мкм никеля 5 минут.

Применяют никелевые покрытия в основном для отделки деталей интерьеров, они привлекательно выглядят и могут отчасти заменить серебрение. Никелевые покрытия хорошо полируются и надолго сохраняют полировку.

Меднение для антикоррозийных целей используется редко, так как медь на воздухе быстро окисляется, темнеет, а затем чернеет. Сталь, покрытая слоем меди, при повреждении этого слоя ржавеет быстрее, чем немедленная. Как правило, медные покрытия применяются при многослойных покрытиях декоративного характера — никелировании, серебрении, золочении, хромировании — как подслои. Покрытие медью производится в кислых или цианистых электролитах.

Глава 14. МЕХАНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОТДЕЛКИ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ И ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛА

К механическим способам отделки изделий из металла относят декоративное шлифование, полирование, кра-

цевание, шабровку, галтование, виброобработку и пескоструйную отделку. При изготовлении ювелирных изделий к операциям отделки относят шлифование, полирование, матирование и крацевание.

Шлифование — это чистовая обработка поверхностей изделия абразивными инструментами (см. рис. 47). Шлифование может осуществляться на шлифовальных станках вращающимися абразивными кругами или брусками. Шлифовальный круг состоит из абразивного и связующего материала. На войлочные или фетровые круги наклеивают абразивный порошок из корунда, наждака, жженой извести и т.д. Круг устанавливают на шлифовальный станок. Изделие прижимают к вращающемуся шлифовальному кругу, и остроугольные абразивные кристаллы действуют на его поверхность как зубья фрезы, снимая тонкий слой металла, устраняя неровности, царапины и т.п. В процессе шлифования абразивные зерна по мере их затупления скалываются и выпадают из связующего вещества, обнажая новый слой незатупившихся.

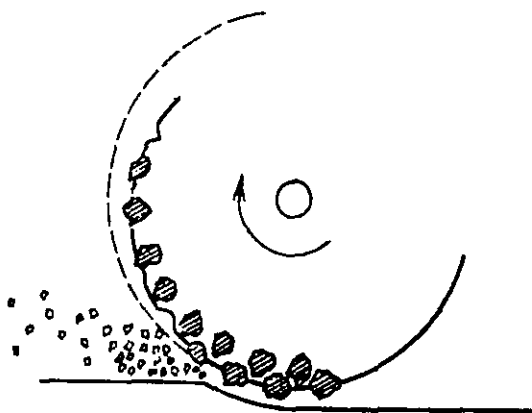


Рис. 47. Схема процесса шлифования

Происходит как бы самозатачивание круга. Однако в процессе работы круг может забиться металлической стружкой, как говорят, «засалиться», и резко снизить свою режущую способность. Глубина захвата резания и качество обработки изделия будут зависеть от величины зерен абразивного материала, твердости и пластичности обрабатываемого изделия. Мягкие, пластичные металлы (медь, алюминий) быстро забивают, «засаливают» круг, поэтому его нужно время от времени очищать. Хрупкие и твердые металлы вызывают преждевременное скалывание кристаллов, что ускоряет износоустойчивость круга. Целью шлифования ювелирных изделий является обеспечение высокого качества поверхности и точных размеров.

Полирование — продолжение процесса шлифования. При полировании гладкую, матовую поверхность изделия с помощью полировочных абразивных паст доводят до зеркального блеска, достигая высокого класса чистоты. В художественной обработке изделий из металла полирование не всегда является конечным процессом. Иногда ювелирные изделия — кольца, серьги, кулоны, броши — подвергаются дальнейшей отделке — золочению, серебрению и т.д., в этом случае полирование служит лишь подготовительной операцией перед отделкой, обеспечивая, так же, как и при шлифовании, нужное качество поверхности и точные размеры.

Соблюдение точных размеров при изготовлении ювелирных изделий является важной задачей для мастера, ювелира. При шлифовании и полировании повышение точности размера изделия происходит постепенно, в результате последовательного снятия слоев металла с поверхности. При этом возможны припуск, допуск, номинальный и предельный размеры, шероховатость поверхности.

Слой металла на поверхности изделия оставляется для снятия его определенным способом в целях достижения заданной точности и нужного размера, формы и качества поверхности. Припуски могут быть общими и межоперационными. Сумма всех операционных припусков составляет общий припуск. Слой металла, который снимают за одну операцию, является межоперационным припуском. Шероховатости возникают на поверхности изделия в виде выступов и впадин. Размеры их очень малы и составляют, как правило, десятые и сотые доли микрометра. Удаляют шероховатости обработкой шлифованием и полированием. При отделке оксидированных художественных изделий, выполненных техникой чеканки, художественнойковки, литьем, полирование является завершающей стадией отделки, когда есть необходимость подчеркнуть отдельные выпуклые формы, усилить выразительность всего изделия. При полировании стружка с поверхности обрабатываемых изделий не снимается, как при шлифовании, а давлением, обработкой полировником сглаживаются микронеровности, придается глянец металлу. При полировании силы трения сдавливают мельчайшие неровности, заполняют ими микроуглубления без отделения стружки, сминают и разглаживают бугорки, в результате чего поверхность изделия становится блестящей словно зеркало.

Полирование может быть ручным, механическим и электрохимическим. Ручное полирование применяют при отделке изделий из драгоценных металлов специальными полировниками. Механическое полирование производят на тех же станках, что и шлифование, при помощи специальной оснастки (рис. 48). Электрохимическое полирование представляет собой анодное травление изделий в среде электролита под действием электрического тока.

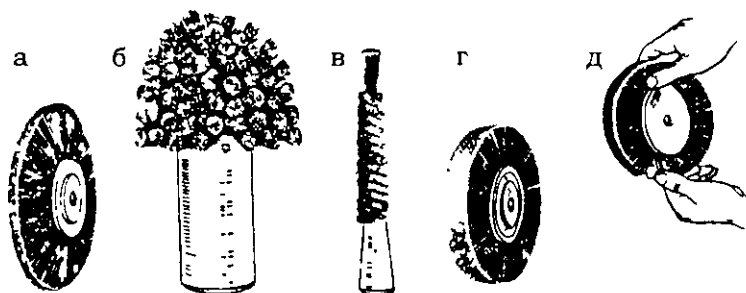


Рис. 48. Полировальные круги и насадки для шлифовально-полировального станка и бормашины:

а — латунная крацовка; б — щетинный полировальный конус (дорн); в — дорн в виде кисти (для полировки колец и труднодоступных мест в изделиях); г — щетинная полировочная щетка; д — полировальный круг из наждачных полосок

Крацевание является обработкой изделия при помощи металлических щеток. Применяется как подготовительная операция перед химической или гальванической отделкой или как самостоятельный вид отделки художественного литья. Крацевание придает отливке при обработке ее жесткими щетками законченный, с матовой поверхностью вид. При обработке мягкими щетками — поверхность изделия становится блестящей.

Иногда в процессе шлифовки или полировки лицевых частей изделия, обратные (левые) и боковые стороны, мало просматривающиеся, обрабатываются крацеванием вручную или на станках, при помощи стальных или латунных вращающихся щеток. Для крацевания изделий из чугуна и стали применяют щетки, изготовленные из стальной проволоки диаметром 0,15–0,2 мм. Для крацевания

мягких металлов, таких, как алюминий, цинк и др., толщина стальной проволоки не должна быть более 0,1 мм. Изделия из драгоценных металлов крацуют латунными щетками с толщиной проволоки 0,1–0,2 мм.

При крацевании изделие смачивают слабым 3-процентным раствором поташа или квасом, пивом. Такое смачивание производят при золочении и серебрении. Производят крацевание очень слабым, нежным нажатием щетки, при сильном нажатии на поверхности могут образоваться полосы и штрихи, особенно если поверхность смочена слабо. Чтобы на поверхности изделия не образовывались полосы, направление движения щетинной щетки многократно меняют.

Матирование осуществляют с помощью чеканов и пескоструйного аппарата. Матирование чеканами выполняют ударами молоточка по рифленому чекану. Так добиваются шероховатости поверхности. При этом чекан держат с небольшим наклоном назад, большим, указательным и средним пальцами. Два других пальца чуть касаются поверхности изделия, скользя вдоль нее. По чекану наносят ритмичные удары, постепенно передвигая его по поверхности изделия.

Шабровка является способом обработки ювелирных и литых изделий для получения гладких, чистых и ровных поверхностей. Осуществляется ручными или механизированными инструментами — шаберами. Шаберы имеют острое заточенное лезвие, которым с изделия снимается тончайшая стружка. Толщина стружки при черновой шабровке 0,05–0,02 мм, при чистовой 0,02–0,01 мм. Производится шабровка попеременно в двух взаимно перпендикулярных направлениях, что дает возможность получать ровные поверхности без волнистости, которая возникает при шабровке в одном направлении.

Галтование — это полирование давлением в мыльном растворе мелких изделий во вращающемся барабане при помощи стальных шариков, цилиндриков и т.д. Когда барабан вращается, мелкие изделия, которые подвергают галтованию, и шарики непрерывно перемешиваются. При этом шарики ударами и трением сглаживают неровности и шероховатости на поверхности изделий. Мыльный или содовый раствор, который заливают в барабан, смывает грязь и ускоряет процесс.

Размеры стальных шариков от 3 до 5 мм. Скорость вращения барабана от 60 до 200 об/минуту. Обработка латунных штампованных изделий обычно ведется в течение 2—6 часов. Бронзовые литые изделия обрабатывают 12—15 часов, а изделия из ковкого чугуна 24—48 часов. Для галтовки барабан загружают на 50—70 процентов. Шариков по объему должно быть в два раза больше, чем изделий. При сложной конфигурации изделия, шариков требуется больше, но размеры их должны быть меньше. Мелкие шарики могут проникать в углубленные места и обрабатывать тонкие детали рельефа, но удар их значительно слабее. Поэтому размер шариков подбирают в зависимости от характера рельефа поверхности и формы изделий. Загрязненные изделия или детали перед галтованием обезжиривают.

При небольшом диаметре барабана скорость его вращения должна быть больше. Сложно профилированные детали из мелких металлов обычно галтуют в барабанах, имеющих форму усеченного конуса. Вращение такого барабана должно быть медленным.

Порой вместо стальных шариков в барабан загружают песок, наждак, пемзу, иные абразивные материалы или опилки, обрезки кожи, трепел и т.д. Подобная обработка мелких изделий может заменить их шлифование.

Виброобработка — процесс, похожий на галтование. Этот процесс полирования также происходит в среде наполнителя, но не во вращающемся барабане, а в вибрирующем контейнере. Поверхность изделий в процессе виброобработки сглаживается в результате взаимного трения в закрытом контейнере виброустановки, куда вместе с изделиями помещают стальные, стеклянные шарики, древесную муку и моющий раствор. В состав моющего раствора входит нашатырный спирт 20–25 г; мыльная стружка 15 г; моющее средство 10 г; двууглекислый натрий 7 г, хлористый натрий 2 г, вода 1000 мл. Вначале в контейнер загружают стеклянные и стальные шарики, а после включения виброустановки добавляют химические компоненты и древесную муку, в количестве 10 г на 1 л воды. После того как все компоненты хорошо перемешаются, в контейнер загружают изделия. В результате виброобработки времени на полирование уходит гораздо меньше, чем на галтование.

Пескоструйная обработка производится в пескоструйных аппаратах и применяется для получения матовых поверхностей. Обработка поверхности изделий производится сухим песком, который подается под давлением по резиновому шлангу сжатым воздухом. В зависимости от размеров зерен песка получается различная фактура, она может быть и бархатистой, и грубозернистой. Размеры зерен песка подбирают также в соответствии с материалом, который нужно обработать. Для чеканных и штампованных изделий и для получения мелкой бархатистой фактуры применяют зерно величиной от 0,05 до 0,15 мм; для поделочной стали и литья 0,2–0,15 мм; для крупных деталей из бронзы, алюминия или чугуна 0,5–1,5 мм. В некоторых случаях для отделки металлических изделий применяют стальную дробь. Такая обработка имеет свои

преимущества, поскольку дробь служит дольше песка и не требует сушки, уменьшая при этом расход воздуха. Кроме того, поверхность металла не только отделяется, но и приобретает большую прочность. Чем крупнее применяется дробь, тем больше след от ее удара и тем грубее получаемая фактура.

14.1. МАТЕРИАЛЫ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ И ПОЛИРОВАНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Для шлифования и полирования поверхности готовых изделий применяют различные абразивные материалы: шлифовальные и полировальные пасты, наждак, кварц, трепел, пемзу, венскую известь, корунд, известь, крокус и др.

Шлифовальные и полировальные пасты содержат тонкие абразивные порошки и специальные добавки. Абразивным материалом являются оксиды хрома и кремния, крокус. В качестве связок в пастах используют стеарин, парафин, техническое сало, воск и др. Как специальные добавки используют двууглекислую соду и олеиновую кислоту. Их вводят для активизации процесса полирования. Скипидар и керосин применяют для изменения вязкости. Оксид хрома придает пастам зеленый цвет, оксид железа — красный, технический мел — белый. При ручном и механическом полировании подлежащие полированию изделия или отдельные их части промывают в техническом или растительном масле.

Наждак — это минерал темно-серого или черного цвета. Состоит он из оксида алюминия, смешанного с магнетитом, гематитом, кварцем и пиритом. Добытый минерал

размалывают, полученный абразивный материал прессуют в шлифовальные круги или наклеивают на тканевую основу или бумагу для получения шлифовальных шкур. Используют наждак для шлифования камня, металла, стекла, дерева и др. Для полирования используют наждак мелкозернистый и мягкий.

Кварц является минералом, составляющим до 10–12 процентов земной коры. Применяется в виде кварцевого песка или муки при изготовлении наждачной бумаги, а также в виде паст и порошка для чистки предметов домашнего обихода. Кроме того, кварц применяют в пескоструйных аппаратах.

Трепел представляет собой пористую легкую осадочную породу желто-коричневого цвета. Смешивается с маслом и используется для полировки металлов, стекла и драгоценных и поделочных камней.

Пемза — это пористая вулканическая порода, лава. Кусковой или порошковой пемзой шлифуют мягкие металлы, камни, кость, предварительно смачивая изделия водой. Порошковой пемзой протирают чеканные изделия, покрытые патиной.

Корунд является минералом, природным безводным глиноземом. Применяют его для шлифования и полирования твердых металлов.

Крокус (красная политура) представляет собой натуральный оксид железа с примесью глины или кремния. Порошок для полирования изготовляют из размолотого и промытого красного железняка или методом окисления железных опилок.

Венская известь (жженная известь) изготавливается из минерала доломита. Применяется для полирования мягких металлов, органического стекла и некоторых других материалов. Хранят венскую известь в закрытых емкостях.

Гематит — минерал стального цвета. Используют для ручного полирования, как и стальной полировальник.

Магнезия представляет собой легкий порошок белого цвета. Является очень мягким полировочным средством. Применяется в смеси с оксидом алюминия, венской известью и другими добавками в виде белого раствора.

Мыльный корень служит для очистки изделий после протравливания, обезжиривания и покрытия металлами в гальванических ваннах. Отваром мыльного корня смачивают щетку при крацевании.

Известь — отмученный мел. Получают ее из натурального мела. Используется как основа для различных полировочных паст и порошков.

Оксид хрома — порошок серого цвета. Образует зеленую политуру, которую применяют для обработки твердых металлов.

Оксид цинка получают при сжигании металла на воздухе. Применяется как очень мягкое полировочное средство для изящных изделий.

Диоксид олова — очень мягкий мелкозернистый порошок серого цвета, получаемый при сжигании олова. Применяют как очень мягкое средство для полировки мелких металлических изделий.

Шлифование и полирование художественных изделий из металла производят как вручную, так и на шлифовально-полировальных станках. Кроме того, для тонких работ, где необходимы более мелкие шлифовальные и полировальные инструменты, применяют электрические бор-машинки с гибким валом, в зажимном патроне которых крепятся полировальные инструменты.

Шлифовально-полировальные станки работают от двигателей переменного тока. Мощность 184 Вт, скорость вращения при крацевании составляет 700—750 об/мин,

при полировании 2800—3000 об/мин. Шлифовально-полировальные круги крепятся на удлиненном с обеих сторон валу. Для снижения скорости вращения применяют редуктор с передаточным отношением 4:1.

Для шлифования применяют абразивный инструмент, который может быть жестким и гибким. Жесткий инструмент представляет собой шлифовальные круги, сегменты, бруски, шлифовальные головки и т.д. Гибкий инструмент — это, в основном, шлифовальная шкурка, ленты, диски и т.п. Шлифовальные круги изготавливают из карбида кремния, корунда, природных и синтетических алмазов. Диаметр кругов составляет от 3 до 1100 мм, толщина 0,5—200 мм, диаметр посадочных отверстий — от 1 до 305 мм. Диаметр кругов из алмазных зерен составляет 6—300 мм, толщина 1,5—5 мм, ширина от 3 до 20 мм.

Шлифовальная шкурка применяется для ручных и механизированных ручных работ, изготавливается на тканевом основании из бязи, саржи, а также на основании из бумаги. Наиболее прочной является шлифовальная шкурка, сделанная на основе из бязи. Режущие зерна изготавливают из карбида кремния, электрокорунда, кремния и стекла. Связывающим материалом являются органические клеи. Тонкость шлифовальной шкурки или изделий из нее зависит от величины абразивных зерен.

Для механической отделки изделий из металла применяют шлифовально-полировальные круги.

Фетровый полировальный круг рассчитан на полирование гладких, ровных и выпуклых поверхностей. Является высококачественным, стойким в эксплуатации полировальным инструментом. Размеры кругов определяются внешним диаметром. В центре круга имеется отверстие для крепления на вал. Крепление производят с помощью фланцев и гаек. При вращении

круга фетр прочно удерживает нанесенную полировальную пасту.

Для полирования художественных изделий из металла применяют также войлочные, матерчатые, нитяные и волосные круги. Войлочные круги служат не только для полирования, но и шлифования. В этом случае используют круги из волос и шерсти животных. При полировании используют мягкие круги из чистой шерсти. Для заключительного полирования, как правило, применяют матерчатые круги, выкроенные из фланели, полотна или бязи и сшитые между собой концентрическими швами. Чем чаще строчки швов, тем жестче получается круг. Матерчатые круги служат долго и хорошо удерживают полирующие составы.

Волосные щетки, или дисковые круги, представляют собой деревянную основу, на которой по всей окружности укреплены волосные кисти, от их качеств зависит эластичность круга. Применяются для полирования изделий сложной конфигурации. Для наведения блеска на поверхность изделия применяют нитяные круги. По конструкции они похожи на волосные, только вместо волосного имеют покров нитяной. Такой круг является мягким и тонким полирующим инструментом.

Для шлифования и полирования вручную существуют различные виды точильного камня, напильники, наждачные бруски, шлифовальные и полировальные палочки и др. Точильный брусок представляет собой плоский прямоугольный камень длиной 150—300 мм. Обрабатывают им поверхность изделия равномерными движениями вперед и назад, меняя направления шлифования, чтобы не было рисок и царапин. Наждачные напильники и бруски изготовляют из дерева, оклеивая деревянную поверхность наждачной бумагой. Применяют для обработки ровных поверхностей. Напильники из карбида кремния имеют различную

зернистость. Их, как правило, при работе смачивают водой, чтобы мелкая стружка не забивала поры. Шлифовальные и полировальные палочки делают из твердых пород дерева, вырезая стержень нужной формы. Используют для отделки различных углублений в изделии. Стержень обмакивают в кашицу из шлифпорошка, который вдавливается в древесину и таким образом удерживается на инструменте.

Полировник изготавливают из высококачественной закаленной стали. Имеет деревянную рукоятку. Кромка его рабочего конца должна иметь хорошо отполированную закругленную поверхность. Полирование таким гладилом дает хороший блеск. Перед началом гладило обезжиривают и для уменьшения трения смачивают мыльным раствором с нашатырным спиртом. Давление на поверхность изделия при полировании гладилом должно быть равномерным. Вторичную полировку делают в противоположном направлении, чтобы не допустить образования полос.

Для полирования ювелирных изделий (цепочки, мелкие отверстия) применяют натянутую нить или пучок нитей, смазанных полирующим составом, трепелом. Подготовленные нити надевают на крючок, пропускают через отверстие, туго натягивают и водят по ним обрабатываемое изделие.

Высокое качество полировки дает полировочный камень гематит, форма и размеры которого должны соответствовать форме и рабочей части металлического полировника-гладила. С помощью медной или латунной трубки гематит крепится к деревянной рукоятке.

Для предварительной грубой обработки чеканных изделий применяют пемзовую муку, которую делают из пемзового камня. В виде кашицы, в смеси с маслом она используется для тонкой шлифовки, а приготовленная на воде — для грубой.

Глава 15. СОЗДАНИЕ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

15.1. ПАЙКА

Пайка — процесс создания неразъемного соединения металлов с нагревом ниже температуры их расплавления способом смачивания, растекания и заполнения зазора между ними расплавленным сплавом — припоем. Современные способы пайки позволяют соединять в единое изделие элементы из разных материалов — легированных, углеродистых, нержавеющей сталей, цветных металлов и их сплавов.

Широкое применение пайки объясняется незначительным нагревом основного металла, что сохраняет его механические и физические свойства. От сварки процесс пайки отличается тем, что кромки соединяемых деталей не расплавляются, а только нагреваются до температуры плавления припоя. Поэтому при пайке не возникает внутренних напряжений и коробления, которые обычны при сварке. Поверхность соединения получается достаточно чистой и не требует особой обработки. В процессе пайки основной металл и припой, растворяясь друг в друге, обеспечивают высокую прочность соединения, одинаковую с прочностью целого фрагмента изделия. Различают два основных вида пайки: пайку мягкими припоями с температурой плавления до 400 градусов и пайку твердыми припоями с температурой плавления свыше 500 градусов.

Припой является присадочным материалом, от которого зависят прочность, качество и эксплуатационная надежность паяного соединения. Припои должны обеспечивать достаточно высокую сцепляемость, прочность, пластичность и герметичность паяного соединения; иметь температуру плавления ниже температуры плавления спаиваемых металлов и температурный коэффициент расширения, близкий к коэффициенту паяемого материала; в расплавленном состоянии в присутствии защитной среды, флюса или в вакууме хорошо смачивать паяемый материал и легко растекаться по его поверхности.

Наиболее легкоплавкие припои состоят из олова, свинца, висмута и кадмия. Оловянно-свинцовые припои обычно изготавливают в виде прутков, проволоки, лент, трубок. Мягкие припои, изготовленные в виде трубки, наполнены флюсом — канифолью, они удобны в применении и значительно повышают производительность труда. Одновременно экономится флюс и припой. Разные количественные соотношения олова и свинца определяют свойства припоев. Оловянно-свинцовые припои обладают такими важными преимуществами, как высокая смачиваемость и хорошее сопротивление коррозии. При пайке этими припоями свойства соединяемых металлов почти не изменяются. Они служат для пайки меди, стали, цинка, олова и их сплавов, алюминия, чугуна, стекла и т.д.

Легкоплавкие припои применяют тогда, когда нельзя нагревать металл до высокой температуры, а также при невысокой требовательности к прочности паяного соединения. Соединения, паянные легкоплавкими припоями, достаточно герметичны. Такой припой можно изготовить самостоятельно: в металлической емкости расплавить олово и старый припой, затем добавить небольшие кусочки свинца и хорошо перемешать. Чтобы

припой не выгорал, поверхность посыпают толченым древесным углем. В художественных работах часто применяют припои ПОС-90, ПОС-40 (припой оловянно-свинцовый, 40% олова) и др. Для получения специальных свойств, к оловянно-свинцовым припоям добавляют висмут, сурьму, ртуть, кадмий, индий и другие металлы.

Тугоплавкие припои разделяют на несколько групп. Основными являются медно-цинковые и серебряные. Медные припои отличаются жидкотекучестью, что позволяет им проникать в зазоры, обеспечивая высокую прочность и пластичность паяного шва. Механические свойства и температура плавления медно-цинковых припоев определяются содержанием в них меди.

Специальные высокопрочные припои применяют для пайки твердосплавных деталей. К таким припоям относятся медно-никелевые, медно-железно-никелевые и др., в состав их входят, наряду с основными элементами, кремний, марганец, цинк. Эти припои должны иметь температуру плавления примерно на 330 градусов выше той, до которой нагревается инструмент во время работы.

От выбранного припоя и от подготовки соединяемых деталей к пайке зависит качество паяного шва. Для увеличения прочности соединения зазор между соединяемыми частями должен быть достаточно малым, 0,02–0,25 мм, в зависимости от основного металла и припоя, что улучшает всасывание жидкости припоя в зазор. Сопротивление разрушению спаянного соединения увеличивается с уменьшением толщины слоя припоя. Для того чтобы обеспечить требуемую толщину зазора, нужна чистая механическая обработка поверхности, так как грубая опиловка вызывает увеличение толщины припоя в соединении и уменьшает прочность.

Кроме припоев, для пайки необходимы флюсы. Для хорошего смачивания припоем поверхность основного металла должна быть чистой. Растворение и удаление с поверхности соединяемых деталей пленки окислов и других примесей и защита от окисления при нагреве требуют применения флюсов, без которых пайка практически невыполнима. Флюсы должны иметь малую плотность, чтобы в процессе пайки они могли всплывать на поверхность шва, а после пайки легко с нее удаляться; температура плавления флюса должна быть ниже температуры плавления припоя; флюсы должны способствовать созданию прочного соединения с соединяемыми металлами, не растворяясь в них и не оказывая на металл вредного химического воздействия; для лучшего затекания в шов расплавленного припоя флюсы должны увеличивать его жидкотекучесть.

При пайке мягкими припоями, флюсами служат хлористый цинк (для пайки стали, меди, алюминия), канифоль (для пайки меди и ее сплавов), стеарин (для пайки свинца и его сплавов). Хлористый цинк получают растворением кусочков цинка в соляной кислоте. Полученный раствор применяют в пайке. Основой флюсов для твердой пайки является бура, которая плавится при температуре 783 градуса. Для усиления действия флюса к буре добавляется борная кислота. Для пайки серебряными припоями конструкционных и нержавеющей сталей возможно применение флюса, состоящего из борной кислоты — 60 процентов и фтористого калия — 40 процентов. При пайке алюминиевых сплавов в качестве флюсов применяют сложные по химическому составу смеси, состоящие из хлористого лития, фтористого натрия, хлористого цинка, хлористого калия и т.д. Хлористые соли хорошо растворяют окислы алюминия, поэтому их роль во

флюсах — главная. С целью понижения температуры плавления, в состав флюсов вводят хлористый калий и хлористый литий.

Подготавливая поверхность к пайке, необходимо помнить, что при любом характере паяного соединения его прочность и плотность будут отвечать требованиям при условии должного заполнения припоем зазора между спаиваемыми поверхностями, а также от взаимодействия его с металлом соединяемых поверхностей. Для хорошего смачивания припоем, необходимо очистить стыки от загрязнений и окислов, а сам припой подобрать так, чтобы по своим физико-химическим свойствам он был способен смачивать спаиваемый металл в результате диффузии. Загрязненные поверхности перед пайкой очищают механическими или химическими способами. При механической подготовке поверхности деталей в местах спайки зачищают напильником, металлическими щетками, шлифовальными кругами, шлифовальными шкурками, а в некоторых случаях при помощи пескоструйных аппаратов. Кроме того, поверхность пайки должна быть обезжирена, протравлена кислотой, тщательно промыта и высушена. Обезжиривают бензином, трихлорэтиленом, различными щелочами и другими препаратами. После обезжиривания детали изделия промывают, сначала в горячей, затем в холодной воде.

Протравливание производится для удаления со спаиваемых мест ржавчины и окалины. Для травления детали помещают в 15–25-процентный раствор серной кислоты при температуре 40–60 градусов. Протравленные детали тщательно промывают в проточной воде и просушивают. Подготавливая к пайке сложные детали, их скрепляют струбцинами, проволокой, прижимами и другими при-

способлениями. Способы скрепления должны обеспечивать необходимое взаимное расположение деталей и сохранение должного зазора между спаиваемыми поверхностями. Та поверхность изделия, которая не должна покрываться припоем, предварительно обмазывается пастами из глины, графита или мела.

Во многих случаях детали перед пайкой подвергают лужению, что облегчает последующую пайку. Место пайки покрывают флюсом и затем паяльником наносят расплавленный припой. Температура детали в зоне пайки поддерживается на 50–80 градусов выше температуры плавления припоя. При лужении можно деталь погружать в ванну с флюсом, а затем в расплавленный припой.

Паяльники являются основным инструментом для выполнения пайки. По способу нагрева, они могут быть периодического нагрева, с непрерывным подогревом газом или жидким топливом и электрические. Ультразвуковые паяльники с генератором ультразвуковой частоты, с дуговым обогревом, с вибрирующими устройствами и иные относятся к инструментам специального назначения. Паяльники периодического подогрева (см. рис. 49) подразделяют на угловые (молотовые) и прямые (торцевые). Прямые паяльники используют для пайки в труднодоступных местах. Изготавливаются они из брусков качественной красной меди, обладающей высокой теплопроводностью и хорошо облуживаемой. Их можно нагревать в горнах, паяльными лампами, газовыми горелками и т.п.

Газовые и бензиновые паяльники относят к паяльникам непрерывного подогрева. Газовые имеют ацетиленокислородную горелку, к которой прикреплен обычный паяльник из красной меди. Ацетиленокислородную

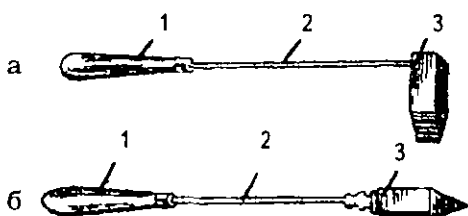


Рис. 49. Периодически нагреваемые паяльники:
а — угловой; б — прямой; 1 — деревянная ручка;
2 — железный стержень; 3 — медная часть паяльника

смесь на выходе из сопла горелки зажигают, и образовавшееся пламя нагревает рабочую часть паяльника. Бензиновый паяльник представляет собой соединение рабочей головки паяльника с бензиновой горелкой, пламя которой непрерывно подогревает паяльник. Рукоятка паяльника одновременно является резервуаром для бензина.

Электрические паяльники (см. рис. 50) просты по устройству и удобны в обращении. При их работе не образуются вредные газы, разъедающие полуду на медном стержне, нагрев спаиваемых мест осуществляется равномерно, при постоянной температуре, что повышает качество пайки.

При подготовке паяльника к пайке его рабочая часть опиливается напильником. При длительной пайке рабочую часть также время от времени очищают от окалины плоским напильником и стальной щеткой, что помогает удерживать припой при нанесении его на шов. Припой растекается ровным слоем и шов получается качественным. При пайке мягкими припоями сначала нужно хорошенько зачистить и подогнать детали изделия, получить места пайки и покрыть их флюсом. Затем нагретый

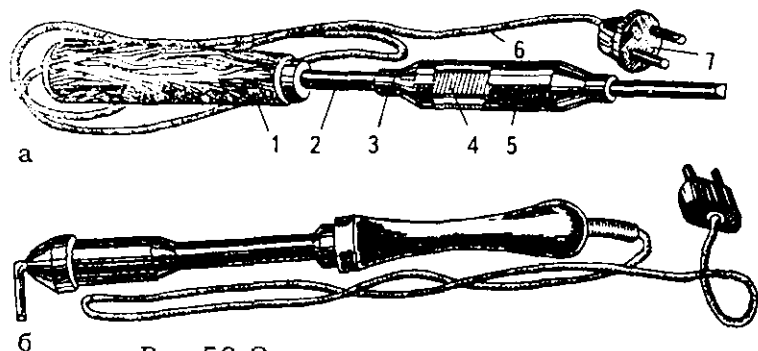


Рис. 50. Электрические паяльники:

- а — прямой; 1 — рукоятка; 2 — стальная трубка;
3 — хомутики; 4 — нагревательный элемент; 5 — две
накладные боковины; 6 — шнур; 7 — штепсельная
вилка; б — угловой

до 500 градусов паяльник опустить для очистки от окалины в хлористый цинк, захватить припой и потереть о кусок нашатыря рабочей частью, т.е. облудить ее. Облуженный паяльник с каплями припоя поднести к месту соединения деталей. При подогреве шва до температуры плавления припоя, припой заполняет зазор между скрепляемыми деталями, смачивая место контакта. Во время остывания соединения образовавшийся шов нужно зачистить, промыть и просушить.

Пайку твердыми припоями применяют, если изделие предназначено для работы при больших нагрузках, высоких температурах, а также для всех видов стыковых соединений. При пайке твердыми припоями нагрев деталей в месте пайки производится газовыми горелками, паяльной лампой и иными способами. Для пайки низкоуглеродистых изделий применяют и твердые, и мягкие припой. В качестве флюсов берут буру и борную кислоту, а также хлористый цинк, канифоль и др. Мягкими припоями

могут быть оловянно-свинцовые; твердыми — медно-цинковые или серебряные.

Инструментальные и высокоуглеродистые стали паяют медно-цинковыми и серебряными припоями. Латунными и серебряными припоями соединяют чугунные детали, медные, бронзовые, латунные, стальные, имеющие достаточно высокую температуру плавления. При необходимости произвести несколько паяк одну за другой, для каждой последующей припой должен быть более легкоплавкий, чем предыдущий, т.е. содержать больше цинка. При пайке припоем с содержанием цинка нужно осторожно нагревать изделие, чтобы его не перегреть, так как цинк в расплавленном состоянии легко растворяет в себе металлы и сплавы, из-за чего получаются раковины, приводящие к браку изделия.

Пайка алюминия и его сплавов достаточно сложна. Основной трудностью является удаление из зоны пайки тонкой пленки окиси, которая быстро образуется при нагреве алюминия в атмосфере окружающего воздуха. Окисную пленку удаляют в процессе пайки механическим, химическим или ультразвуковым способами. Перед пайкой поверхность изделия необходимо обезжирить в бензине либо горячем 10-процентном растворе каустической соды или протравить в растворе кислоты и зачистить. При механическом способе удаления окислов место шва нужно нагреть до температуры плавления припоя, затем нанести расплавленный припой, состоящий из олова, цинка или их сплавов, и шабером или щеткой под слоем припоя разрушить окисную пленку. Припой смачивает поверхность алюминия и после охлаждения образует шов. Окисную пленку можно разрушить и химическими методами, при помощи активных флюсов. В качестве флюса применяют смесь из 10-процентного

фтористого натрия, 8-процентного хлористого цинка, 32-процентного хлористого лития и 50-процентного хлористого калия. Пруток припоя и место пайки подогревают до 400 градусов. Припой погружают в порошок флюса, а место пайки дополнительно подогревают до температуры плавления припоя. Если провести припоем быстро и с нажимом по подогреваемому шву, то флюсом удаляется окисная пленка, припой плавится и заполняет шов. Чтобы остатки флюса после пайки удалить, изделие промывают.

При пайке алюминия хорошие результаты дает применение ультразвуковых паяльников, которые создают в расплавленном припое колебания ультразвуковой частоты, разрушающие окисную пленку. Ультразвуковая пайка производится с применением припоя на основе цинка или олова с добавлением алюминия и кадмия.

Серебряные и золотые припои для ювелирных изделий отличаются пробой, цветом и имеют высокую температуру плавления.

Для пайки серебра, латуни, бронзы, стали и меди применяют некоторые составы серебряных припоев, которые дают высокую прочность и очень высокую пластичность, при которой изделие можно ковать, изгибать, сохраняя при этом прочность шва. Следует опасаться, чтобы в припой не попало железо, которое делает его хрупким. Для пайки латуни с содержанием меди более 58% применяют Пср 4 — состав серебряного припоя, в который входят 48% цинка, 4% серебра, 48% меди. Температура плавления 825 градусов. Для пайки серебра применяют припой Пср 12, в состав которого входят 52 % цинка, 12 % процентов серебра, 36% процентов меди. Температура плавления 785 градусов. Крепкий припой, который можно приготовить самостоятельно для ювелирных

работ, состоит из серебра 875 пробы — 4 г, латуни — 1 г. В состав слабого припоя входят серебро 875 пробы — 1 г, латуни — 0,5 г. Для филигранных работ применяют припой из серебра 875 пробы — 4 г и красной меди — 2 г.

Многие украшения из серебра, состоящие из филигранных элементов, украшенные драгоценными камнями, собирают из спаянных серебряными припоями нескольких тысяч деталей.

Золотые припои применяют для пайки золотых и платиновых изделий, поэтому их проба должна соответствовать пробе изделия. На каждую пробу предусмотрено несколько припоев, различных по температуре плавления и цвету. По цвету золотые припои делятся на желтые и белые.

Изменение технологических и физических свойств зависит от процентного содержания компонентов припоя. Например, палладий и никель придают припою белый цвет, повышают температуру плавления и прочность; кадмий придает припою зеленоватый оттенок и понижает температуру плавления, а цинк ослабляет цвет, понижает температуру плавления, улучшает текучесть.

Применяя пайку твердыми припоями, следует, как и при пайке мягкими припоями, подогнать поверхности друг к другу (операции подгонки деталей показаны на рис. 51; вариант правильный и неправильный). Затем поверхности необходимо тщательно очистить от грязи, окислов и жиров химическими или механическими способами. Подогнанные детали в месте спая необходимо покрыть флюсом, на место спая наложить кусочки пластины припоя и закрепить детали мягкой проволокой. Затем подготовленные детали (заготовки) нагревают паяльной лампой или в кузнечном горне, в электропечи. Когда припой расплавится, детали необходимо снять с

огня и держать в таком положении, чтобы припой не мог стекать со шва. Далее деталь медленно охлаждают. Охлаждать в воде нельзя, это ослабит прочность соединения.

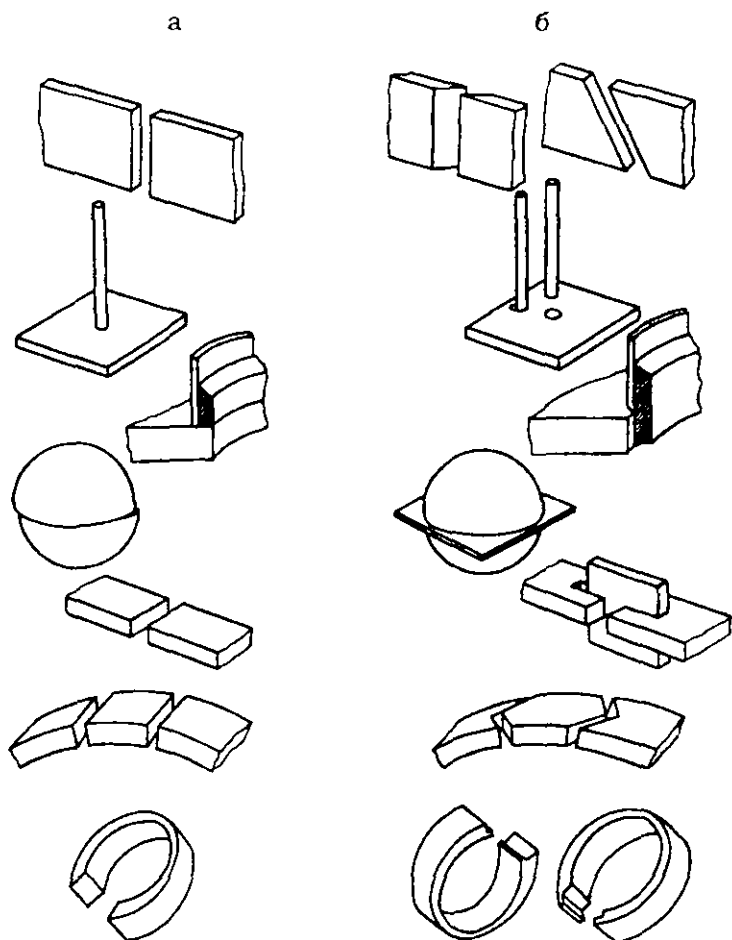


Рис. 51. Пропиловка и подгонка различных деталей при твердой пайке:
а — правильно; б — неправильно

Применяя иной метод пайки, подготовленное изделие обсыпают бурой, затем нагревают и к месту соединения подводят пруток припоя, который, расплавляясь, заливает место спайки. После охлаждения спаянных деталей на воздухе, их промывают в воде, протирают и просушивают. Шов опиливают напильником или зачищают шлифовальной шкуркой.

Для предохранения соседних со швом участков от нагрева, их нужно накрыть мокрыми тряпками или погрузить в воду. К слову, на стол или верстак паяльник без подставки класть нельзя!

Процесс пайки завершается контролем качества паяных изделий. Основные причины неполадок и способы их устранения могут быть следующие:

- ◆ припой не смачивает поверхность паяемого металла из-за загрязнения соединений; в этом случае необходимо очистить поверхность металла;
- ◆ по причине недостаточного нагрева, припой может не заполнять зазор между спаиваемыми поверхностями. Необходимо увеличить температуру нагрева либо уменьшить зазор между поверхностями до оптимальной величины, либо очистить поверхность;
- ◆ в случае оплавления основного металла в результате чрезмерно большого или неравномерного нагрева, нужно прекратить пайку, охладить детали, затем продолжить пайку заново;
- ◆ если паяный шов имеет трещины из-за разницы в коэффициентах теплового расширения припоя и металла, следует подобрать соответствующий припой;
- ◆ если паяный шов имеет трещины из-за большого зазора, необходимо распаять соединение.

При засоренном припое, сдвиге соединяемых деталей во время затвердения, рекомендуется зачистить шов,

уменьшить зазор, проверить качество флюса, если нужно, его заменить, запаять заново, не допуская сдвига деталей до полного затвердевания.

15.2. КЛЕПКА

Клепка — это получение неразъемных соединений деталей при помощи заклепок. Клепочные соединения используют при изготовлении кованых и чеканных художественных изделий, в ювелирном деле. Клепка разделяется на холодную, выполняемую без нагрева заклепок, и горячую, при которой перед постановкой на место стержень нагревается до 1000 градусов. Заклепочные соединения могут быть подвижными и неподвижными. Неподвижные соединения применяют для жестких конструкций — решеток, ограждений и т.д. Подвижные применяют при изготовлении инструментов, например, ножниц, щипцов, плоскогубцев и др. В изделиях с шарнирными соединениями заклепки устанавливают с зазором.

Холодную клепку рекомендуют применять при диаметре заклепки до 10 мм, горячую — при диаметре 10 мм и выше. Преимущества горячей заклепки заключаются в том, что стержень лучше заполняет отверстие в склепываемых деталях, а при охлаждении заклепка их лучше стягивает. Образование замыкающей головки может происходить при быстром прессовании (ударная клепка) и при медленном действии сил (прессовая клепка).

Заклепка — это цилиндрический металлический стержень с головкой определенной формы (см. рис. 52). Головка заклепки, изготовленная вместе со стержнем, называется закладной; другая, которая образуется во время клепки из части стержня, выступающего над поверхностью склепываемых деталей, называется замыкающей.

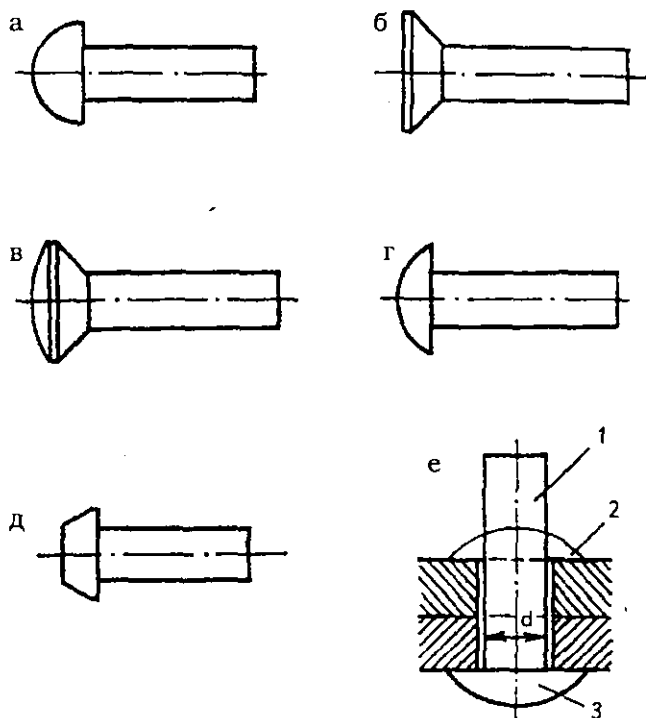


Рис. 52. Виды заклепок:

- а — заклепка с полукруглой головкой; б — с потайной головкой; в — с полупотайной головкой;
 г — с полукруглой низкой головкой; д — с плоской головкой; 1 — стержень; 2 — замыкающая головка;
 3 — закладная головка

Наиболее распространены заклепки со сплошным стержнем, трубчатые и полутрубчатые. Соединение деталей в труднодоступных местах производится взрывными заклепками, имеющими углубления, заполненные взрывчатым веществом. Для образования обычного тонкого соединения заклепка ставится на место в холодном состоянии, а затем закладная головка подо-

гревается электрическим подогревателем в течение двух секунд до 130 градусов, что приводит к взрыву заполняющего клепку взрывчатого вещества. При этом замыкающая головка получает бочкообразную форму, а ее расширенная часть плотно стягивает склепываемые листы. Этот способ клепки высокопроизводителен и отличается высоким качеством.

Материалом заклепок для горячеклепанного соединения является углеродистая сталь 30, 35, 45. Заклепки для холодного соединения стальных деталей изготавливают из более пластичных сталей 20 и 10. Для ответственных соединений заклепки для холодного соединения выполняют из сталей 15Х и 20Х. Эти стали наряду с пластичностью очень прочны. При выполнении заклепочных соединений деталей из цветных металлов применяют заклепки из меди, бронзы, латуни, алюминия и его сплавов, а для ювелирных работ — из серебра и др. В основном, заклепки должны быть из того же материала, что и соединяемые детали, иначе может возникнуть коррозия, температурные изменения, и места соединения могут разрушиться.

При ручной клепке применяют слесарные молотки с квадратным бойком, поддержки, обжимки, чеканы, натяжки (см. рис. 53). Масса молотка для обеспечения качественного соединения должна соответствовать диаметру заклепок: от 100 до 1000 г соответственно при диаметрах от 2 до 10 мм.

Опорой при расклепывании стержня заклепки являются поддержки. Форма и размеры поддержки зависят от конструкции склепываемых деталей и диаметра стержня заклепки, а также выбранного метода клепки — прямой или обратный. Поддержка должна быть в 3–5 раз массивнее молотка. Для придания замыкающей головке заклепки требуемой формы после осадки служат обжимки, на

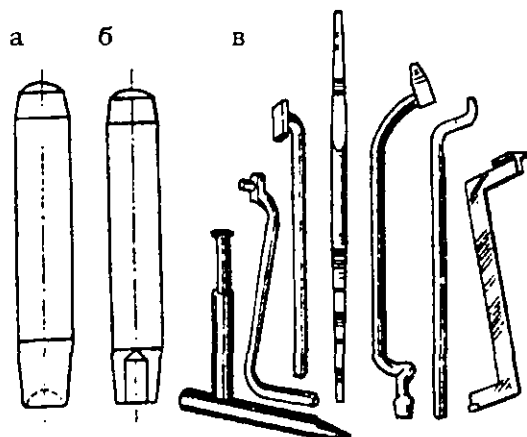


Рис. 53. Инструменты для ручной клепки:
а — обжимка; б — натяжка; в — поддержка

одном из концов которых имеется углубление по форме головки заклепки. Для осаживания листов применяют натяжку, представляющую собой бородак с отверстием на конце. Чекан, слесарное зубило со сточенной режущей кромкой, применяется для создания герметичности заклепочного шва, достигаемой обжатием — подчеканкой замыкающей головки и края листа.

Заклепочный шов представляет собой место соединения деталей заклепками. Способы соединения показаны на рис. 54. В зависимости от характеристики и назначения заклепочного соединения заклепочные швы делятся на три вида: прочные, плотные и прочноплотные.

Для получения соединений повышенной прочности применяют прочный шов. Прочность его достигается тем, что он имеет несколько рядов заклепок.

Достижению достаточно плотной и герметичной конструкции при небольших нагрузках служит плотный шов.

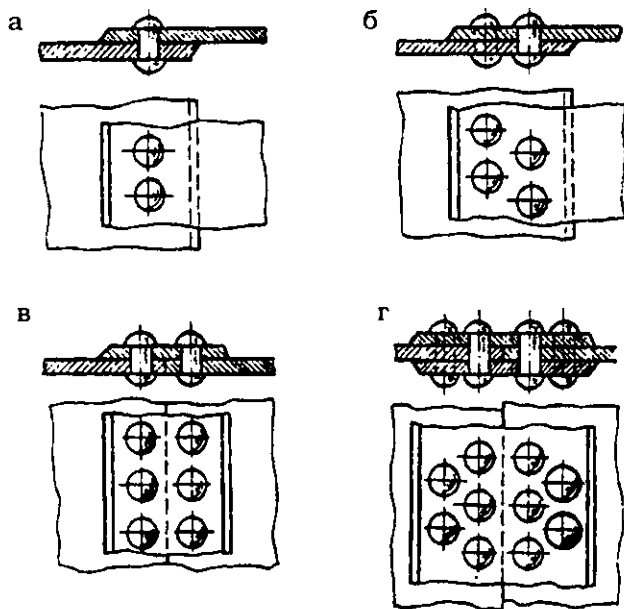


Рис. 54. Заклепочные швы:

а — внахлестку однорядный; б — внахлестку двухрядный; в — встык с одной накладкой однорядный; г — встык с двумя накладками двухрядный

Соединения плотным швом выполняют обычно холодной клепкой.

Чтобы шов был герметичным, используют различные прокладки, из ткани, бумаги, пропитанные олифой или суриком, или подчеканку шва. Подчеканку шва применяют при толщине металла более 5 мм, так как более тонкая кромка не уплотняется, а выпучивается, вздувается. Для получения прочного и, вместе с тем, не проницаемого для воды, газа и других жидкостей соединения для различных котлов и резервуаров с высоким внутренним

давлением — применяют прочноплотный шов. Такие швы получают горячей клепкой при помощи клепальных машин с последующей подчеканкой головок заклепок и кромок листов.

В заклепочном соединении заклепки располагают в один, два и более рядов. Соответственно, заклепочные швы делятся на однорядные, двухрядные, многорядные. Двух- и многорядные могут быть параллельными и шахматными. Нужно количество, диаметр и длину заклепок определяют расчетным путем.

Длина стержня берется исходя из суммы толщин склепываемых деталей и выступающей части стержня, необходимой для образования замыкающей головки. Для образования плоской или потайной головки выступающий конец должен быть равен 0,5 диаметра стержня, а для полукруглой головки — 1,5 диаметра стержня заклепки.

Диаметр стержня заклепки зависит от толщины склепываемых листов или деталей и принимается равным двойной толщине менее тонкой склепываемой детали или листа.

Диаметр сверленных отверстий берется на 0,1–2 мм больше диаметра заклепки, что облегчает вставку заклепок в отверстия.

Расстояние от центра заклепки до края склепываемой детали должно быть не менее 1,5 диаметра заклепки, а между центрами заклепок в ряд — от 3 до 4 мм диаметра.

Процесс клепки состоит из подгонки деталей (правка, припиловка, удаление заусенцев); разметки отверстий под заклепки и накернивания центров; сверления или пробивки отверстий; предварительной сборки; снятия фасок или раззенкования отверстий под потайные головки — заклепку вставляют в отверстие, заводя ее снизу, и под нее ставят поддержку — специальный стержень с лункой под головку, укрепляемый в тисках или в

плиту; ударов молотком по натяжке, плотно сжав склепываемые детали; образования замыкающей головки заклепки, т.е. собственно заклепки. Нужно стараться, чтобы количество ударов молотка было минимальным, так как металл нагревается и теряет пластичность. Сначала сильными ударами осаживают стержень, а затем, ударяя по обжимке, окончательно оформляют головку. (Можно сразу на выступающий конец стержня накладывать обжимку и, ударяя по ней, одновременно расклепывать и оформлять головку, но при таком способе возможно смещение головки относительно оси заклепки, что нежелательно.) Затем удаляют излишки металла и зачищают головку заклепки.

При клепке в малодоступных местах используют закрытый способ, при котором удары молотком наносят со стороны закладной головки, при этом стержень заклепки упирается в поддержку. Чистовое завершение формирования головки выполняется обжимкой. При механизированных процессах эти операции производятся пневмомолотками или клепальными установками.

Шов считается качественным, если заклепки поставлены плотно и правильно, с хорошо оформленными головками, без зарубок и забоин на головках и на поверхности склепанных деталей.

Причинами различного вида брака могут быть: перекосы обжимки при клепке, в этом случае неплотно прилегает головка; при косо просверленных отверстиях, а также при скосе на торце стержня со стороны замыкающей головки, головки заклепок смещаются; при неправильном положении обжимки при клепке может образоваться зарубка; при недостаточной длине стержня заклепки замыкающая головка будет маломерной; при клепке неплотно прижатых листов происходит расплющивание стержня

между склепываемыми листами; при неправильном прилегании листов при сверлении может образоваться изгиб стержня заклепки. Если диаметр стержня не соответствует диаметру отверстия, может произойти изгиб стержня в отверстии. Если неплотно прилегает замыкающая головка — значит свободный конец стержня заклепки неправильно осажен.

15.3. СВАРКА

Сварка является одним из экономичных способов неразъемного соединения отдельных металлических частей в единое целое, путем их сплавления или совместного деформирования, в результате чего возникают прочные связи между атомами соединяемых материалов.

Некоторые приемы сварки практиковались еще в глубокой древности. Изделия из меди предварительно нагревались, а затем сдавливались. В процессе деформации сминались неровности и разрушалась оксидная пленка на поверхностях, что обеспечивало плотный между ними контакт и способствовало возникновению межатомных связей. Позже, помимо этого способа, применяли литейный способ сварки при изготовлении бронзы, меди, свинца и драгоценных металлов. Соединяемые детали заформовывали, подогревали, а место соединения заливали заранее приготовленным расплавленным металлом. Детали из железа и его сплавов сваривали путем нагрева в горне с последующей проковкой (кузнечная сварка или горновая сварка). Эти способы сварки применяли до XIX века.

Современные способы сварки металлов разделяют на две основные группы: сварка плавлением (газовая, аргонодуговая, высокочастотная, электродуговая) и сварка

пластическим деформированием (горновая, холодная, точечная, ультразвуковая, газопрессовая и др.).

В производстве художественных изделий наиболее распространенными видами сварки являются газовая сварка, электродуговая, кислородная резка, а также горновая или кузнечная сварка, которая применяется при изготовлении кованных художественных работ.

Газовая сварка осуществляется при помощи газовой горелки. В качестве горючих газов применяют ацетилен, пропанбутан, природный газ, пары бензина и др. Все эти газы горят на воздухе, но при этом не развивают высокой температуры, которая необходима для сварки, поэтому при сварке их сжигают в струе кислорода. Чаще всего применяют ацетилен.

Газосварочное оборудование состоит из генератора или баллона с горючим газом, кислородного баллона, редуктора, шлангов и сварочной горелки.

Ацетиленовый генератор необходим для получения газообразного ацетилена из карбида кальция и воды. Если имеются баллоны с горючим газом, ацетиленовый генератор не нужен. На баллонах указывается вид газа, они снабжены специальными вентилями для безопасности закрывания. Здесь нужно помнить, что кислород в контакте с жирами и маслами взрывоопасен.

Кислородные баллоны окрашены в синий цвет и служат для подачи кислорода в смесительную камеру горелки.

Редуктор снижает давление газа, идущего из баллона, и одновременно поддерживает равномерное давление на выходе при понижении давления в баллоне. На редукторе установлены два манометра — емкостный и рабочий. Емкостный показывает давление в баллоне или генераторе, рабочий — давление газа, поступающего в сварочную горелку, где горючий газ смешивается с кислородом и,

сгорая, образует сварочное пламя. Горелки бывают низкого давления — инжекторные, и высокого давления — смесительные. В основном, используются инжекторные горелки.

Подача кислорода и горючего газа от редукторов кислородного и ацетиленового баллонов к горелке осуществляется при помощи шлангов, минимальная длина которых должна быть не менее 5–6 м.

Металлические стержни применяются в качестве присадочного материала. Их толщина может быть от 1 до 8 мм и зависит от толщины свариваемого металла. Желательно, чтобы стержни были изготовлены из того же металла, что и свариваемые изделия.

Используется газовая сварка для соединения заготовок толщиной 0,5–3,00 мм из стали, меди, латуни и их сплавов, а также из чугуна и алюминия.

При сварке стальных изделий сначала очищают свариваемые поверхности от грязи, ржавчины, краски, масел. Для сварки листов толщиной до 1,5 мм края отбортовывают, высота бортов делается от 1,5 до 2,5 мм, и отбортованные кромки устанавливают плотно, без зазора. Для сварки металла толщиной 1–5 мм отбортовка не делается; между кромками оставляют зазор от 0,5 до 1 мм; при толщине от 5 до 15 мм кромки скашиваются с одной стороны; при толщине более 15 мм кромки скашиваются с двух сторон. Скашивание кромок производится зубилом или на станке, либо газовой резкой. Угол раскрытия шва делается от 40 градусов до 90. Кромки при сварке расплавляют горелкой, а затем в пламя вводится стальной присадочный пруток, который, расплавляясь, заполняет зазор. При сварке тонких отбортованных листов присадочный пруток не применяют, а оплавливают отогнутые кромки. При сварке длинных полос сначала прихватыва-

ют шов в нескольких местах, а затем проваривают, тем самым избегая коробления изделия.

Для сварки стальных деталей используют нейтральное пламя, при котором отношение расхода ацетилена и кислорода 1:1. Конус сварочного пламени резко ограничен и имеет цвет от бледно-голубого до белого. Для сварки чугуна и алюминия используют пламя с избытком ацетилена — восстановительное. Конус сварочного пламени в этом случае более длинный, не резкий и окружен вуалью.

При сварке чугунных изделий под действием пламени горелки часть примесей чугуна выгорает, образуя тугоплавкие окислы, которые затрудняют сварку. Для превращения этих окислов в шлак необходимо применение флюсов. При сварке чугуна присадочный пруток применяют из чугуна диаметром 6—12 мм. В качестве флюса служит бура и смесь из равных частей углекислой и двууглекислой соды.

При сварке чугуна часто появляются трещины от внутренних напряжений, которые вызываются нагреванием и хрупкостью металла. Поэтому перед сваркой изделие нагревают до темно-красного каления. Чтобы избежать выгорания примесей из чугуна, сварку производят очень быстро. Из-за перечисленных и иных сложностей сварку чугуна применяют редко. Обычно ее заменяют пайкой латунными сплавами.

Для сварки медных изделий кромки подготавливают как и для сварки стали. Однако наконечники к горелке нужно брать на два номера больше, нежели для стали. Объясняется это высокой теплопроводностью меди. Необходимо также употребление флюсов, против окисления и насыщения газами. Применяют следующие флюсы: порошок из буры, фосфорного натрия и желтой кровяной

соли. Присадочный пруток должен быть из чистой меди, с примесью фосфора 0,2—0,3 процента. Чем чище медь и меньше в ней кислорода, тем лучше она сваривается. После сварки остатки флюса смывают 2-процентным раствором азотной или серной кислоты. Для улучшения механических свойств наплавленного металла, повышения плотности и пластичности шва, место сварки деталей толщиной до 4 мм проковывают или нагревают до 600 градусов и охлаждают в воде. После отжига шов становится вязким и пластичным. Диаметр присадочного прутка или проволоки зависит от толщины свариваемого металла. Газовая сварка будет лучшего качества, если температура плавления присадочной проволоки ниже температуры основного металла.

Перед сваркой бронзовых изделий их нагревают до темно-красного каления. Горелку применяют на один номер больше, чем для стали. Присадочный пруток применяют толщиной от 6 до 12 мм и того же состава бронзы, что и изделие, с небольшой примесью фосфора. Флюсом служит буре.

Латунь сваривают так же, как и бронзу. Сварочные работы ведут быстро, чтобы не выгорал цинк, пары которого ядовиты, поэтому при сварке нужно пользоваться респиратором. Металл толщиной до 1 мм сваривают с отбортовкой кромок, которые перед сваркой зачищают до блеска или протравливают в 10-процентном растворе азотной кислоты с последующим промыванием в горячей воде и просушкой. Присадочным материалом служат прутки и проволока следующих марок: ЛО 60-1, ЛК 62-0,5, Л 63, ЛКБО 62-0,2-0,4-0,5, ЛК 62-05 и др. При сварке латунной проволокой ЛК 62-0,5, содержащей 0,5 процента кремния, почти отсутствует цинковый угар, повышается прочность и пластичность свар-

ного шва. Для флюса употребляют буру и порошковые материалы.

Сварочный процесс алюминия представляет сложности, так как алюминий легко окисляется, а температура плавления окислов выше плавления самого металла. К тому же алюминий обладает большой теплоемкостью. При нагреве он не изменяет цвет, поэтому трудно уловить момент начала его плавления. Перед сваркой свариваемые детали и присадочный материал очищают напильником или щеткой от грязи и масла, промывают в щелочном растворе (при температуре 65 градусов), который содержит 20 г едкого натра и 20 г углекислого натрия на 1 дм³ воды. Затем промывают в проточной воде, травят 2 минуты в 25-процентном растворе ортофосфорной кислоты или в 15-процентном растворе азотной кислоты, опять промывают в горячей, затем холодной воде и протирают досуха.

Чтобы удалить окислы алюминия из сварочной ванны и разрушить оксидные пленки, применяют флюсы, содержащие легкоплавкие смеси хлористых соединений щелочных и щелочноземельных элементов, к которым в небольшом количестве добавляют фтористые соединения. На свариваемые кромки и сварочную проволоку флюсы наносят в виде порошка или специальной пасты, кистью, или погружают во флюс конец присадочной проволоки. Избытка кислорода при сварке допускать нельзя, так как сварочный шов становится пористым. Для сварки применяют присадочную проволоку марок Св-АМц, Св-А5с, Св-АКЗ, Св-АК5 и других марок, диаметром 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2 мм, а также диаметром 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 4,0 мм и т.д. Сварочный процесс должен выполняться непрерывно, отрыв сварочного пламени от ванны с расплавленным металлом не допускается.

Газокислородная резка основана на способности металла, нагретого до высокой температуры, сгорать в струе технически чистого кислорода. Газокислородная резка может быть ручной, автоматизированной, механизированной. Металл нагревают пламенем газокислородной смеси до температуры воспламенения его в кислороде.

Применяют газокислородную резку при изготовлении художественных изделий для устранения дефектов литья, образования глубоких отверстий в металле, вырезания специальных заготовок различной формы из листового металла толщиной до 30 мм.

Электродуговая сварка была изобретена в Петербурге инженером Бенардосом в XIX в. Вскоре были предложены первые практически пригодные способы сварки плавящимся металлическим электродом, которые стали началом автоматизации сварочных работ. При дуговой сварке источником теплоты для расплавления металла в зоне сварки служит электрическая дуга. Она является мощным электрическим разрядом в ионизированной газовой среде с характерным ярким свечением и температурой 6000 градусов. Электродуговая сварка может быть ручной, под флюсом и в защитном газе.

Ручная дуговая сварка осуществляется при помощи металлических электродов. К электроду и свариваемому металлу подводится переменный или постоянный ток, в результате чего возникает дуга. Необходимо, чтобы в процессе сварки поддерживалась постоянная длина дуги, которая зависит от диаметра электрода. Дуга расплавляет металлический стержень электрода, его покрытие и основной металл. Расплавленный металл, покрытый шлаком, переходит в сварочную ванну, где смешивается с расплавленным основным металлом. При плавлении

электрода покрытие образует газошлаковую защиту, изолирующую зону дуги и сварочную ванну от атмосферного воздуха. При удалении дуги металл сварочной ванны остывает и кристаллизуется, происходит формирование шва.

При сварке под флюсом дуга горит под слоем сварочного флюса толщиной от 30 до 50 мм, между концом неплавленной электродной проволоки и свариваемым металлом. При горении дуги и плавлении флюса создается газошлаковая оболочка, которая препятствует отрицательному воздействию атмосферного воздуха на качество сварного соединения. В процессе сварки плавятся кромки свариваемого металла, электродная проволока и часть флюса, которые образуют общую сварочную ванну. Когда дугу удаляют, происходит кристаллизация сварочной ванны и формирование шва, который соединяет свариваемые детали. Шлак всплывает на поверхность ванны и после затвердевания удаляется со шва. Таким способом сваривают легированные и углеродистые стали, медь, алюминий и их сплавы.

Дуговая сварка в защитном газе производится двумя видами электродов — неплавящимся и плавящимся. При сварке неплавящимся электродом дуга горит между электродом и свариваемым металлом в защитном инертном газе. Сварочная проволока вводится в зону сварки со стороны. При сварке плавящимся электродом дуга горит в среде защитного газа между сварочной проволокой и основным металлом. В зону сварки проволока подается механическим путем. Защитными газами могут быть как инертные — аргон, азот, гелий, так и активные — кислород, водород, углекислый газ и их смеси. Сварку можно вести автоматическим, полуавтоматическим, ручным и механизированными способами.

Применяют дуговую сварку в защитной среде для получения сварных соединений из углеродистых и легированных сталей, титана, алюминия, меди и их сплавов, магния, циркония, тантала, ниобия.

15.4. СКЛЕИВАНИЕ

Склеивание — это получение неразъемных соединений деталей различных изделий с помощью клеев. Соединение материалов склеиванием находит все более широкое применение. Соединения, полученные склеиванием, герметичны, водомаслоустойчивы, обладают высокой стойкостью к вибрационным и ударным нагрузкам. Надежное соединение деталей малой толщины, например, в ювелирном деле, возможно только склеиванием. Во многих случаях склеивание может заменить пайку, клепку, сварку и т.д.

Однако у склеивания есть и недостатки, среди которых — незначительная тепловая стойкость (при температуре выше +90 градусов прочность их сильно снижается); склонность к ползучести при длительном воздействии больших статических нагрузок; длительные сроки сушки; необходимость нагрева для получения герметических и стойких соединений; низкая прочность на сдвиг и некоторые другие.

Используется склеивание при изготовлении изделий из алюминия, стали, латуни, стекла, древесины, ткани, кожи, резины и др. Клеевые соединения осуществляют различными способами. Чаще всего применяют соединение внахлестку и встык с помощью планки, втулки и т.п.

Процесс склеивания включает следующие операции: подготовка поверхностей к склеиванию; нанесение клея кистью, шпателем или пульверизатором; выдержка после

нанесения клея. Выдержка, в зависимости от сортов клея и материалов склеиваемых поверхностей, колеблется от 5 минут до 30 часов и более. Следующим этапом является затвердевание клея при температуре от 25 до 250 градусов и выше и контроль склеиваемых изделий.

Подготовка поверхностей к склеиванию включает взаимную подгонку, очистку от пыли, жира, ржавчины и придание необходимой шероховатости. Жировые загрязнения удаляют растворителями — бензином, ацетоном, моющими средствами. Ржавчину со стальных деталей можно снять травлением, погрузив их на минуту в раствор, состоящий из 30 частей концентрированной соляной кислоты, 1 части концентрированной 30-процентной перекиси водорода и 20 частей воды. После обработки детали нужно промыть водой, протереть и высушить.

Преобразователи ржавчины продаются в магазинах или их приготавливают самостоятельно из 100 г 5-процентной фосфорной кислоты, 1 г поверхностно-активного вещества ОП-7 и 2 г желтой кровяной соли. Используют также листья и стебли картофеля, помидоров, мака, тысячелистника, чистотела. В этих растениях содержатся ингибиторы. Стебли и листья измельчают, заливают 5-процентным раствором соляной кислоты и оставляют на неделю в закрытой посуде. В качестве растворителей можно взять бензин, спирт, ацетон. Затем приготавливают раствор. Для сильно проржавевших деталей он состоит из 75 объемных частей воды, 5 ч. экстракта, 40 ч. концентрированной соляной кислоты или 20 ч. серной. Для удаления небольшой ржавчины можно приготовить такой раствор: йод — 90 частей, экстракт — 10 частей, серная кислота — 10 частей или соляная 20 частей. Надо быть внимательным, вливать кислоту в воду и экстракт — но не

наоборот. В приготовленный раствор опускают деталь, и ржавчина растворяется.

С никелированных деталей ржавчину можно удалить, смазав ее жиром и выдержав несколько дней. После этого жир стирают тряпочкой, смоченной нашатырным спиртом.

Для склеивания применяют различные марки клеев. Хорошие результаты при склеивании металлов дает применение эпоксидных клеев и шпатлевок, клея «Момент» и др. Для склеивания на обе подготовленные поверхности наносят тонкий слой клея и немного подсушивают его (клей не должен прилипать к пальцам) при температуре 20–60 градусов в течение 50–60 минут. Затем наносится второй слой, вновь сушится, наконец, наносят третий слой, склеиваемые детали соединяют и сушат при температуре 130 градусов. Сушить можно у электрической плитки, в газовой духовке, 20–40 минут, сдавив детали струбцинами или резиновым бинтом, жгутом, болтами и т.п. После прогрева изделие охлаждают в скрепленном состоянии до комнатной температуры. Если изделие клеят при комнатной температуре, его нужно выдержать в скрепленном состоянии 3 дня.

Склеивание эпоксидными клеями можно производить без сжатия под давлением и без тепловой обработки склеиваемых деталей. Для приготовления клея в эпоксидные смолы добавляют отвердитель — полиэтиленполиамин, 10 весовых частей на 100 весовых частей эпоксидной смолы или дибутилфталат, 10–15 весовых частей на 100 весовых частей эпоксидной смолы. Кроме отвердителя, добавляют наполнитель, в качестве которого может быть алюминиевая или бронзовая пудра, чугунный порошок, портландцемент, стекловолокно, сажа. Наполнители увеличивают вязкость эпоксидного состава и повышают

прочность клеевого шва. После смазывания клеем, детали соединяют и в скрепленном положении оставляют на сутки, сняв ацетоном избыток клея, выступивший наружу. (Занимаясь склеиванием, нужно знать, что отвердитель ядовит, поэтому приготавливать и наносить клей нужно в резиновых перчатках. Если клей или отвердитель попадает на руки, его быстро стирают тряпочкой, смоченной ацетоном, и моют руки водой с мылом. Нельзя допускать попадания отвердителя в глаза. Если это произошло, нужно немедленно промыть глаза большим количеством теплой воды.)

Металл с кожей можно склеивать составом, приготовленным из 1 ч. столярного клея, 1 ч. 8-процентного раствора уксусной кислоты и 1 ч. скипидара. Столярный клей замачивают до полного набухания, потом воду сливают и добавляют в клей раствор уксусной кислоты и скипидар. Затем клей подогревают на водяной бане, хорошо при этом перемешивая, до растворения. Горячий клей наносят на сухую очищенную поверхность металла и прижимают кожу. Можно использовать и другие составы.

Для приклеивания металла к древесине, нужно в столярный клей добавить хорошо просеянную древесную золу и размешать до однородной массы.

Непрочные клеевые соединения могут случиться по разным причинам, среди которых — плохая очистка склеиваемых поверхностей; неравномерное нанесение слоя на склеиваемые поверхности, отдельные участки поверхности не смазаны клеем или смазаны слишком густо; затвердевание нанесенного на поверхности клея до их соединения; неправильный температурный режим; недостаточное время сушки соединенных деталей; недостаточное давление на соединяемые части склеиваемых изделий и т.д.

Глава 16. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СКУЛЬПТУРЫ МАЛЫХ ФОРМ

Декоративные изделия из металла могут быть изготовлены и из монтажной проволоки. Из нее можно делать предметы не только гнутых форм, но и выполненные способами плетения и навивки. Пользуясь различными видами витых и плетеных деталей и применяя проволоку с цветной изоляцией, можно изготовить красивые вещи.

Материалы и инструменты. Для изготовления скульптуры малых форм необходима стальная, медная или железная проволока диаметром 1—3 мм: для крупной декоративно-орнаментальной скульптуры — прутковый металл; для изготовления мелких ажурных работ — мягкая монтажная проволока в разноцветной пластмассовой изоляции или покрытая цветной эмалью (белой, желтой, красной, голубой и т.д.). Материалы различны по своим свойствам и художественным возможностям, каждый из них требует своих приемов обработки, своей технологии и инструмента.

В работе над скульптурой малых форм можно ограничиться небольшим набором инструментов и сравнительно несложными техническими приемами обработки металлов. При изготовлении садовой скульптуры крупных форм понадобятся знания слесарных и кузнечных работ.

Инструменты. Для работы с проволокой нужны молоток, киянка (деревянный молоток), плоскогубцы, кусачки, острогубцы, круглогубцы, штангенциркуль для измерения диаметра проволоки, настольные тиски, паяльник.

Правка проволоки. Медная и железная проволока легко гнется. Чтобы выполнить из нее изделие, проволоку выпрямляют. Выпрямление или правку проволоки производят, как правило, волочением. Для этого проволоку зажимают между двумя деревянными брусками и протягивают два раза. Тонкую проволоку для выпрямления достаточно протянуть, сильно натягивая вокруг металлического или деревянного стержня. Можно воспользоваться приспособлением, которое изготовить из дощечки, протянув на ней прямую линию, по обе стороны линии вбить на некотором расстоянии друг от друга поочередно восемь гвоздей достаточного размера, так, чтобы между ними по линии оставался промежуток. В этот промежуток проволока должна войти туго. Далее ее протягивают или наматывают на палку и тянут. Таким образом выпрямляют длинные куски проволоки. Небольшие отрезки выправляют на куске железа, простукивая сначала все изгибы, а затем молотком проводят по всей длине проволоки взад и вперед, прижимая ее к поверхности железки. Толстую проволоку из стали правят на стальной плите ударами киянки или молотка. Если проволоку положить на наковальню, она будет деформироваться под ударами, поэтому править ее лучше на деревянной подложке молотком, а на наковальне — киянкой.

Рубка и гибка проволоки. Тонкую железную и медную проволоку рубят кусачками, острогубцами, пассатижами. Стальную проволоку в месте разреза предварительно нагревают на огне, благодаря чему она становится мягче. Твердую стальную проволоку рубить трудно, на острых губках кусачков появляются зазубрины. Откусывать стальную проволоку нужно краями кусачков, а не серединой. Если кусачки не могут перерубить проволоку, ее рубят

зубилом или подпиливают острой гранью трехгранного напильника и затем ломают руками, несколько раз согнув и разогнув в этом месте.

Толстую проволоку изгибают в тисках, а тонкую в плоскогубцах. Чтобы угол сделать более острым, нужно проволоку зажать в тиски или плоскогубцы и сделать несколько несильных ударов молотком. По тискам при гибке металлическим молотком не ударяют, так как можно их разбить. Стальная проволока после сгибания часто из-за своей упругости разгибается. Поэтому, чтобы получить при сгибе прямой угол, нужно согнуть ее посильнее. Если проволока трудно сгибается, ее нужно отжечь на огне, дать остыть на воздухе, она станет мягче и гибче. Окалину счистить наждачной шкуркой или бумагой. Для того чтобы проволока вновь приобрела твердость, ее закаливают.

Сборка изделий. Чтобы соединить отдельные куски проволоки и другие детали из металла, их, в основном, припаивают или сгибают, скручивая концы проволоки. Для пайки необходимы паяльник, припой, паяльная жидкость и нашатырь. Припоем служит сплав свинца и олова, обычно состоящий из двух частей свинца и одной части олова. Для приготовления припоя необходимо взять олово и свинец в нужных пропорциях, измельчить, поместить в металлическую емкость, поставить на огонь и нагреть до образования однородного сплава. В качестве паяльной жидкости или кислоты применяют водный раствор хлористого цинка, который не дает образоваться на спаиваемых поверхностях пленке окиси, мешающей пайке. Для приготовления паяльной жидкости растворяют в соляной кислоте нарезанный на мелкие кусочки металлический цинк. Раствор готовят у открытого окна или на воздухе, рядом не должно быть откры-

того огня. Полученный раствор разбавляют равным количеством дистиллированной воды и фильтруют. Хранят паяльную жидкость в плотно закупоренной стеклянной емкости. Для очистки паяльника от образовавшегося на нем при нагревании слоя окиси, применяют нашатырь, в виде бруска или порошка. Перед пайкой спаиваемые детали очищают бензином или мыльной водой от грязи, жира, краски, так как к грязной поверхности припой может не пристать. Пайку производят хорошо нагретым паяльником. Расплавившийся припой покрывает тонким слоем рабочие грани паяльника. Во время пайки жало паяльника прикладывают к месту пайки и водят им, пока шов не покроется ровным слоем припоя. После окончания операции место пайки нужно промыть водой и протереть.

При выполнении художественных работ из узкого полосового или пруткового металла понадобятся такие знания слесарно-кузнечного дела, какковка, гибка, рубка, резка металла, сварка.

Дляковки металл нагревают, чтобы он стал мягким, затем придают нужную форму или сваривают отдельные детали в одно изделие. Приступая к работе, полосы нагревают до 1100 градусов, прекращают ковку при 650 градусах. При ковке выполняют такие операции, как вытягивание металла, его укорачивание, загибание, расплющивание, закручивание. Путем вытягивания металла полосу удлиняют ударами ручника или кувалдой, в зависимости от сечения металла. Ударами молотка нагретую полосу расплющивают и удлиняют, затем выравнивают гладилкой. Укорачивают и увеличивают сечение также ударами ручника или кувалды. При местном утолщении нагревают только ту часть, которая должна быть осажена и утолщена. Гнут поковки на ребре наковальни или, если

они тонкие, в тисках. Вокруг рога наковальни можно выгибать железный прут.

Рубку полосы производят на наковальне или иной прочной подставке, зубилом. Разрезают полосы рычажными ножницами или ножовкой. Соединения различных частей изделия могут быть разъемными и неразъемными. Разъемные соединения производят путем свинчивания, соединения шипами и т.п.; неразъемные — преимущественно сваркой. Для соединения шипами, одну часть детали, в горячем состоянии, насаживают на другую, в холодном состоянии. При остывании образуется прочное соединение. Выполняя изделия из полосового или пруткового металла, порой необходимо сделать внутреннюю или наружную резьбу. Стержень цилиндрической или конической формы с винтовой поверхностью и головкой для завинчивания или захвата называют винтом. Крепежную деталь цилиндрической формы с квадратной или шестигранной головкой, имеющей на части длины резьбу, на которую навинчивают крепежную гайку, называют болтом. В некоторых работах используют крепежные детали в виде стержня, имеющего на обоих концах резьбу — шпильки. Специальным инструментом — плашкой — на шпильках, винтах и болтах нарезают резьбу; метчиком в изделиях нарезают резьбу внутреннюю.

Монументальная ажурная скульптура, как один из видов художественной обработки металла, широко применяется при украшении помещений общественных зданий. В парковом пространстве она органически вплетается в живую зелень деревьев, выполняя декоративную функцию. Подобные работы привлекают к себе как начинающих, так и опытных художников и мастеров, способных предвосхитить в кропотливой работе результат своих усилий.

Часть III. ОХРАНА ТРУДА. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТРАВМАХ

Глава 17. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

Охрана труда в России является государственным делом. В ее понятие входят все мероприятия по безопасности труда, производственной санитарии и трудовому законодательству, основной целью которых является создание здоровых, безопасных и культурных условий труда на производстве и в учебных мастерских. Администрация каждого предприятия несет ответственность за состояние труда и его безопасность. Безопасность труда, являясь частью охраны труда, устанавливает причины несчастных случаев, методы устранения и предупреждения их на основе изучения всего комплекса производственного процесса предприятия.

Несчастные случаи, т.е. случаи повреждения человеческого организма в результате теплового, механического, химического или других воздействий факторов внешней среды при выполнении производственной работы, называются промышленным травматизмом. Для каждой профессии на предприятиях разрабатываются инструкции по безопасности труда, в которых подробно указываются условия безопасной работы и меры, предупреждающие случаи травматизма. Инструкции по безопасности труда должны изучаться и выполняться каждым человеком, поступающим на производство.

Первым этапом обучения безопасности труда является вводный инструктаж. Его проводят инженер по технике безопасности на предприятии и старший мастер в учебных мастерских. Основными вопросами вводного инструктажа являются: правила внутреннего распорядка; обязанности работника по выполнению инструкций, правил и норм безопасности труда; общие правила электробезопасности и способы оказания первой помощи пострадавшему; основные причины производственного травматизма; охрана труда женщин и подростков; порядок выдачи, применения и хранения спецодежды, спецобуви и индивидуальных средств защиты. При проведении инструктажа на рабочем месте мастер производственного обучения, бригадир, заведующий мастерской знакомит учащегося или работника с оборудованием, опасными зонами, безопасными приемами работы, с технологическим процессом и организационно-техническими правилами на данном участке производства; рассказывает о требованиях к правильной организации рабочего места; знакомит с устройством машин и механизмов, которые поручено обслуживать работнику, а также с основными требованиями по безопасному обращению с

электрооборудованием, электроинструментом, ударными и режущими инструментами, нагревательными приборами, химическими веществами и кислотами; знакомит с правилами безопасности при работе на заточных и шлифовально-полировальных станках, правилами пользования спецодеждой, спецобувью и индивидуальными защитными средствами.

После проведения инструктажа в специальном журнале регистрации инструктажа по безопасности труда производится запись.

Для закрепления полученных знаний по правилам безопасности труда проводят периодический инструктаж, который приурочивают к началу нового вида производственных работ. Если в мастерской или на производстве произошел несчастный случай, срочно проводится дополнительный инструктаж со всеми работающими на данном участке, независимо от срока давности последнего инструктажа.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПОМЕЩЕНИЯМ, УЧЕБНЫМ МАСТЕРСКИМ, ОБОРУДОВАНИЮ И ИНСТРУМЕНТУ

Общая планировка полезной площади производственного помещения (учебной мастерской) должна соответствовать технологическому процессу и требованиям санитарных и противопожарных норм: объем производственного помещения не менее 15 м^3 , площадь на каждого работающего в нем — $4,5 \text{ м}^2$. Производственные и вспомогательные помещения обеспечиваются вентиляцией, центральным отоплением. Летом в помещениях без

значительного выделения тепла температура не должна превышать более чем на 3 градуса среднюю температуру наружного воздуха и в 13 часов самого жаркого месяца составлять не более 31 градуса, в помещении со значительным выделением тепла — не более чем на 5 градусов и не превышать 33. Относительная влажность воздуха — 75 процентов; температура при легких физических работах от 16 до 20 градусов, при тяжелых — от 12 до 15 градусов. В помещениях необходимо иметь термометры, аптечки, средства защиты органов слуха, зрения, дыхания, рук. Полы в производственных помещениях должны быть с твердым покрытием, без щелей, выбоин, порогов, и содержаться в чистоте. Вентиляцию проектируют с таким расчетом, чтобы концентрация вредных выделений в атмосфере помещения не превышала предельно допустимой. Вентиляционные установки, вытяжные шкафы, воздуховоды, станки, аппараты, столы и другое стационарное оборудование размещают так, чтобы монтаж, ремонт и их обслуживание были удобны и безопасны. На видном месте вывешивают инструкции по безопасности труда и противопожарным мероприятиям. Каждое рабочее место должно быть рационально освещено, используется общее и индивидуальное освещение. В мастерской должны быть подсобные помещения: для травильных работ, оснащенные вытяжными шкафами и проточной водой; для хранения химикатов и кислот; для производства термических работ; умывальник с душем и шкафами для хранения спецодежды учащихся и работников. Помещения должны быть укомплектованы огнетушителями. Станки и электроприборы — заземлены. Внутренние двери в помещениях — открываться в сторону ближайшего выхода из здания, а выходные наружу.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ РАБОТЕ НА ЗАТОЧНЫХ И ШЛИФОВАЛЬНО- ПОЛИРОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

Заточный станок с абразивным кругом относят к категории оборудования с повышенной опасностью. Работать на нем без предохранительного кожуха категорически запрещается, так как возможны случаи разрыва абразивного круга. Станок должен быть оборудован устройством для отсоса абразивной пыли. В процессе работы глаза необходимо защищать прозрачным экраном или очками.

Для предохранения рук при заточке инструмента в качестве упора применяется регулируемый подручник. Зазор между краем подручника и рабочей поверхностью шлифовального круга должен быть не более 3 мм. Несоблюдение приводит к заклиниванию обрабатываемой детали между подручником и кругом и к разрыву круга. Подручник крепят так, чтобы обрабатываемая поверхность соприкасалась с кругом на уровне горизонтальной оси или чуть выше. Перед установкой на станок абразивный круг осматривают и простукивают киянкой — круг с трещиной издает глухой или дребезжащий звук. На плоской торцовой стороне круга указана допустимая скорость. Для проверки, станок должен поработать вхолостую 5 минут. Недопустимо крепить на станок круги на бакелитовой или магниевой связке, если они пролежали на складе более года. Недопустимо хранить круги стопками по несколько штук (можно только в вертикальном положении).

Все перечисленные меры предосторожности необходимо соблюдать и при работе на шлифовально-полировальных станках. При отсутствии устройства, отсасываю-

шего пыль, для защиты органов дыхания при шлифовании и полировании применяют респираторы.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СЛЕСАРНЫХ И КУЗНЕЧНЫХ РАБОТ

Основным оборудованием рабочего места при слесарных работах являются верстак и тиски. Верстаки бывают одноместными и многоместными. Одноместный верстак представляет собой прочный стол шириной 700—800 мм, длиной 1000—1200 мм и высотой 750—900 мм. Крышка стола покрыта листовой сталью толщиной 1—2 мм. К крышке прочно болтами крепятся тиски. Верстак оборудован выдвижными ящиками для хранения инструмента и обрабатываемых деталей. Особенно важно содержать в соответствующем порядке режущий инструмент: зубила, шаберы, сверла, ножовки. Переносят инструменты в специальном инструментальном ящике. При выполнении слесарных операций, детали нужно прочно закреплять в тисках, которые исправны. Инструмент и детали на верстаке располагают таким образом, чтобы их было удобно брать (см. рис. 55). При рубке металла следует пользоваться предохранительными очками, а учащиеся должны надевать на левую руку перчатку. Обрабатывать листовой металл необходимо в брезентовых рукавицах, чтобы не порезаться о края листа или ножницами. Ножовочные полотна закрепляют специальными короткими штырями, входящими в комплект ножовочного станка, а не гвоздями с загнутыми острыми краями.

Правила безопасности необходимо соблюдать и при применении электрического и пневматического инстру-

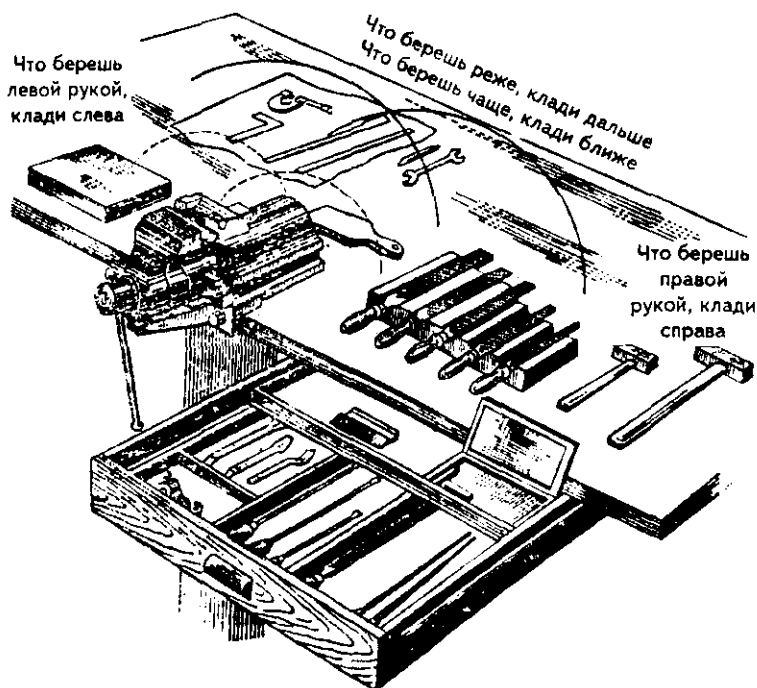


Рис. 55. Расположение инструментов на рабочем месте

мента. Перед началом работы нужно убедиться в исправности инструмента, опробовав его действие вхолостую.

Очищать рабочее место сжатым воздухом допускается в том случае, если работа ведется в очках, а поблизости нет других людей, которым может быть причинена травма. Верстак, оборудование, детали очищают от пыли, опилок и стружки щетками. Разлитое на полу масло вытирают ветошью или засыпают это место песком, опилками и тотчас убирают. Работая лобзиком, надфилями, шаберами, необходимо беречь руки от уколов и порезов.

В слесарных мастерских должна быть аптечка с медикаментами для оказания первой медицинской помощи.

При кузнечных работах основными причинами травм являются неисправности оборудования, инструмента, приспособлений; отсутствие в опасных местах предохранительных устройств и ограждений; применение запрещенных приемов работы; плохое освещение; захламленность рабочего места; несогласованность действий мастера и подручного.

При несоблюдении основных правил безопасности труда и производственной санитарии неизбежны профессиональные заболевания, вызванные неравномерной температурой и загазованностью помещения. Для очистки воздуха от продуктов горения, разложения масел, паров (при закалке) в кузнице должна быть общая вытяжка, правильно устроенная вентиляция. Наковальни устанавливаются горизонтально по уровню и прикрепляются к деревянному стулу, который вкапывается в землю на глубину около 50 см. Перед работами наковальню осматривают и проверяют на звук ударами кувалды. Перекос наковальни представляет большую опасность, это может привести к вылету поковки из-под кувалды из-за косого удара. Работая в кузнице, необходимо пользоваться брезентовыми фартуками с нагрудниками, рукавицами и защитными очками, а также чистым и сухим инструментом, который должен храниться в специальных стойках.

Инструмент, который подвергается в процессековки ударам, перед началом работы нужно нагреть до 200 градусов, так как холодный инструмент быстро ломается. Объем бака для закалки деталей в воде или масле должен в 5 раз превышать объем загружаемых в него деталей. Масляный бак обязательно закрывается крышкой.

При ручной ковке в действиях кузнеца и подручного должна быть полная согласованность, основанная на дисциплине. Место, по которому нужно наносить удары, кузнец указывает молотобойцу ударами ручного молотка — ручника. Если кузнец положил ручник на наковальню боковой стороной, подручный должен немедленно прекратить удары. Необходимо прекращать работу по сигналу любого человека, который находится в кузнице, а уже затем выяснять причину. В случае, если кузнец, по мнению подручного, неправильно применил прием или прием был опасным, подручный обязан прекратить удары и предупредить кузнеца об ошибке.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ПРОМЫШЛЕННАЯ САНИТАРИЯ ПРИ ЛИТЕЙНЫХ РАБОТАХ

До начала литейных работ необходимо надеть и привести в порядок рабочую одежду, осмотреть рабочее место, убрать все мешающие и ненужные предметы, подготовить и проверить рабочий инструмент, заменить неисправный.

При формовке по-сырому нельзя допускать чрезмерного уплотнения смеси в опоке и ее обильного смачивания вокруг модели при удалении, установки в форме недосушенных стержней. Следить, чтобы в заформованной опоке было достаточно каналов для выхода паров и газов, образующихся при заливке металла. Плохая газопроницаемость формы может вызвать выбрасывание металла из литника при заливке. Брызги металла могут стать причиной ожогов.

При подъеме опоки краном включение подъемного механизма должно быть согласовано с работой людей,

занятых на формовке. Несогласованные действия могут быть причиной несчастного случая.

При выполнении работ с помощью мостового крана следить за сигналами крановщика. Запрещается нагружать кран сверх установленной для него грузоподъемности, подтаскивать краном грузы, находиться под грузом. Запрещается производить отделку полуформ, поднятых на крюке крана, если они не установлены на прочных подставках.

При работе на формовочных машинах необходимо проверять надежность ограждения пускового механизма; нельзя исправлять и смазывать машину во время ее работы. При формовке на машине с поворотным столом нельзя поворачивать стол, не убедившись в хорошем креплении на нем опоки. Плохо закрепленная опока при повороте может упасть и нанести травму работающему. Излишек припыла при сборке сырой формы, засоры в полуформах нельзя выдувать ртом, для этой цели применяется ручной мех или пылесос. Крупные частицы из глубоких мест удаляют крюком.

При пользовании переносной электрической лампой необходимо проверять наличие защитной сетки, исправность шнура и изоляционной резиновой трубки.

Работающие на заливке форм должны иметь одежду, предохраняющую от ожогов, брезентовые брюки, защитные очки. Брюки следует носить на выпуск, чтобы скатывающиеся брызги металла не могли попасть в обувь.

Нельзя набирать металл во влажный, не просушенный ковш, удалять влажной счищалкой шлак с поверхности металла в ковше, выливать на пол и во влажную изложницу остатки металла. В этих случаях быстро образующиеся пары разбрызгивают металл и работающие вблизи могут получить ожоги. Выбитую из формы отливку нельзя брать в руки не убедившись, что она остыла.

По окончании работ необходимо привести в порядок свое рабочее место, убрать рабочий инструмент, оснастку, приспособления на отведенное для них место; запрещается обдывать одежду и тело сжатым воздухом из шланга.

Формовщики-литейщики должны помнить, что осторожность, предусмотрительность, точное выполнение специальной инструкции по технике безопасности на рабочем месте, указания мастера, личная и технологическая дисциплина являются условиями безопасности в работе.

Эти правила техники безопасности являются самыми общими и не исчерпывают возможных причин несчастных случаев в условиях работы конкретного производства.

Промышленная санитария. Условия безопасной работы в литейном производстве обеспечиваются выполнением правил промышленной санитарии.

При установке оборудования, приспособлений и форм должно быть предусмотрено: ширина односторонних проездов не менее 2 м, ширина общих проходов 1,6 м, ширина проходов для заливки форм не менее 1,2 м. Пол помещения для литейных работ должен быть ровным. Неровности, выбоины, ямы могут стать причиной несчастного случая. Нельзя допускать проникновения влаги через крышу и световые проемы: подмокшие формы при заливке кипят, выбрасывая металл из литника, создавая опасность. Литейное помещение должно быть нормально освещено искусственным светом. На рабочих местах формовщиков художественного литья оборудуется индивидуальное освещение. Для просмотра глубоких форм необходимы безопасные электрические лампы 12 или 24 В. Применение ламп с напряжением 120–220 В недопустимо, так как возможно поражение током.

Входы и выходы должны быть устроены таким образом, чтобы не было сквозняков, ведущих к простудным

заболеваниям. Для удаления пыли и угарных газов, образующихся в процессе сушки, заливки и выбивки литейных форм, необходимо предусмотреть приточно-вытяжную вентиляцию.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ ЧЕКАННО-ДИФОВОЧНЫХ И ЮВЕЛИРНЫХ РАБОТАХ

Производство чеканных и ювелирных изделий связано с подготовкой и раскроем металла, поэтому необходимо быть осторожными при разрезании металла ручными ножницами, остерегаться пореза рук заусенцами и острыми кромками. При чеканке с прорезью используют слесарный инструмент — лобзик, зубила, надфили, напильники и др., работая с которыми важно соблюдать те же требования безопасности труда, что и для слесарных работ.

Недопустимо отжигать паяльной лампой чеканную пластину без асбестовой или иной противопожарной подстилки на деревянном полу; класть раскаленное изделие вблизи от легковоспламеняющихся предметов, жидкостей; снимать окалину сухой тряпкой. Необходимо знать и помнить, что металл, остывший до 400 градусов, внешне не отличается от холодного, а прикосновение к нему может привести к серьезным ожогам.

Травление, отбел и отделку готовых изделий при оксидировании и патинировании производят в вытяжных шкафах, соблюдая все требования предосторожности при работе с кислотами, щелочами и другими химическими реактивами.

При шлифовании и полировании готовых изделий станки должны иметь вытяжные устройства для улавли-

вания абразивной пыли и продуктов распада войлочных кругов, пропитанных полировочными пастами.

При сборке и монтаже фрагментов больших чеканных панно выполняют сварочные операции, клепку, пайку. Работа с ацетиленовыми установками или сварочными аппаратами, электродрелью, клепальными пневматическими молотками требует соблюдения мер пожарной безопасности и электробезопасности.

Выполняя работы на шлифовальных, заточных и иных станках, необходимо следить, чтобы рукава спецодежды были закатаны или плотно застегнуты, а руки не находились в опасной зоне движущихся деталей оборудования.

Ко всем видам инструмента чеканщика предъявляются следующие требования: инструмент должен быть исправен, удобен в работе, чтобы не являться причиной различных травм. Инструмент, пришедший в негодность в процессе работы, сдается для ремонта или замены. Поверхность бойка ударного инструмента (молотков, кувалд) должна быть слегка выпуклой и гладкой, без заусенцев и трещин. Ручки молотков и кувалд изготавливают из сухого дерева твердых и вязких пород: вяз, клен, береза, кизил, рябина и др. Древесину выбирают без сучков, трещин и других дефектов, волокна должны быть направлены вдоль оси ручки, которую необходимо заклинить клином из мягкой стали. Запрещается делать ручки из мягких или крупнослойных пород дерева, таких, как ель, сосна и некоторые другие. На напильники, шаберы и другие инструменты с острыми концами должны быть насажены деревянные ручки с гладкой поверхностью. Шейку ручки скрепляют металлическим бандажным кольцом, для предотвращения раскалывания. Бандажное кольцо не должно касаться хвостовика инструмента.

Не допускаются заусенцы, выбоины, трещины на ударной поверхности инструмента для чеканки и рубки металла — зубил, кернеров, просечек, расходников и др. Тыльная часть инструмента не должна быть сбита или скошена. Длина инструментов должна быть не менее 150 мм, обеспечивать безопасное удерживание их во время работы рукой. Пользование неисправным инструментом может стать причиной травмы как работающего, так и окружающих. Представляют опасность зубила и чеканы с очень сильной закалкой. Они могут разломиться и нанести ранения. Опасно также и сильно натянутое ножовочное полотно пилы. Абразивные круги на заточных и шлифовальных станках не должны иметь трещин и выбоин. Нельзя пользоваться заточными станками без предохранительных устройств и заземления, без защитных очков или щитков, а также затачивать инструмент боковой (торцевой) поверхностью круга. При разметке, гибке, правке, опиловании, шабрении, чеканке, гравировании, закреплении необходима аккуратность в обращении с чертилкой, циркулем, напильниками, надфилями, шаберами, кусачками, фрезами, чеканами, штихелями; нельзя допускать нахождения этих инструментов на краю или близко к краю стола или верстака; не применять их в качестве приспособлений для открывания ящиков и для размешивания; не касаться незащищенными руками острых и режущих частей инструмента.

При выпиливании лобзиком нужно быть внимательным и не прилагать лишних усилий на пилку, для ускорения процесса выпиливания, не пытаться высвободить силой заклинившую пилку, не направлять ее пальцами на линию пропила.

Выполняя операцию сверления, нельзя поправлять сверло на ходу. Нельзя мыть руки в масле, керосине,

эмульсии и вытирать их матерчатыми обрезками, загрязненными стружкой.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА ПРИ ПАЙКЕ И РАБОТЕ С ПАЯЛЬНЫМИ ЛАМПАМИ

Подготовка металлов и процесс пайки связаны с выделением пыли, вредных паров металлов и солей. Попадая в организм человека через дыхательные органы, пищевод или кожу, они вызывают раздражение слизистой оболочки глаз, поражение кожи и отравление. Поэтому при пайке и лужении необходимо хорошо проветривать рабочее место; не работать в загазованном помещении; после окончания работы и перед принятием пищи тщательно мыть руки с мылом; химикаты засыпать и заливать малыми порциями, не допуская брызг — попадание кислоты в глаза может вызвать слепоту, испарения кислот очень вредны; кислоту необходимо хранить в стеклянных емкостях с притертыми пробками, желательно в оплетке с мягкими прокладками; пользоваться только разведенной кислотой; при разведении кислоту следует вливать в воду тонкой струйкой, непрерывно помешивая раствор; запрещается лить воду в кислоту, так как при соединении воды с кислотой происходит сильная химическая реакция с выделением большого количества тепла, даже при небольшом объеме воды, попавшей в кислоту, вода быстро нагревается и превращается в пар, что может привести к взрыву; не допускаются ручные операции, при которых возможно непосредственное соприкосновение кожи (промывка, протирка изделий, розлив и др.) с дихлорэтаном (огнеопасная ядовитая жидкость) или с содержащими его примесями.

Во время приготовления хлористого цинка обильно выделяются пары соляной кислоты и одновременно повышается температура, поэтому раствор нужно готовить под колпаком вытяжной вентиляции или вне помещения, на открытом воздухе. Посуда должна быть фарфоровой или эбонитовой, но не стеклянной, так как от нагревания она может треснуть. Инструменты, приспособления и флюсы располагают в определенном порядке. Сосуды с кислотами и растворами хранят в вытяжных шкафах.

Нельзя смачивать или обливать азотной кислотой бумагу и дерево, они самовозгораются. Работая с крепкими кислотами и щелочами, необходимо пользоваться спецодеждой (резиновыми перчатками, сапогами, прорезиненным фартуком) и защитными очками; выполняя травильные работы и обезжиривание деталей, воспользоваться специальными пинцетами и клещами. Растворы кислот при пайке наносят кисточкой тонким слоем, что исключает образование брызг при соприкосновении с горячим паяльником. Нельзя проверять степень нагрева паяльника рукой, а также охлаждать его в жидкости. Для очистки паяльника вместо нашатыря необходимо применять паяльную жидкость, представляющую собой раствор хлористого цинк-аммония. Вблизи от рабочих мест должны быть установлены умывальник с бесперебойной подачей воды, бачок с 1-процентным раствором уксусной кислоты для предварительного обмывания рук, переносные емкости для сбора использованных бумажных или хлопчатобумажных салфеток и ветоши.

Там, где производится пайка с применением свинца, запрещается хранить одежду, пищу, питьевую воду, курить. В учебно-производственных мастерских после каждой смены следует проводить влажную уборку.

Нагревая паяльник, важно соблюдать общие правила безопасности обращения с источниками нагрева. Ручка электрического паяльника должна быть сухой и не проводить электрический ток.

При работе с паяльными лампами необходимо перед зажиганием проверить количество бензина в резервуаре. Для замера пользоваться стеклянной палочкой. Резервуар паяльной лампы нужно заполнять не более чем на $\frac{3}{4}$ его объема; не откручивать воздушный винт и наливную пробку лампы в момент горения; не допускать работы паяльной лампы с пробитым насосом, без резиновой прокладки в пробке резервуара; при разжигании паяльной лампы необходимо поставить перед ней металлический экран, так как бензин, не успевший испариться, может быть выброшен длинной горячей струей, что способно привести к пожару. Запрещается доливать бензин сразу после тушения паяльной лампы, работать вблизи от легковоспламеняющихся предметов. По окончании работ, после того, как лампа остынет, надо открутить наливную пробку, этим давление в резервуаре доводится до нуля.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЭЛЕКТРОПРИБОРАМИ

Безопасным для жизни человека считается напряжение не более 36 В в помещении без повышенной влажности с изолирующим полом. Переменный ток частотой 75 Гц, протекая через тело человека от руки к ногам, при силе тока 0,1 А может парализовать сердце (дыхание парализуется уже при токе 0,05–0,08 А), если действие тока продолжительно. При силе тока 0,02–0,025 А парализуются

мышцы. По мере действия тока на организм электрическое сопротивление тела падает, а сила тока увеличивается. Если пострадавшему вовремя не оказать помощь, может наступить смерть.

При установке, эксплуатации и ремонте электрооборудования, а также переносных электроинструментов необходимо соблюдать правила техники безопасности. Важнейшими из них являются следующие: электрооборудование, электроинструменты должны содержаться в исправном состоянии; провода или кабели к переносному электроинструменту и электроприборам подвешивать так, чтобы они не касались влажных поверхностей пола, стен, горячих труб; все доступные для прикосновения к ним токоведущие части электрооборудования должны быть защищены кожухами; запрещается оставлять без изоляции концы проводов и кабелей после демонтажа электрооборудования и осветительной арматуры, проводить ремонт переносной электроаппаратуры под напряжением.

Переносные понижающие трансформаторы присоединяются к сети напряжением 110–220 В при помощи штепсельной вилки и гибкого провода длиной не более 1,5 м, заключенного в общую оплетку или шланг. Корпус трансформатора и вторичная обмотка заземляются. Заземляющий провод соединяется с клеммой трансформатора прижимными резьбовыми контактами. В случае обнаружения неисправностей, работа с электроприборами немедленно прекращается. Электрические станки и электроинструмент должны удовлетворять следующим основным требованиям: быстро включаться и отключаться от электросети; быть безопасными в работе и иметь не доступные для случайного соприкосновения токоведущие части.

Перед началом работы с электроприборами необходимо проверить затяжку винтов, крепящих узлов и деталей, состояние проводов, целостность изоляции, исправность заземления. При прекращении подачи тока во время работы, станки отключают от электросети.

Запрещается производить какой-либо ремонт при включенных электроприборах, разбирать их, пользоваться для чистки электроаппаратов, имеющих нагревательные элементы, спиртом, бензином или другими воспламеняющимися веществами.

Двигатель включают только перед началом работы и обязательно отключают на время любого перерыва. Нельзя оставлять без надзора аппарат, присоединенный к электросети. При переносе электроинструмента с одного места на другое необходимо следить за состоянием питающего шнура: не допускать его скручивания, натяжения, не оставлять на подъездных путях и в местах складирования деталей и материалов.

От поражения током необходимо применять средства личной защиты: диэлектрические перчатки, галоши или боты, резиновые коврики, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, защитные очки, указатель напряжения.

Особо опасными помещениями считаются слишком сырые, где потолок, стены и все предметы покрыты влагой; с химически активными парами, разрушающими изоляцию; имеющие два и более признаков помещений с повышенной опасностью, в которых влажность воздуха превышает 75 процентов, с токопроводящими полами (земляные, кирпичные, сырые деревянные), с токопроводящей пылью, которая может оседать на проводах, проникать внутрь электроинструментов и электрооборудования.

По величине напряжения различают электроустановки высокого и низкого напряжения. К установкам высокого напряжения относят электроприборы, где напряжение между любым из проводов и землей может длительно превышать 250 В; к установкам низкого напряжения — электроприборы, где напряжение между любым из проводов и землей ниже 250 В.

Необходимо также знать, что подлежат заземлению корпуса стационарных электродвигателей, каркасы распределительных электрощитков при номинальном напряжении в сети выше 127 В, корпуса переносного электрооборудования, работающего при напряжении свыше 36 В, независимо от частоты электрического тока. Заземляющие проводники должны быть медными, с сечением не менее 1,5 мм². Присоединение заземляющих проводов к корпусам электроприборов осуществляется сваркой или болтовыми соединениями.

ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПРИ НЕСЧАСТНОМ СЛУЧАЕ

Несчастные случаи и травмы часто возникают как результат нарушения правил техники безопасности, следствие непредусмотрительности ответственных за безопасность труда лиц, а также из-за неосторожности, небрежности самих пострадавших. Люди, связанные с работами по художественной обработке металла, соприкасаются с расплавленным металлом, его тепловым излучением, газами, выделяемыми формами при заливке, при слесарно-кузнечных и иных операциях, с электрической энергией работающего оборудования, химическими препаратами и т.д. Во всех этих моментах несоблуже-

ние соответствующих правил техники безопасности может быть причиной несчастного случая: ожоги металлом, тепловой удар, ушибы, отравление угарным газом, засор и ранение глаз, поражение электрическим током и др. При несчастном случае нужно немедленно обращаться в медпункт. До оказания квалифицированной медицинской помощи необходимо оказать пострадавшему первую помощь, приемы которой должен знать каждый работающий в цехе. Для оказания первой помощи на предприятии должна быть аптечка, носилки и все необходимые предметы.

Необходимо знать, что различают открытые и закрытые повреждения. Наиболее часто встречаются закрытые повреждения.

В ы в и х и — смещение концов костей в суставах, чаще всего в плечевом, реже в тазобедренном, локтевом и голеностопном, в результате ушиба. Признаки: сильная боль, неподвижность сустава, изменение его формы. Для облегчения состояния следует обеспечить суставу покой, наложить шину или косынку (на руку).

Р а с т ы ж е н и е и р а з р ы в ы с в я з о к возникают в результате резких и быстрых движений, превышающих физиологическую подвижность сустава. Такие повреждения чаще всего отмечаются в голеностопном, коленном и лучезапястном суставе. Признаки: резкая болезненность при движении, припухлость, при разрыве связок — кровоподтек. Помощь: тугое бинтование, наложение холодного компресса на область сустава, давящей или шинной повязки, обеспечение покоя конечности.

У ш и б ы — это повреждения тканей и органов, при которых не нарушена целостность кожи и костей. Степень повреждения зависит от силы удара, площади поврежденной поверхности и от значения для организма ушибленной

части тела (ушиб пальца, естественно, не столь опасен, как ушиб головы). Признаки: боль, припухлость, кровоподтеки в месте ушиба. Помощь зависит от тяжести повреждения. Ушибленному органу или конечности создается полный покой, придается приподнятое положение, на область повреждения кладется холодный компресс, накладывается тугая давящая повязка, на конечности — шинные повязки, можно дать обезболивающее (анальгин).

Ушиб головы очень опасен из-за развития осложнений, которые выражаются сотрясением головного мозга, ушибом мозга и его сдавливанием. Признаками сотрясения мозга являются потеря сознания, тошнота, рвота, замедление пульса, понижение температуры тела. Пострадавшему создают полный покой, прикладывают к голове холодный предмет. Самое главное — соблюдая все меры предосторожности, как можно скорее доставить пострадавшего в больницу.

При ушибе мозга опасности чаще подвергаются те его отделы, которые подверглись непосредственному воздействию удара, или отделы, противоположные месту воздействия физической силы (противоудару). После травмы нередко развиваются общие признаки повреждения мозга, совпадающие с признаками сотрясения. Иногда повышается температура и кровяное давление. Могут возникнуть параличи, исчезнуть болевая чувствительность кожи и др. Оказание помощи такое же, как и при сотрясении головного мозга.

При ушибе грудной клетки необходим полный покой, полусидячее положение; при резкой боли во время дыхания следует наложить круговую повязку бинтом на выдохе или стянуть ребра полотенцем, простыней. Чтобы повязка не сползла, перед ее наложением надо

через плечо повесить кусок бинта, концы которого потом завязать на другом плече.

При ушибе живота появляются резкая боль, нередко рвота, напрягаются мышцы брюшной стенки. В результате травмы возможны разрывы печени, селезенки, кишок и других внутренних органов. В случае разрыва внутренних органов, необходимо немедленно доставить пострадавшего в больницу. При легких ушибах нужен покой, холодный компресс на живот, воздержание от пищи. Получившим ушибы с кровоподтеками нельзя принимать аспирин как болеутоляющее средство.

Переломы костей — это частичное или полное нарушение целостности кости в результате удара, сжатия, сдавления, перегиба во время падения. При полном переломе отломки кости смешаются, при неполном кость повреждается частично — образуется надлом или трещина. Переломы могут быть закрытыми (без повреждения кожи), открытыми (с нарушением целостности кожи) и осложненными (кровотечение, разможнение окружающих тканей). Признаками перелома являются боль, припухлость, изменение формы и укорочение конечности, появление подвижности в месте повреждения, «хруста» отломков. Осколки, смещаясь, нередко повреждают кровеносные сосуды, нервы и внутренние полости, поэтому ни в коем случае нельзя двигать сломанную ногу или руку. Все надо оставить как есть, но обеспечить поврежденным костям максимальный покой. Остановить кровотечение можно наложив на рану стерильную повязку, чистый носовой платок, полотенце. Затем осторожно наложить шину — из картона, фанеры, доски, палки и т.д. Шину нужно накладывать на одежду, предварительно обложив ее ватой, обмотав бинтом, полотенцем или материей.

После наложения прибинтовать шину или привязать чем-нибудь в трех-четырех местах к телу. Если сломана бедренная или плечевая кость, шиной надо фиксировать одновременно три сустава.

При порезах смачивают рану раствором перекиси водорода и перевязывают чистым бинтом. Промывание ран водой не допускается.

При ссадинах и других поверхностных травмах поврежденное место смазывают 5-процентным раствором йода или 2-процентным раствором бриллиантовой зелени, затем накладывают стерильную повязку. Перед смазыванием раны нужно дать стечь нескольким каплям крови, особенно после проколов. Загрязненную кожу очищают кусочками марли, смоченными в одеколоне, спирте, бензине.

При артериальном кровотечении, которое возникает при повреждении крупных артерий (кровь алая, бьет фонтанчиком), нужно немедленно прижать сосуд одним или несколькими пальцами к кости. На мелкие кровоточащие артерии накладывают давящую повязку, на крупные — жгут или закрутку. Для этого используют резиновые кровоостанавливающие жгуты, резиновые трубки, резиновые полоски, бинт, ремень, пояс, платок, из которых при помощи палки можно сделать закрутку.

Перед наложением жгута конечность нужно приподнять. Кожу выше кровотечения на месте наложения жгута обернуть бинтом, чистым бельем, чтобы ее не повредить. Сделав первый оборот, жгут затягивают так, чтобы остановилось кровотечение. Оба конца наматывают поверх наложенного жгута и фиксируют, но не более чем на два часа, иначе начнется омертвление конечности. При первой возможности жгут снимают. Если нет такой воз-

можности, то его немного отпускают на 1—2 минуты, а начавшееся вновь кровотечение останавливают другими средствами. Затем жгут снова затягивают. Поврежденную конечность обездвиживают.

Термические ожоги. Наиболее часто они возникают вследствие попадания на тело горячей жидкости, пламени или соприкосновения кожи с раскаленными предметами. В зависимости от температуры и длительности ее воздействия образуются ожоги разной степени. Ожоги первой степени затрагивают только поверхностный слой кожи. При этом отмечается болезненность, краснота и припухлость обожженных мест. При ожогах второй степени возникают на обожженном участке сразу или спустя несколько часов пузыри различной величины. Отмечается сильная болезненность поврежденного участка. Ожоги третьей степени распространяются на всю толщину кожи и на более глубокие ткани, причем, поверхностные слои обожженной кожи висят в виде лоскутов, а более глубокие превращаются в буроватую или черную омертвевшую массу.

При воспламенении одежды или волос необходимо накинуть на горящий участок мокрую ткань, покрывало, пальто, мешок, то есть прекратить к огню доступ воздуха. Пламя на одежде можно гасить водой, засыпать песком, тушить своим телом, если перекатываться по земле, можно воспользоваться огнетушителем (хотя пена из него опасна для глаз). Не следует отдираť приставшую к обожженной поверхности одежду, так как при этом разрываються пузыри и усиливается опасность заражения. Необходимо наложить влажную повязку со спиртом, одеколоном. Вместо спирта можно применять водный густо-розовый раствор марганцовокислого калия, без последующего наложения повязки. Образующаяся на

обожженной поверхности корка предупреждает опасность заражения.

Химические ожоги возникают после воздействия на кожу и слизистые оболочки кислот, щелочей и фосфора.

Ожоги кислотами обычно глубокие. Необходимо сбросить пропитанную кислотой одежду, обильно промыть пораженные участки под струей воды, затем обмыть их 2-процентным раствором питьевой соды или мыльной водой, чтобы нейтрализовать кислоту, и наложить сухую повязку.

Ожоги щелочами. Щелочи действуют на ткани медленнее, чем кислоты, но глубже в них проникают. Омертвевшие под действием щелочей ткани влажные, поэтому ожоги щелочами переносятся тяжелее, чем ожоги кислотами. Лечение такое же, как и ожогов кислотами, с той лишь разницей, что щелочи нейтрализуют 2-процентной борной кислотой, растворами лимонной кислоты, столового уксуса.

Ожоги фосфором дают глубокие поражения, в связи с тем, что фосфор легко растворяется в жирах, вызывая кроме признаков ожога (покраснение, отек, омертвление тканей) признаки общего отравления организма. Необходима немедленная нейтрализация фосфора 5-процентным раствором сернокислой меди (медного купороса), затем наложение салфеток, смоченных этим же раствором. На раны нельзя накладывать мазовые повязки.

Ожоги смолой, асфальтом, «варом» и т.п. сопровождаются прилипанием этих веществ к телу, вследствие чего происходит воздействие более длительное и глубокое. При оказании первой помощи в таких случаях нужно смачивать обожженные участки керосином или скипидаром.

Ожоги дыхательных путей — результат попадания в них пламени, раскаленных газов, перегретого пара или вдыхания продуктов горения, дыма. Часто сочетаются с отравлением угарным газом. При этом возникают боли в горле, кашель, изменение голоса, нарушение дыхания. Пострадавшему создают покой, укрывают, согревают, дают теплое питье, при сильных болях можно дать полстакана вина или водки, дают нюхать нашатырный спирт. Если исчезло дыхание, необходимо сделать искусственное дыхание на свежем воздухе.

При засорении глаз, когда попавшее в них инородное тело вызывает боль, рези, слезотечение и покраснение глаза, когда глаза запорошиваются пылью или в них попадают едкие химические вещества (щелочи, кислоты), когда отмечается сильное раздражение, — необходимо как можно быстрее оказать первую помощь. Для удаления инородного тела нужно оттянуть или вывернуть веки, особенно верхнее. Нижнее веко можно легко оттянуть книзу, если надавить на его основание пальцем. Верхнее — выворачивают, оттягивая его за ресницы книзу и вперед, а сверху на его основание надавливают указательным пальцем, стеклянной палочкой или тупым концом карандаша так, чтобы оно перегнулось и вывернулось. Лежащее на слизистой оболочке инородное тело удаляют кончиком чистого носового платка или ткани. В случае запорошения глаз или попадания в них едких веществ, необходимо промывание водой. Инородные тела с роговицы может удалить только врач. В этом случае необходимо наложить на глаз чистую повязку и немедленно отправить пострадавшего в медицинское учреждение.

Поражение электрическим током наступает во время работы с техническими электрическими средствами.

Наиболее частым является поражение в результате прикосновения к проводнику электрического тока. Степень и исход контактной электротравмы зависят от ряда факторов, из которых основными являются сила тока, напряжение, длительность контакта, сопротивление поверхности человеческого тела и др. Второй вид поражений возникает в результате действия пламени электрической дуги. Появляющаяся при этом искра или электрическая дуга с весьма высокой температурой являются причиной тяжелых, главным образом термических ожогов. Электрический ток вызывает общие и местные нарушения в организме: потерю сознания, судороги, остановку сердца и дыхания (мнимую смерть) и ожоги.

Для оказания помощи нужно скорее отключить пострадавшего от проводника или источника электрического тока: выключить рубильник, предохранительные пробки, сбить или отбросить провод сухой палкой, одеждой, бутылкой или перерубить провод топором с деревянным топорищем, предварительно приняв меры самозащиты (надеть резиновые перчатки или галоши, под ноги положить изолирующий материал). После отключения пострадавшего от тока положить его на спину, расстегнуть одежду, создать приток свежего воздуха, немедленно приступить к оживлению: искусственному дыханию и закрытому массажу сердца до полного восстановления функции дыхания и работы сердца. Оживлять следует не менее 2 часов. Затем пострадавшего доставить в ближайшую больницу.

При отравлении угарным газом необходимо вывести пострадавшего на свежий воздух, дать понюхать нашатырный спирт и срочно отправить в медпункт.

При тепловом ударе — уложить пострадавшего в прохладном месте, без сквозняков, расстегнуть одежду, охла-

дить ему тело и голову полотенцем, дать обильное питье, вызвать врача.

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Во избежание пожаров, каждый работник должен соблюдать меры противопожарной безопасности. При выполнении чеканных, кузнечных, литейных, сварочных и других работ основными причинами пожаров могут быть неисправность, перегрузка или неправильное устройство электрических установок, сети или кабеля; неправильное конструктивное решение или неисправность вентиляционных систем; воспламенение и самовозгорание материалов при их неправильном хранении; неосторожное обращение с огнем, нарушение технологического режима в производственных печах, ваннах, сушилках и т.д.; курение в неразрешенных местах и др.

Необходимо строго соблюдать требования противопожарной безопасности, заменять технологические операции менее опасными в пожарном отношении; размещать опасное в пожарном отношении технологическое оборудование в отдельных или изолированных помещениях.

При производстве паяльных, сварочных, чеканных и иных работ применяют огнеопасные жидкости и газы, такие, как бензин, керосин, ацетилен, бутан, пропан и др. Они хранятся на складах, в надземных и подземных хранилищах, размещение и устройство которых производится с учетом противопожарных требований и норм хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и газов. Работая с легковоспламеняющимися жидкостями, нельзя пользоваться оборудованием и инструментами,

способными вызвать искры (электродрели, сварочные аппараты, заточные станки и т.п.), а также курить.

Для предупреждения пожара от короткого замыкания, электрические сети рассчитываются в соответствии с существующими правилами, которые предусматривают выбор необходимого сечения проводов, их изоляцию и защиту предохранительными устройствами в зависимости от нагрузки сети и категории помещения. С целью защиты от механических и химических повреждений, провода прокладывают в резиновых или стальных трубах, имеющих внутри изоляцию.

Необходимо иметь приспособления и средства тушения пожара: огнетушители, ящики с песком, лопаты, багры, брандспойты со шлангами, хранящиеся в специальных шкафах с обеспечением свободного доступа к ним. Важно, чтобы не загромождались проходы и проезды. Кроме того, должна быть электрическая сигнализация для вызова пожарной команды.

При тушении небольших пожаров используют гидропульты для воды, ведра с водой, покрывала и др. При тушении бензина, керосина, нефти применяют сухой песок; при тушении деревянных материалов, ткани, бумаги и др. используют воду. Для тушения пожара в мастерских и цехах предприятия существуют также ручные пенные и кислотные огнетушители.

В завершение этой главы хочется сказать следующее. Перечисленные выше меры очень важны и являются главным условием безопасной работы. Условие же работы творческой — это знание теории, освоение практического опыта и, непременно, новаторское отношение к делу, поиск и упорство.

ЛИТЕРАТУРА

Бурцев А.К., Гуськова Т.В. Драгоценные камни. М.: Примат, 1992.

Все для дома. Домашний мастер. Т. 3. Ростов н/Д: Феникс, 1994.

Ерлашова С.М. Керамика и чеканка Грузии. Л.: Аврора, 1975.

Зотов Б.Н. Художественное литье. М.: Машиностроение, 1982.

Лобанов С.А. Практические советы гальванику. Л.: Машиностроение, 1983.

Лямин И.В. Художественная обработка металлов. М.: Машиностроение, 1988.

Макиенко Н.И. Общий курс слесарного дела. М.: Высшая школа, 1984.

Марченков В.И. Ювелирное дело. М.: Высшая школа, 1975.

Навроцкий А.Г. Кузнечное ремесло. М.: Машиностроение, 1988.

Ухин С.В. Чеканка. Донецк: «Сталкер», 2003.

Ферсман А.Е. Очерки по истории камня. Т. 2. М.: Недра, 1954.

Флеров В.А. Материаловедение и технология художественной обработки металлов. М.: Высшая школа, 1991.

Шнейдер Г.А. Основы художественной обработки металлов. Мн.: Высшая школа, 1991.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Часть I. МАТЕРИАЛЫ	7
Глава 1. МЕТАЛЛЫ, СПЛАВЫ И ИХ СВОЙСТВА ..	7
1.1. Внутреннее строение чистых металлов и сплавов	14
1.2. Способы исследования структуры сплавов	16
Глава 2. ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ	18
2.1. Железо	21
2.2. Чугун	23
2.3. Сталь	27
Глава 3. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ	35
3.1. Отжиг, нормализация, закалка, отпуск	35
3.2. Химико-термическая обработка металлов	40
3.3. Коррозия художественных изделий из металла	43
3.4. Методы защиты от коррозии	46

Глава 4. МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ	50
4.1. Цветные металлы и их сплавы	50
<i>Медь и ее сплавы</i>	50
<i>Никель и его сплавы</i>	58
4.2. Драгоценные металлы и их сплавы. Добыча драгоценных металлов	70
<i>Золото</i>	70
<i>Серебро</i>	74
<i>Платина</i>	75
4.3. Пробы. Клеймение ювелирных изделий из драгоценных металлов	80
4.4. Химические материалы для художественной обработки металлов	84
Глава 5. ДРАГОЦЕННЫЕ И ПОДЕЛОЧНЫЕ КАМНИ И ИХ СВОЙСТВА	90
5.1. Драгоценные камни	96
5.2. Полудрагоценные камни	106
5.3. Поделочные камни	113
<i>Поделочные камни средней твердости</i>	120
<i>Мягкие поделочные камни</i>	122
5.4. Драгоценные камни органического происхождения	122
5.5. Синтетические ювелирные камни	126
5.6. Закрепление камней в изделиях	129
Часть II. ПРОИЗВОДСТВО ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ	131

Глава 6. СПОСОБЫ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ	131
6.1. Особенности производства и классификация художественных изделий	132
6.2. Художественное литье	136
Глава 7. МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ РУЧНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ	149
7.1. Слесарно-кузнечные работы	149
7.2. Рубка металла	159
7.3. Опиливание металла	170
7.4. Сверление	190
7.5. Правка и рихтовка металла	199
7.6. Гибка металла	202
Глава 8. ХУДОЖЕСТВЕННАЯ КОВКА	204
8.1. Оборудование и инструмент дляковки	210
<i>Изготовление инструмента</i>	222
8.2. Основные приемы ручной свободнойковки	223
8.3. Сборка и виды защиты кованых изделий	239
Глава 9. ДЕКОРИРОВАНИЕ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ. ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ЧЕКАНКА	244
9.1. Материалы и инструменты для чеканных работ	248
9.2. Дополнительное оснащение для чеканных работ	256
9.3. Технология чеканки	258
9.4. Чеканка оброна	264
9.5. Чеканка объемных форм	268

9.6. Диффовочные и граверные работы	270
9.7. Басма	274

**Глава 10. ХУДОЖЕСТВЕННОЕ
ГРАВИРОВАНИЕ 278**

10.1. Плоскостное гравирование	279
10.2. Обронное гравирование	286
10.3. Гравюра. Офорт	291

**Глава 11. ФИЛИГРАНЬ, ЭМАЛИРОВАНИЕ,
ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ЧЕРНЕНИЕ 298**

11.1. Филигранные работы: технология, материалы	301
11.2. Эмалирование	313
11.3. Художественное чернение	321
11.4. Художественное травление металлов	325
11.5. Насечка и наводка	329

**Глава 12. ХИМИЧЕСКИЕ И ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ
(ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ) СПОСОБЫ
ОТДЕЛКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ МЕТАЛЛА ... 334**

**Глава 13. ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ
ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ
ИЗ МЕТАЛЛА 350**

**Глава 14. МЕХАНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ
ОТДЕЛКИ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ
И ЮВЕЛИРНЫХ ИЗДЕЛИЙ
ИЗ МЕТАЛЛА 354**

14.1. Материалы и инструменты для шлифования и полирования художественных изделий	362

Глава 15. СОЗДАНИЕ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ 368

15.1. Пайка	368
15.2. Клепка	381
15.3. Сварка	388
15.4. Склеивание	396

Глава 16. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СКУЛЬПТУРЫ МАЛЫХ ФОРМ 400

Часть III. **ОХРАНА ТРУДА. ПЕРВАЯ ПОМОЩЬ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ТРАВМАХ** 405

Глава 17. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ..... 405

Требования к производственным помещениям, учебным мастерским, оборудованию и инструменту	407

Безопасность труда при работе на заточных и шлифовально-полировальных станках	409

Безопасность труда при производстве слесарных и кузнечных работ	410

Техника безопасности и промышленная санитария при литейных работах	413
Безопасность труда при чеканно-дифовочных и ювелирных работах	416
Безопасность труда при пайке и работе с паяльными лампами	419
Техника безопасности при работе с электроприборами	421
Оказание первой помощи при несчастном случае	424
Противопожарные мероприятия	433

ЛИТЕРАТУРА	435

Илья Валерьевич Мельников

Художественная обработка металлов

Ответственный редактор *Е. В. Бузаева*

Технический редактор *А. М. Спивак*

Корректор *Л. Акентьева*

Верстка *А. Орленко*

Художник *Ю. Ханукаева*

Лицензия ЛР № 065194 от 2 июня 1997 г.

Подписано в печать 27.01.2005 г.

Формат 84х108¹/₃₂. Бумага тип № 2.

Гарнитура «NewtonС». Печать офсетная.

Тираж 5000 экз. Заказ № 2513.

Издательство «ФЕНИКС»

344082, г. Ростов н/Д, пер. Халтуринский, 80



Торговый Дом
ЕНИКС

ПРЕДЛАГАЕТ:

- ♦ Около 100 новых книг каждый месяц.
- ♦ Более 3000 наименований книжной продукции собственного производства.
- ♦ Более 1500 наименований обменной книжной продукции от лучших издательства России.

ОСУЩЕСТВЛЯЕМ:

- ♦ Оптовую и розничную торговлю книжной продукцией.

ГАРАНТИРУЕМ:

- ♦ Своевременную доставку книг в любую точку страны, ЗА СЧЕТ ИЗДАТЕЛЬСТВА, автотранспортом и ж/д контейнерами.
- ♦ МНОГОУРОВНЕВЮ систему скидок.
- ♦ РЕАЛЬНЫЕ ЦЕНЫ.
- ♦ Надежный ДОХОД от реализации книг нашего издательства.

.....
НАШ АДРЕС:

344082, г. Ростов-на-Дону, пер. Халтуринский, 80.
Тел.: (863) 261-89-50; www.phoenixrostov.ru

.....

ОТДЕЛ ОПТОВЫХ ПРОДАЖ:

Тел.: (863) 261-89-53, 261-89-54, 261-89-55, 261-89-56, 261-89-57, факс. 261-89-58

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА:

Костенко Людмила Константиновна

Тел.: (863) 261-89-52; e-mail: torg@phoenixrostov.ru

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ФЕНИКС»
В Г. РОСТОВЕ-НА-ДОНУ В ФИРМЕННЫХ МАГАЗИНАХ:

1. пер. Согласия, 3 тел. 8 (863) 2-999-339
 2. пер. Соборный, 17 тел. 8 (863) 2-624-707
 3. ул. Большая Садовая, 70 тел. 8 (863) 2-620-673
 4. ул. Немировича-Данченко, 78, тел. 8 (863) 2-446-934
 5. ул. Пушкинская, 245/61, тел. 8 (863) 2-665-832
- e-mail: fenix21@inbox.ru



**Приглашаем
к сотрудничеству
АВТОРОВ
для издания:**

- ♦ учебников для ПТУ, ССУЗов и ВУЗов;
- ♦ научной и научно-популярной литературы по МЕДИЦИНЕ и ВЕТЕРИНАРИИ, ЮРИСПРУДЕНЦИИ и ЭКОНОМИКЕ, СОЦИАЛЬНЫМ и ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ;
- ♦ литературы по ПРОГРАММИРОВАНИЮ и ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ;
- ♦ ПРИКЛАДНОЙ и ТЕХНИЧЕСКОЙ литературы;
- ♦ литературы ПО СПОРТУ и БОЕВЫМ ИСКУССТВАМ;
- ♦ ДЕТСКОЙ и ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ литературы;
- ♦ литературы по КУЛИНАРИИ и РУКОДЕЛИЮ.

ВЫСОКИЕ ГОНОРАРЫ !!!

ВСЕ финансовые ЗАТРАТЫ БЕРЕМ НА СЕБЯ !!!

При принятии рукописи в производство **ВЫПЛАЧИВАЕМ**
гонорар **НА 10% ВЫШЕ ЛЮБОГО РОССИЙСКОГО**
ИЗДАТЕЛЬСТВА!!!

Рукописи не рецензируются и не возвращаются!

НАШ АДРЕС:

344082, г. Ростов-на-Дону, пер. Халтуринский, 80.
Тел.: (863) 261-89-50; www.phoenixrostov.ru

Редакционно-издательские отделы:

Бузаева Елена Викторовна (руководитель отдела)
Тел. (863) 261-89-77; E-mail: buzaeva@phoenixrostov.ru

Осташов Сергей Александрович (руководитель отдела)
Тел.: (863) 261-89-75; E-mail: ostashov@phoenixrostov.ru

Морозова Оксана Вячеславовна (руководитель отдела)
Тел.: (863) 261-89-76; E-mail: morozova@phoenixrostov.ru

Баранчикова Елена Валентиновна (руководитель отдела)
Тел.: (863) 261-89-78; E-mail: baranchikova@phoenixrostov.ru

Глебов Евгений Иванович (руководитель отдела)
Тел.: (8612) 74-31-39; E-mail: academpres@tsrv.ru

**В Москве книги
издательства
«ФЕНИКС»
можно купить:**



Торговый Дом

еникс

Для книготорговых организаций

*В региональном представительстве, расположенном
по адресу:*

1. ул. Космонавта Волкова, д. 25/2, 1-этаж, м. «Войковская»
Тел.: (095) 156-0568, тел. /факс 450-0835;
E-mail: fenix-m@ultranet.ru
Директор — *Мусеенко Сергей Николаевич*
2. ул. Мартеновская, 9/13, район метро «Новогиреево»
Тел.: 305-67-57, 517-32-95; E-mail: mosfen@bk.ru
Директор — *Мячин Виталий Васильевич*
3. В Издательском Торговом Доме «КноРус» ул. Б. Переяслав-
ская, 46, М «Рижская», «Проспект мира». Т/ф: (095) 280-02-07,
280-72-54, 280-91-06, E-mail: office@knorus.ru

В крупнейших магазинах:

- ТД «Библио-Глобус»**
ул. Мясницкая, 6 (тел. 925-24-57)
- ТД «Москва»**
ул. Тверская, 8 (тел. 229-66-43)
- «Московский Дом книги»**
ул. Новый Арбат, 8 (тел. 291-78-32)
- «Молодая гвардия»**
ул. Большая Полянка, 28 (тел. 238-11-44)
- «Дом педагогической книги»**
Большая Дмитровка, 7/5, строение 1 (тел. 229-68-32)
- «Медицинская книга»**
Комсомольский проспект, 25 (тел. 245-39-33)



Торговый Дом

еникс

**В Санкт-Петербурге книги издательства
«Феникс» можно купить:**

В РЕГИОНАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО

198096, г. Санкт-Петербург,
ул. Кронштадская, д. 11, к.17
Тел.: (812) 183-24-56

Директор: Нарзиева Анжела Рустамовна

E-mail: anjeln@yandex.ru

Региональный менеджер: Завьялов Антон

Представительство осуществляет доставку грузов
автотранспортом и почтово-багажными вагонами,
транспортные расходы делятся 50/50.

.....

Книги издательства «Феникс» в Украине

ООО «Кредо»

г. Донецк, пр. Ватутина, 2 (офис 401)

тел. +38062-3456308, 3396085

e-mail: moiseenko@skif.net

г. Запорожье, ул. Глиссерная, 22, комната 19

тел.+380612-134951, 145819

e-mail: yega@comint.net

г. Киев, ул. Вербовая, 17 (СПД Шкаран)

тел. +38050-9084576

e-mail: kredok@i.com.ua



ДЛЯ ЗАПИСЕЙ

