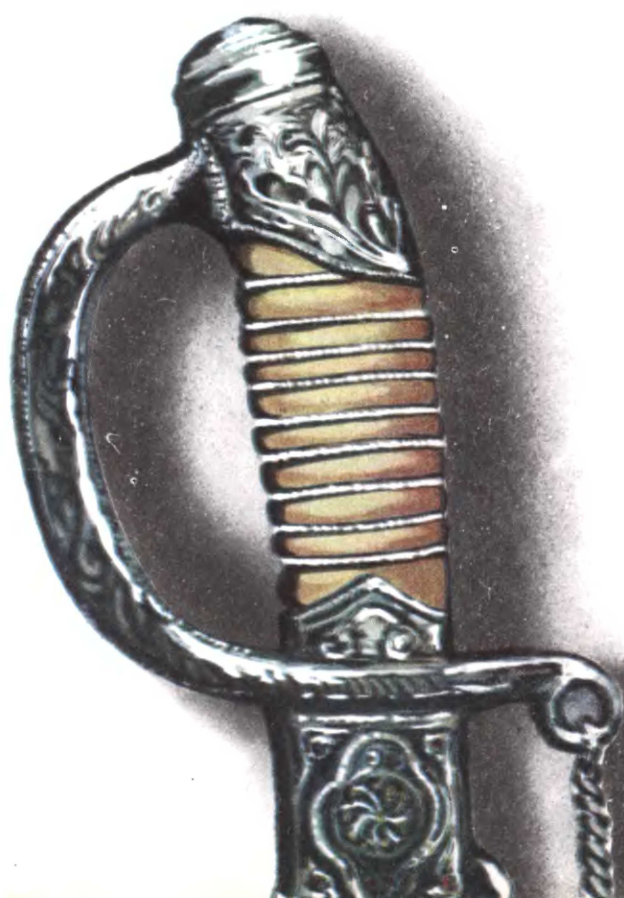


Г.А. Шнейдер

**ОСНОВЫ
ХУДОЖЕСТВЕННОЙ
ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА**







ЧАСТЬ I

МАТЕРИАЛЫ

Первая часть посвящена вопросам материаловедения (физические, химические и технологические свойства черных, цветных, драгоценных металлов и их сплавов); даны общие сведения о кислотах, основаниях, видах солей, способах их образования и применения

ЧАСТЬ II

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ

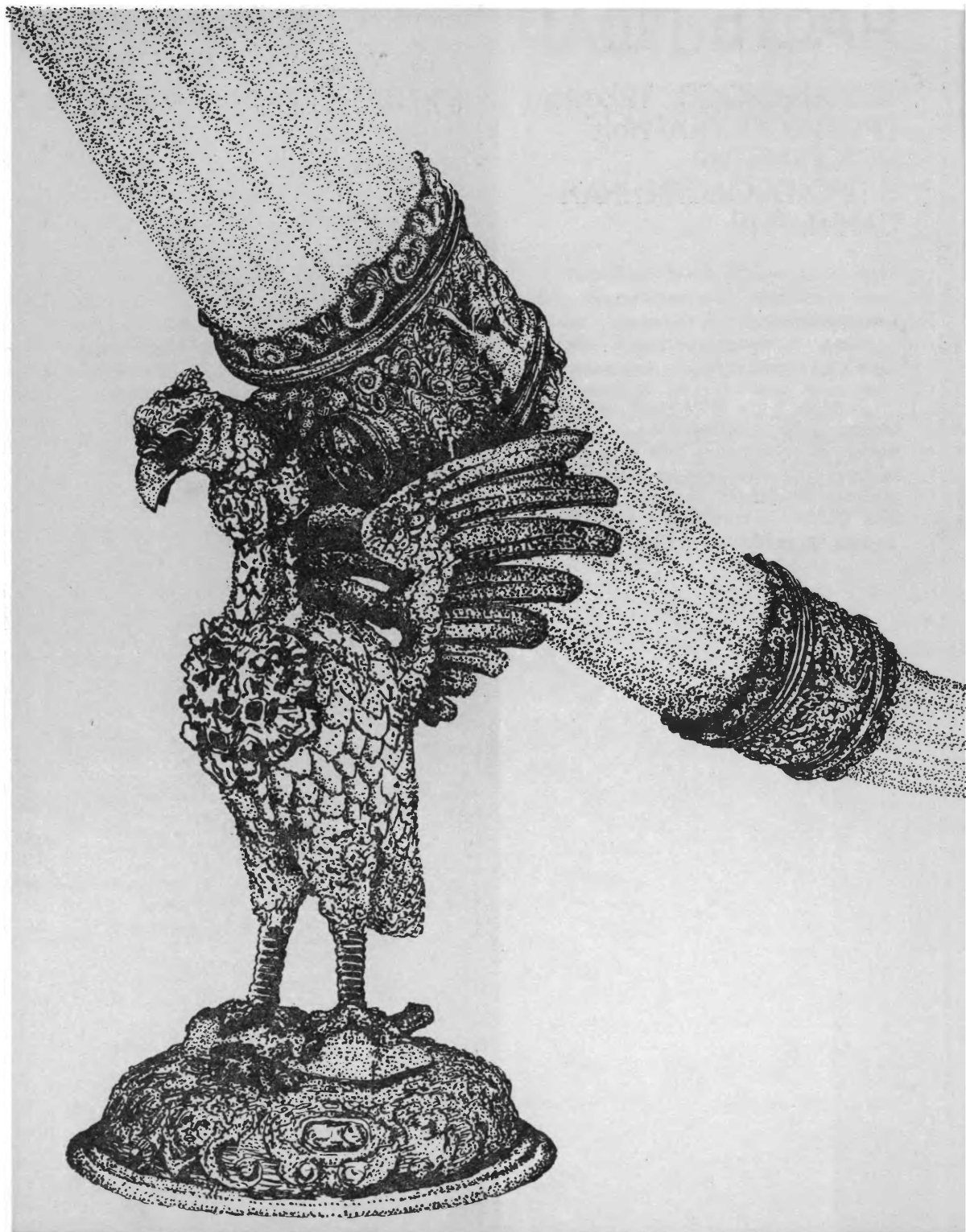
Во второй части рассмотрены методы художественной обработки металлов: операции и технологические приемы кузнечно-слесарных работ; оборудование и инструменты при художественной ковке; технология чеканно-дифовочных и граверных работ; способы отделки ювелирных изделий методом травления; технология соединения отдельных деталей художественных изделий (пайка, сварка, клепка, склеивание)

ЧАСТЬ III

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА,
ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ
МЕРОПРИЯТИЯ
И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ
САНИТАРИЯ

Третья часть затрагивает вопросы охраны труда в соответствии с «Положением об организации работы по охране труда в профессионально-технических учебных заведениях системы Госпрофобра СССР», согласованным с Отделом охраны труда ВЦСПС 15 июня 1982 года

ОСНОВЫ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА



Г.А. Шнейдер

ОСНОВЫ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА

Одобрено Ученым советом Государственного комитета СССР по профессионально-техническому образованию в качестве учебного пособия для средних профессионально-технических училищ

МИНСК
«ВЫШЭЙШАЯ ШКОЛА»
1986

ББК 85.12я72
Ш 76
УДК 739.1(075.32)

Рецензенты: *Н. А. Кравцов*, зав. учеб. отд. Московского высшего художественно-промышленного уч-ща; *С. М. Ларченко*, преп. Минского театрально-художественного ин-та.

Ш $\frac{4904000000-179}{М304(05) - 86}$ 100—86

© Издательство
«Высшая школа», 1986.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В постановлении Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР от 11 мая 1984 года «О дальнейшем развитии системы профессионально-технического образования и повышении ее роли в подготовке квалифицированных рабочих кадров» говорится: «...в соответствии с Основными направлениями реформы общеобразовательной и профессиональной школы обеспечить дальнейшее развитие и совершенствование системы профессионально-технического образования как основной формы планомерной подготовки квалифицированных рабочих кадров, повышать ее роль в осуществлении перехода к всеобщему профессиональному обучению молодежи».

Главной задачей профессионально-технических училищ является повышение уровня профессиональной подготовки учащихся, и прежде всего их производственного обучения; прочное овладение учащимися практическими навыками и умениями эффективно использовать новую технику и технологию, опытом новаторов производства; выработка у них современного экономического мышления, высокого профессионального мастерства, творческого отношения к труду.

Уровень производства требует от молодого рабочего не только постоянного пополнения и углубления своих знаний, овладения последними достижениями науки и техники, но и активного отношения к производственному процессу. Воспитание этих качеств должно осуществляться как при изучении теоретического курса, так и на уроках производственного обучения.

Цель данного пособия — способствовать организации эффективного обучения и воспитания учащихся профтехучилищ. Пособие написано в соответствии с учебным планом и программами для подготовки в профессионально-технических училищах квалифицированных рабочих со средним образованием по профессии чеканщик художественных и ювелирных изделий. Рассмотрены вопросы теории и практики художественной обработки металлов, правила безопасности труда на производстве, противопожарных мероприятий и производственной санитарии при выполнении всех видов работ в учебной мастерской и на предприятии.

Учебное пособие состоит из трех частей. Первая посвящена вопросам материаловедения (физические, химические и технологические свойства черных, цветных, драгоценных металлов и их сплавов); в этой части даны общие сведения о кислотах, основаниях, видах солей, способах их образования и применения.

Во второй части рассмотрены методы художественной обработки металлов: операции и технические приемы кузнечно-слесарных работ; оборудование и инстру-

менты при художественной ковке; технология чеканно-диффовочных и граверных работ; изготовление инструмента и приспособлений для производства вышеуказанных работ; способы отделки ювелирных изделий методом травления; технология соединения отдельных деталей художественных изделий (пайка, сварка, клепка, склеивание); методы технологии отделочных операций (механические, химические, электрохимические); примеры изготовления художественных изделий по основным видам чеканно-диффовочных работ.

Третья часть затрагивает вопросы охраны труда в соответствии с «Положением об организации работы по охране труда в профессионально-технических учебных заведениях системы Госпрофобра СССР», согласованном с Отделом охраны труда ВЦСПС 15 июня 1982 г.

Учебное пособие предназначается будущим мастерам-чеканщикам художественных и ювелирных изделий, может быть полезно для профессиональных и самодеятельных художников, работающих в области декоративно-прикладного искусства, мастеров народных промыслов, реставраторов.

А в т о р

ЧАСТЬ I

МАТЕРИАЛЫ

Глава 1. Металлы и сплавы

- 1.1. Общие сведения о металлах и сплавах
- 1.2. Внутреннее строение чистых металлов и сплавов
- 1.3. Методы исследования структуры сплавов

Глава 2. Черные металлы

- 2.1. Железо
- 2.2. Чугун. Классификация и маркировка
- 2.3. Сталь. Классификация и маркировка
- 2.4. Коррозия металлов

Глава 3. Термическая обработка стали и чугуна

- 3.1. Отжиг, нормализация, закалка и отпуск стали
- 3.2. Виды химико-термической обработки стали. Термическая обработка чугуна

Глава 4. Цветные и драгоценные металлы и их сплавы. Пробирование

- 4.1. Цветные металлы и их сплавы
- 4.2. Драгоценные металлы
- 4.3. Добыча и получение драгоценных металлов
- 4.4. Сплавы драгоценных металлов
- 4.5. Пробы. Определение проб

Глава 5. Кислоты, основания, соли

- 5.1. Общие сведения о кислотах
- 5.2. Общие сведения об основаниях
- 5.3. Виды солей и способы их образования
- 5.4. Безопасность труда при работе с химическими веществами



ГЛАВА 1. МЕТАЛЛЫ И СПЛАВЫ

1.1. Общие сведения о металлах и сплавах

В производстве чеканных и ювелирных изделий применяют металлы и их сплавы, а также ряд других вспомогательных материалов. Для изготовления качественных высокохудожественных изделий необходимо знать их основные свойства: физические, механические, технологические и химические. К физическим свойствам относят плотность, температуру плавления, цвет и блеск, непрозрачность, теплопровод-

Табл. 1.1. Плотность металлов и сплавов, применяемых для производства художественных изделий

Металлы и сплавы	Плотность, кг/м ³	Металлы и сплавы	Плотность, кг/м ³
Магний	1740	Мельхиор	8900
Алюминий	2700	Никель	9900
Титан	4500	Медь	8940
Сурьма	6700	Серебро	10 500
Хром	7100	Свинец	11 340
Цинк	7140	Палладий	11 400
Олово	7290	Рутений	12 300
Марганец	7440	Родий	12 440
Железо	7870	Ртуть	13 560
Нейзильбер	8400	Золото	19 320
Латунь	8500	Платина	21 500
Бронза	8600	Иридий	22 410
Кадмий	8640	Осмий	22 500
Кобальт	8700		

Табл. 1.2. Температура плавления некоторых металлов

Металлы и сплавы	Температура плавления, К	Металлы и сплавы	Температура плавления, К
Олово	505	Медь	1356
Кадмий	594	Мельхиор	1443
Свинец	600	Никель	1725
Цинк	692	Железо	1812
Магний	924	Палладий	1827
Алюминий	931	Хром	1888
Серебро	1233,5	Платина	2046,5
Латунь	1173—1318	Родий	2239
Нейзильбер	1323	Рутений	2643
Бронза	1283—1413	Иридий	2727
Золото	1336	Осмий	2973

ность и электропроводность, тепловое расширение. По плотности металлы разделяют на легкие (до 3000 кг/м³) и тяжелые (от 6000 кг/м³ и выше), табл. 1.1; по температуре плавления — на легкоплавкие (до 973 К) и тугоплавкие (выше 1173 К), табл. 1.2.

Цвет и блеск очень важны, они определяют художественно-эстетические достоинства металла как материала для изготовления изделия. Большинство из металлов имеют однообразный серовато-белый цвет. Только два из них имеют свой, присущий им цвет — золото (насыщенный желтый) и медь (оранжево-красный). При наличии этих металлов в сплавах последние приобретают желтые и красные оттенки (табл. 1.3).

Механические свойства характеризуются прочностью, упругостью, пластичностью, твердостью и выносливостью. 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

Табл. 1.3. Цвета наиболее употребляемых в художественной промышленности металлов и сплавов

Металлы и сплавы	Цвет	Металлы и сплавы	Цвет
Чистое золото	Желтый	Чистое серебро	Белый
Низкопробное золото	Желто-красный	Низкопробное серебро	Серо-белый
Сплав золота с серебром	Желто-зеленый	Никель	Теплый серый
Медь	Красный	Хром	Холодный серый
Томпак	Красно-желтый	Алюминий	Тусклый серый
Латунь	Желто-зеленый	Литейный чугун	Серовато-черный
Бронза	Желто-красный		

действием внешних сил изменять, не разрушаясь, свою форму и размеры и сохранять остаточные (пластические) деформации после устранения этих сил. Высокой пластичностью обладают золото, серебро, платина и их сплавы, менее пластичны медь, алюминий, свинец. Это свойство металлов имеет первостепенное значение в давальном и штамповочном производстве, при чеканке, дифовке, прокатке и волочении.

Твердость — свойство металлов сопротивляться проникновению в них другого тела под действием внешней нагрузки. Это свойство необходимо знать при выборе режущих инструментов для обработки металлов резанием. Испытания металлов на твердость проводят на стационарных твердомерах (рис. 1.1, 1.2). Испытание по методу Бринелля заключается в следующем: в испытываемый металл при помощи специального пресса вдавливают под определенной нагрузкой закаленный шарик (диаметр 2,5; 5 или 10 мм) и выдерживают в течение 30 с. Число твердости, которое обозначается буквами НВ, — это отношение нагрузки к площади поверхности отпечатка.

На приборе Роквелла в испытываемый металл вдавливают алмазный конус или стальной шарик. За критерий оценки твердости принимают глубину отпечатка. Число твердости в зависимости от нагрузки обозначают НРС или НРА; при испытании алмазным конусом — НРВ.

Выносливость — способность металлов сопротивляться действию повторных (циклических) нагрузок.

Температурные условия значительно влияют на механические свойства металлов; при нагревании их прочность

понижается, а пластичность увеличивается; при охлаждении некоторые металлы становятся хрупкими. Например, хладноломкими являются сталь некоторых марок, цинк и его сплавы; нехладноломкими — медь, алюминий.

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

Ковкость — способность металлов подвергаться ковке и другим видам обработки давлением (прокатке, волочению, прессованию, штампованию). Металлы могут коваться в холодном состоянии (медь, золото, серебро и др.) и в горячем — сталь. Это свойство широко используется при художественной ковке изделий из малоуглеродистой стали, чеканке по листу, дифовке.

Жидкотекучесть — способность расплавленного металла заполнять литейную форму. Высокой жидкотекучестью обладают цинк и его сплавы, чугун, бронза, олово, силумин (сплав алюминия с кремнием), некоторые магниевые сплавы и латунь; низкой — чистое серебро, красная медь, сталь.

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 образовывать сварное соединение путем местного нагрева и расплавления свариваемых кромок изделия. Хорошо

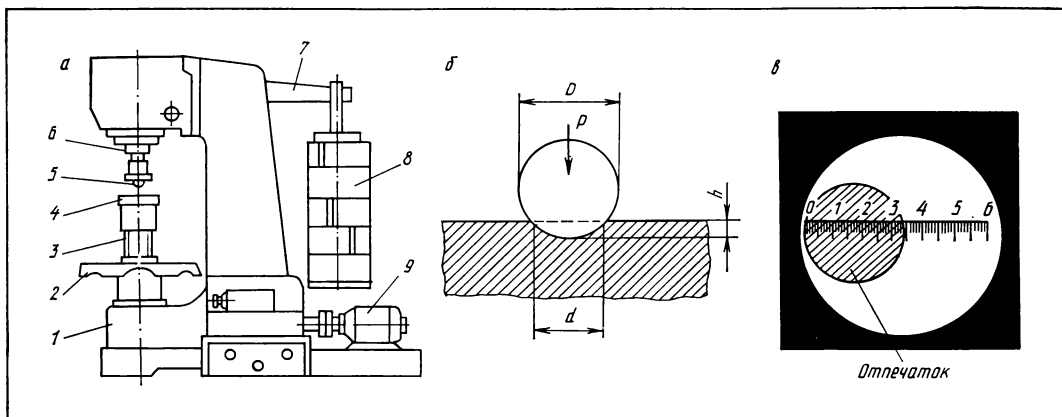


Рис. 1.1. Устройство твердомера (пресс Бринелля):

a — схема прибора: 1 — станина; 2 — маховичок; 3 — подъемный винт; 4 — опорный столик; 5 — шарик; 6 — шпindel; 7 — рычаг; 8 — сменные чугунные грузы; 9 — электродвигатель; *б* — вдавливание шарика в испытуемый материал; *в* — измерение диаметра отпечатка лупой с делениями

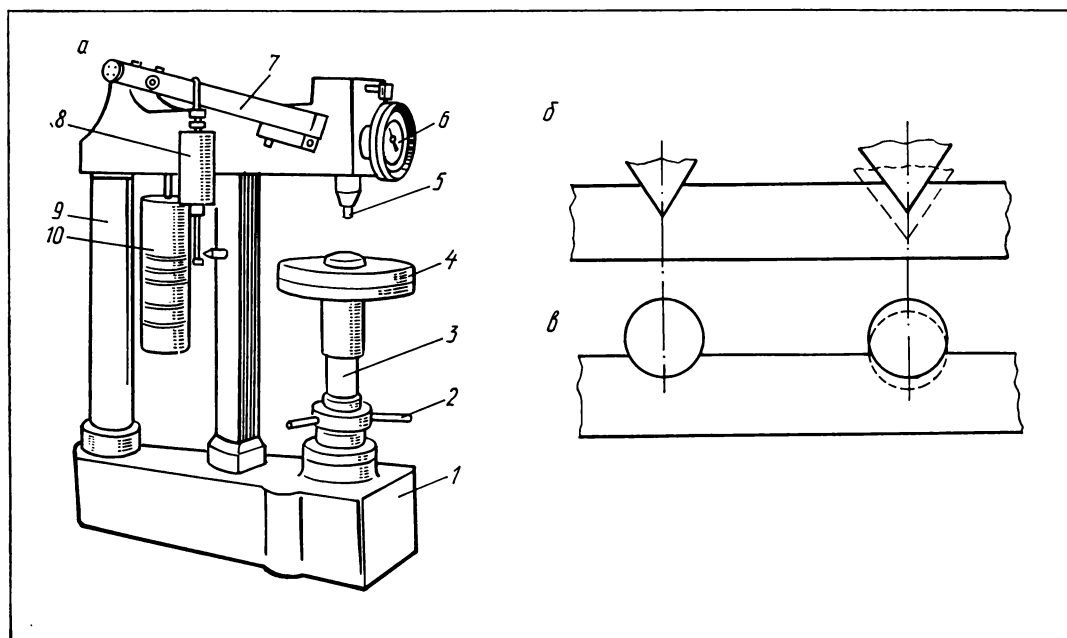


Рис. 1.2. Устройство твердомера (испытание по методу Роквелла):

a — схема прибора: 1 — станина; 2 — гайка; 3 — винт подъемного стола; 4 — сменный стол; 5 — шарик или алмазный конус; 6 — индикатор для отсчета чисел твердости; 7 — грузовой рычаг; 8 — амортизатор; 9 — стойка; 10 — грузы; *б* — вдавливание алмазного конуса; *в* — вдавливание стального шарика

поддается сварке малоуглеродистая сталь; плохо — чугун и высокоуглеродистые легированные стали.

Спекание — свойство, в результате которого образуется металлокерамика. Способ спекания применяется в производстве особо твердых стойких сплавов (например, победита, который идет на изготовление режущих инструментов).

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

Важнейшими химическими свойствами металлов и их сплавов, применяемых для производства художественных изделий, являются следующие: взаимодействие с кислотами и щелочами (растворение), антикоррозионная стойкость (окисление), т. е. стойкость к воздействию окружающей среды (газов, воды и т. д.).

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

Окисление — способность металлов соединяться с кислородом и образовывать окислы металлов. Почти все металлы и сплавы покрыты тонкой оксидной (окисной) пленкой, представляющей собой тончайший слой, состоящий из окислов. Магний и алюминий окисляются особенно быстро, бронза и латунь — медленнее, а изделия из золота и платины не окисляются совсем. При нагревании металла окисление усиливается и на поверхности появляется толстая пленка окислов, называемая окалиной. Чем больше доступ воз-

духа и выше нагрев, тем толще слой образующейся окислы.

В отдельных случаях это свойство металлов бывает полезным, так как защищает металл от дальнейшего окисления в глубину и носит название защитной пленки (окисная пленка на алюминии). Но эта пленка создает трудности при пайке и сварке алюминия ввиду своей тугоплавкости.

Благодаря знанию физических, механических, химических и технологических свойств металлов и сплавов многие дефекты, возникающие при обработке металлов, могут быть предупреждены.

Все металлы и сплавы делят на черные и цветные. К черным относятся железо и сплавы на его основе — чугуны и стали; к цветным — все остальные. В группу цветных входят и благородные (драгоценные) металлы — основной материал для изготовления ювелирных изделий.

На долю черных металлов и их сплавов приходится около 95% производимой в мире металлопродукции. В лабораториях нашей страны постоянно ведется работа по созданию новых сплавов с заранее заданными свойствами.

1.2. Внутреннее строение чистых металлов и сплавов

Металлы и их сплавы в твердом состоянии имеют кристаллическое строение. Атомы их располагаются в пространстве в строго определенном порядке, образуя пространственную или кристаллическую решетку. Наименьший комплекс атомов, который при многократном повторении в пространстве воспроизводит решетку, называется *элементарной кристаллической ячейкой*.

Атомы металлических кристаллов состоят из кристаллических ячеек трех типов: кубической объемно-центрированной, кубической гранецентрированной и гексагональной (рис. 1.3).

Железо при температуре ниже 910 °С и интервале 1400—1539 °С, титан при 885—1720 °С, вольфрам, ванадий, хром, калий, натрий и некоторые другие металлы имеют кубическую объемно-

центрированную решетку (рис. 1.3, а); железо при 910—1400 °С, медь, золото, платина, палладий, серебро, алюминий, свинец, никель, кальций и некоторые другие металлы — кубическую гранецентрированную (рис. 1.3, б); цинк, магний, бериллий, кадмий и некоторые другие металлы — гексагональную решетку (рис. 1.3, в).

Так как в кристаллической решетке атомы расположены правильно, то их число в элементарной кристаллической ячейке в разных направлениях будет неодинаково. Поэтому многие свойства кристаллов (например, механические, химические, магнитные) в указанных направлениях также различны. Это свойство называется анизотропией.

Кристаллическое строение металлы приобретают при переходе из жидкого состояния в твердое. Происходит процесс *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 мешает росту других, в результате чего их правильная форма нарушается.

Железо, олово, марганец, титан и другие металлы 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.

Перекристаллизация повторяется каждый раз при медленном нагреве и охлаждении металла до критической точки. Процесс называется *аллотропией* металла. Например, чистое железо при затвердевании (1539 °С) образует железо с кристаллической решеткой объемно-центрированного куба, которая сохраняется до температуры 1401 °С. Дальнейшее охлаждение приводит к образованию железа с кристаллической решеткой гранецентрированного куба. При температуре 910 °С происходит следующее аллотропическое превращение. Ниже этой критической точки же-

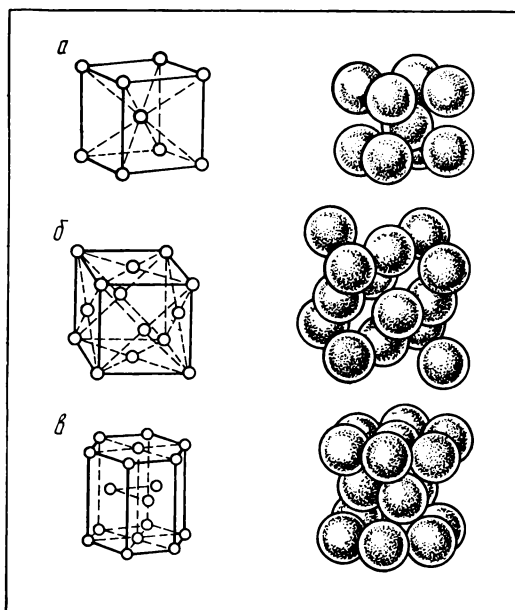


Рис. 1.3. Элементарные кристаллические ячейки:

а — объемно-центрированная;
б — гранецентрированная; в — гексагональная

лезо имеет кристаллическую решетку объемно-центрированного куба.

1.3. Методы исследования структуры сплавов

Кристаллическое строение металлов изучается различными методами: методом изучения внутреннего строения кристаллов и их внешних форм. Внутреннее строение кристаллов — 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 (см. § 1.2).

Размеры, форму и взаимное расположение кристаллов в металлах и сплавах исследуют металлографическим методом. Наиболее полную оценку структуры металла дает микроскопический анализ его шлифа (рис. 1.4). Из испытуемого металла вырезают образец, плоскость шлифуют, полируют и протравливают специаль-

ным раствором. В результате выявляется структура образца, которую рассматривают или фотографируют с помощью металлографического микроскопа (рис. 2.1).

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

Существует и более простой макроскопический метод изучения структуры сплава невооруженным глазом или при помощи лупы (увеличение в 5—10 раз), по излому. Металлы имеют зернистый (кристаллический) излом. По размерам зерен на поверхности излома можно судить об особенностях выплавки и литья, термообработке, качестве сварки.

ГЛАВА 2. ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ

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 °С намагничивается, а при дальнейшем нагревании теряет ферромагнитные свойства. В сухой среде почти не окисляется, но при наличии в воздухе влаги и кислорода покрывается коричневым слоем ржавчины, состоящим из водосодержащего окисла железа ($\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot 2\text{Fe}_2\text{O}_3$). Структура

этого слоя пористая, и процесс коррозии продолжается до тех пор, пока весь металл не превратится в ржавчину. Коррозия (при наличии кислорода) происходит и в воде. Если железо подогреть до температуры свыше 650 °С, на его поверхности образуется хрупкий черный слой окалина (Fe_3O_4).

Растворяется в соляной кислоте (хлорид FeCl_2), а в концентрированных серной и азотной кислотах покрывается защитным слоем, который предохраняет железо от дальнейшего разъедания.

Как художественный материал железо использовалось уже в глубокой древности (Египет: подставка для головы, гробница Тутанхамона, 14 в. до н. э.; Индия: железная колонна в Дели).

В ювелирном деле оно почти не находит применения. Причина тому — легкая окисляемость и высокая температура плавления.

Железо и его сплавы — сталь, чугун, относящиеся к черным металлам, занимают первое место по производству и использованию в современной металлургии. Различают чугун и сталь по процентному содержанию углерода в железоуглеродистых сплавах.

2.2. Чугун. Классификация и маркировка

Чугун — сплав железа с углеродом (более 2%, обычно 3,0—4,5%), некоторым количеством марганца (2,5—4,5%), кремния (до 4,5%), серы (не более 0,08%), фосфора (до 1,8%), а иногда и других элементов.

Чугун является первичным продуктом переработки железных руд путем их плавки в доменных печах.

Углерод в чугуне может находиться в химически связанном состоянии в виде цементита или в структурно свободном состоянии в виде графита. При содержании в чугуне 3,0—4,5% углерода повышается его твердость и прочность, но уменьшается пластичность и снижается температура плавления. Повышение содержания кремния от 0,3 до 2,5% благоприятствует графитизации и улучшению литейных свойств чугуна. Присутствие 0,5—6% марганца способствует образованию карбида железа, повышению твердости и прочности чугуна.

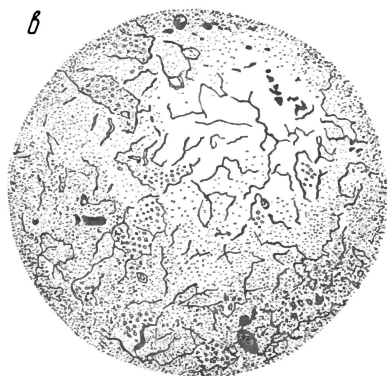
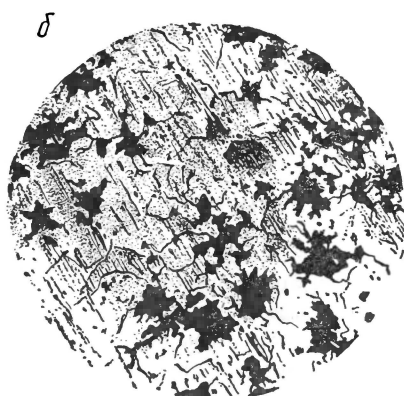
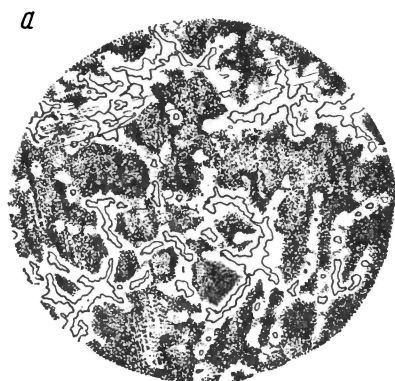


Рис. 1.4. Микроструктура некоторых металлов:

а — бронза оловянистая, видны включения меди, олова; *б* — ковкий чугун, видны включения графита; *в* — алюминий, видны трещины, раковины

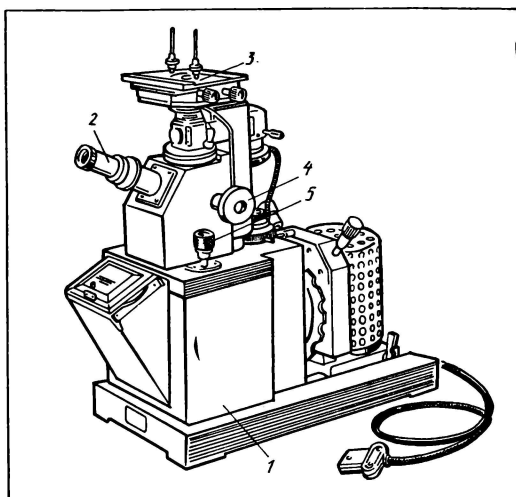


Рис. 2.1. Устройство микроскопа МИМ-7:

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

Примесь 0,08—2,2% фосфора делает его жидкотекучим, твердым и хрупким, а вредная примесь 0,03—0,12% серы способствует ухудшению жидкотекучести чугуна и появлению краснотекучести (большая хрупкость при повышении температуры).

По структуре чугун делят на белый, серый и ковкий, высокопрочный.

Белый — это такой чугун, в котором большая часть углерода химически соединена с железом в виде цементита (Fe_3C). Последний имеет светлый цвет, обладает большой твердостью и хрупкостью. В изломе белый чугун также имеет светло-серый, почти белый цвет, очень тверд, не поддается механической обработке, сварке, ограниченно применяется в качестве конструкционного материала. Используется для получения ковкого чугуна.

Серый — чугун, в котором большая часть углерода находится в свободном состоянии в виде графита. Он мягок, хорошо обрабатывается, в изломе имеет темно-серый цвет, обладает отличными литейными качествами. Широко применяется как материал для изделий прикладного искусства: производство художественных отливок, различных изде-

Табл. 2.1. Механические свойства серого чугуна

Марка	Предел прочности, Мн/м ²		Твердость по Бринеллю, Мн/м ²	Марка	Предел прочности, Мн/м ²		Твердость по Бринеллю, Мн/м ²
	при растяжении	при изгибе			при растяжении	при изгибе	
СЧ 12-28	120	280	1430—2290	СЧ 28-48	280	480	1700—2410
СЧ 15-32	150	320	1630—2290	СЧ 32-52	320	520	1870—2550
СЧ 18-36	180	360	1700—2290	СЧ 36-56	360	560	1970—2690
СЧ 21-40	210	400	1700—2410	СЧ 40-60	400	600	2070—2690
СЧ 24-44	240	440	1700—2410	СЧ 44-64	440	640	2290—2890

Табл. 2.2. Механические свойства ковкого чугуна

Марка	Предел прочности, Мн/м ²	Относительное удлинение, %	Твердость по Бринеллю, Мн/м ²	Марка	Предел прочности, Мн/м ²	Относительное удлинение, %	Твердость по Бринеллю, Мн/м ²
КЧ 30-6	300	6	1630	КЧ 45-6	450	6	2410
КЧ 33-8	330	8	1630	КЧ 50-4	500	4	2410
КЧ 35-10	350	10	1630	КЧ 60-3	600	3	2600
КЧ 37-12	370	12	1630				

лий экстерьерного характера (ваз, скульптур, парковых декоративных фигур, фонтанов, садовых оград, ворот, садовой мебели, решеток, надгробных плит и т. д.), табл. 2.1.

Ковкий чугун вырабатывается из белого и является его разновидностью. Получают его путем термической обработки — длительной выдержки при температуре 800—850 °С. При этом углерод в чугуне выделяется в виде хлопьев свободного углерода, располагающихся между кристаллами чистого железа. В зависимости от режима термической обработки получают ковкий чугун ферритной или перлитной структуры. При нагреве свыше 900 °С графит может распадаться и образовывать химические соединения с железом — цементит, при этом деталь теряет свойства ковкого чугуна.

По своим механическим свойствам ковкий чугун занимает среднее место между чугуном и сталью. Он более вязкий, подвергается правке и чеканке, но не куется. Применяется для отливок мелких художественных изделий сложной формы, требующих тщательной отделки, которая осуществляется чеканкой (табл. 2.2).

Высокопрочный чугун получают из серого чугуна специальной обработкой — введением в жидкий чугун при температуре не ниже 1673 К чистого магния или его сплавов. Графит в высокопрочном чугуне имеет сфероидальную форму. 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 (коленчатые валы двигателей и т. д.).

По химическому составу чугун подразделяется на нелегированный, малолегированный, среднелегированный и высоколегированный. В *нелегированном чугуне* содержатся примеси: не более 2% марганца, 4 кремния, 0,1 хрома и 0,1% никеля; в *малолегированном* суммарное количество легирующих элементов не превышает 3%; в *среднелегированном* — 7—10%; в *высоколегированном* — более 10%. Благодаря легирующим элементам повышается прочность (при ударных нагрузках), усиливается антикоррозийная стойкость чугуна.

Маркировка чугунов производится методом сочетания букв и цифр. Приняты следующие буквенные обозначения: 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 высокопрочных 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%.

Обозначение марок легированных чугунов состоит из букв, указывающих, какие легирующие элементы входят в состав чугуна, и стоящих непосредственно за каждой буквой цифр, характеризующих среднее содержание данного легирующего элемента. При содержании легирующего элемента менее 1,0% цифры за соответствующей буквой не ставятся. Например, ЧН19Х3 — чугун, содержащий 19% никеля и 3% хрома. Если в легированном чугуне регламентируется шаровидная форма графита, в конце марки добавляется буква Ш (ЧН19Х3Ш).

2.3. Сталь. Классификация и маркировка

Сталь — деформируемый (ковкий) сплав железа с углеродом (до 2%) и другими элементами. Содержание железа в стали колеблется в пределах 97,0—99,5%. При выплавке ее наряду с углеродом попадают также и такие постоянные примеси, как марганец, кремний, сера, фосфор, азот, водород и др.

Марганец и кремний вводят в металл в процессе выплавки с целью улучшения качества стали. Фосфор и сера отрицательно влияют на ее качество, но

удалить их невозможно. Сера делает сталь красноломкой, а фосфор — хладноломкой (повышение хрупкости при низких температурах). Общее содержание серы и фосфора в высококачественной стали не должно превышать 0,03%; в сталях обыкновенных допускается не более 0,055—0,07 серы и фосфора 0,045—0,09%.

Нежелательными скрытыми примесями являются также кислород, азот и водород, которые 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%.

В современной металлургии сталь получают главным образом из смеси чугуна, выплаваемого в доменных печах, со стальным ломом.

По способу производства сталь разделяют: на *мартеновскую*, выплаваемую в мартеновских печах; *бессемеровскую*, получаемую в конверторах, имеющую футеровку из кислых материалов; *томосовскую*, получаемую в конверторах с футеровкой из основных материалов, и *электросталь*, выплаваемую в дуговых или индукционных высокочастотных печах.

По химическому составу — на *углеродистую* и *легированную*. Углеродистая сталь может быть обыкновенного качества, качественной, повышенного качества и высококачественной. Качество стали определяется наличием в ней вредных и загрязненных примесей. Сталь обыкновенного качества выплавляют в бессемеровских конверторах или в больших мартеновских печах; качественную — в мартеновских и электрических печах, в основных конверторах с продувкой кислорода сверху; высококачественную — в кислых, основных мартеновских и электрических печах. Последняя содержит очень ограниченное количество серы и фосфора, а также марганца и кремния.

Легированная сталь для обеспечения требуемых свойств, кроме обычных примесей, содержит элементы, специально вводимые в определенных количествах. В зависимости от содержания легирующих элементов она подразделяется на низколегированные (2,5%),

среднелегированные (2,5—10%) и высоколегированные (свыше 10%).

По методам придания формы исходным заготовкам и по видам проката сталь бывает литая, ковкая, листовая, широкополосная, сортовая (полосная, круглая и др.), фасонная (швеллер, уголок, двутавр). У литой стали механические свойства по сравнению с катаной и кованой (при одинаковом химическом составе) несколько понижены. Кованая сталь (поковки и горячие штамповки) после отжига имеет механические свойства, наиболее характерные для данной марки.

По назначению стали разделяют на конструкционные, инструментальные и стали с особыми физическими свойствами (специальные). *Конструкционную сталь* применяют для изготовления строительных конструкций, деталей машин и механизмов судовых и вагонных корпусов паровых котлов и других изделий. Она может быть как углеродистой (до 0,7% С), так и легированной (основные легирующие элементы — хром и никель). Из *инструментальной стали* изготавливают резцы, фрезы, штампы, калибры, режущий, ударно-штамповый и мерительный инструмент.

К *сталям с особыми химическими и физическими свойствами* относятся электротехническая сталь, нержавеющая, кислотостойкая, окалиностойкая, жаропрочная, сталь для постоянных магнитов и др. Для них характерно низкое содержание углерода и высокая степень легирования.

По характеру застывания металла в изложнице различают спокойную, полуспокойную и кипящую сталь. Поведение металла при кристаллизации обусловлено степенью его раскисленности: чем полнее удален кислород, тем спокойнее протекает процесс затвердевания; при разливке малораскисленной стали в изложнице происходит бурное выделение пузырьков окиси углерода — сталь как бы кипит. Выбор технологии раскисления и разливки определяется назначением стали и технико-экономическими показателями производства.

Маркировка сталей позволяет узнать 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.

В зависимости от нормируемых показателей стали группы А классифицируются на три категории — А1, А2, А3; группы Б — на две — Б1, Б2; группы В — на шесть 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 перечисленных марках стали содержание углерода находится в пределах от 0,2 до 0,6%. 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. Последняя 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 — группу (группа А в обозначении не указывается). Если сталь относится к кипящей, ставится индекс «кп», спокойной — «сп», полуспокойной — «пс»; например: 05кп, Ст3сп, Ст5пс. Качественная углеродистая конструкционная горячекатаная и ковкая сталь подразделяется на две группы: I — сталь с нормальным содержанием марганца; II — с повышенным (0,7—1,2%). 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, указывающих содержание углерода, ставят букву г, например: 15г, 20г и далее до 70г, что обозначает повышенное содержание марганца.

Углеродистая конструкционная специальная сталь, предназначенная для обработки на металлорежущих автоматах, маркируется буквой А впереди чисел, указывающих содержание углерода, например: А12, А20 и т. д.

Табл. 2.3. Химический состав инструментальной высококачественной стали

Марка	Массовая доля компонента, %						
	углерод	марганец	кремний	хром	вольфрам	ванадий	молибден
Х р о м и с т а я							
X12	2,0—2,30	0,35	0,50	11,5—13,0	—	—	—
X12M	1,45—1,70	0,35	0,50	11,0—12,5	—	0,15—0,30	0,50—0,80
XГ	1,30—1,50	0,45—0,70	0,35	1,3—1,6	—	—	—
X	1,0—1,15	0,40	0,35	1,3—1,6	—	—	—
9X	0,80—0,95	0,25—0,35	0,25—0,45	1,4—1,7	—	—	—
Х р о м о в о л ь ф р а м о в а я							
XBG	0,9—1,05	0,8—1,1	0,15—0,35	0,9—1,2	1,2—1,6	—	—
3XB8	0,30—0,40	0,20—0,4	0,35	2,2—2,7	7,5—9,0	0,20—0,50	—

Инструментальные углеродистые стали маркируются буквой У и цифрами, показывающими содержание углерода в десятых долях процента, например: У7, У8, У9, У10, У12, У13. Количество углерода в них колеблется от 0,6 до 1,4%.

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

Легированная сталь в отличие от углеродистой содержит помимо углерода и другие компоненты. В наименования этих марок стали введены дополнительные буквенные обозначения, которые определяют содержание входящего компонента: Ю — алюминий, Р — бор, В — вольфрам, К — кобальт, Н — никель, Д — медь, Х — хром, Г — марганец, М — молибден, А — азот и т. д.

Легированная конструкционная сталь маркируется цифрами, которые обозначают среднее содержание углерода в десятых долях процента, а буквы — наличие легирующих элементов. Например, марка стали 13Н2ХА: в ее состав входит 1,3% углерода, 2% никеля, 1% хрома, буква А указывает на высококачественность стали.

Цифры, стоящие после буквы, обозначают приблизительное содержание легирующего элемента (в %), если содержание его больше 1%; при большем количестве — цифра не ставится.

Для марок сталей специального назначения введены буквенные обозначения, которые ставят 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.

Состав сталей для изготовления инструмента и приспособлений при чеканных и ювелирных работах зависит от назначения и характера выполняемых работ. Для ударного инструмента используют стали марок У7, У8; для режущего — У8, У12; для обработки холодного металла давлением — 9Х, ХВГ, 5ХВС.

Поставляется углеродистая инструментальная сталь кованой или горячекатаной в виде круглого или квадратного листового, полосового, шестигранного проката, а также холоднотянутой в виде круглого, квадратного, шестигранного прутка (табл. 2.3).

2.4. Коррозия металлов

Изделия из металлов и их сплавов под действием окружающей среды разрушаются. Причиной является химическое взаимодействие: металлы вступают в окислительно-восстановительные реакции с веществами, находящимися в окружающей среде, при этом атомы металла окисляются и переходят в ионы. Например, $\text{Fe} - 2\text{e} = \text{Fe}^{+2}$, $\text{Cu} - 2\text{e} = \text{Cu}^{+2}$. Этот процесс называется коррозией (от лат. corrudere — разъедать). Ежегодно от коррозии теряется 1—1,5% всего металла, накопленного и

эксплуатируемого человечеством. Разрушение металла усиливается при соприкосновении его с другим менее активным металлом, т. е. расположенным в электрохимическом ряду напряжений правее его (табл. 2.4), и ослабевает, если это соприкосновение происходит с металлом, расположенным левее, т. е. более активным.

Различают два типа коррозии: химическую и электрохимическую. *Химическая коррозия* чаще всего наблюдается в тех случаях, когда коррозионная среда не является электролитом. Примером могут служить окисная пленка, появляющаяся на поверхности металлических изделий в среде сухого воздуха в результате воздействия кислорода, или окалина на раскаленной поверхности металла.

Электрохимическая коррозия возникает при наличии физико-химической неоднородности металлов и в присутствии жидкости, которая может проводить электрический ток. Для протекания электрохимической коррозии необходимы наличие двух разнородных металлов, контакт между ними и присутствие электролита. В природе вода содержит всегда в растворенном состоянии различные химические вещества и является электролитом. Конденсируясь на поверхности изделия, она превращает химическую коррозию в электрохимическую. С ростом концентрации электролита и температуры скорость коррозии увеличивается.

Методы защиты от коррозии. Коррозия наносит большой вред памятникам

Табл. 2.4. Расположение металлов в соответствии с их электродным потенциалом (электрохимический ряд напряжений)

Металл	Электродный потенциал	Металл	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



Рис. 2.2. Доспехи рыцаря (позолота, синение, насечка) — пример покрытия стального изделия другим металлом

искусства, металлическим элементам архитектуры и т. д. Затраты на ремонт или замену деталей судов, автомобилей, аппаратуры химических производств, приборов во много раз превышают стоимость металла, из которого они изготовлены. Существенными являются косвенные потери, вызванные коррозией. К ним можно отнести, например, утечку нефти или газа из подвергшихся коррозии трубопроводов.

Для защиты металла от коррозии и применяются следующие методы: использование химически стойких сплавов; защита поверхности металла покрытиями; обработка коррозионной среды; электрохимические методы.

Из *химически стойких сплавов* наибольшее применение имеют нержавеющие и кислотоупорные стали. Нержавеющая содержит около 13% хрома, кислотоупорная — 18 хрома и 8—10% никеля.

Покрывтия подразделяются на металлические, неметаллические и образован-



Рис. 2.3. Каминное украшение «Чтица» (патинированная и золоченая бронза)

ные в результате химической или электрохимической обработки поверхности металла (рис. 2.2—2.4). Для покрытия используются металлы, образующие на поверхности защитные пленки (хром, никель, цинк, кадмий, алюминий, олово, серебро, золото и др.). Наибольшее применение получил метод гальванотехники. Неметаллическими покрытиями являются лаки, краски, эмали, фенолоформальдегидные и другие смолы. Для длительной защиты от атмосферной коррозии металлических сооружений, деталей машин используются лакокрасочные покрытия. При химической или электрохимической обработке металла покрытия представляют собой защитные оксидные или солевые пленки.

Обработка коррозионной среды возможна в том случае, когда защищаемое изделие эксплуатируется в ограниченном объеме жидкости. Метод состоит в удалении из раствора кислорода (деаэрация) или добавлении веществ, замедляющих коррозию (ингибиторов).

К электрохимическим методам относятся катодная защита и метод протекторов. При катодной защите конструкция или деталь 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 осуществляется присоединением к защищаемому изделию большого листа, изготовленного из другого, более активного металла — протектора (при защите стальных изделий используется цинк или сплавы на основе магния). При хорошем контакте между металлами защищаемый металл (железо) и металл протектора (цинк) оказывают друг на друга поляризующее действие: железо поляризуется катодно, а цинк — анодно. В результате этого на железе идет процесс восстановления того окислителя, который



Рис. 2.4. Братина (чеканка, эмаль)

присутствует в воде, а цинк окисляется. Протекторы и катодная защита возможны в средах, хорошо проводящих электрический ток (для защиты подводных частей морских судов).

ГЛАВА 3. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ И ЧУГУНА

3.1. Отжиг, нормализация, закалка и отпуск стали

При механической обработке в металлах и сплавах возникают внутренние напряжения. Так, при обработке стали давлением с повышением степени деформации внутреннее строение ее кристаллической решетки претерпевает изменения: кристаллы принимают неестественное напряженное состояние. Процесс продолжается до тех пор, пока все они не вытянутся в виде волокон в направлении действия силы давления. Происходит это при холодной обработке металла. В результате изменяются различные его свойства: твердость и прочность повышаются, а удлинение понижается. Дальнейшая обработка может привести к дефектам — разрывам, трещинам. Чтобы вернуть стали первоначальные свойства, необходима рекри-

сталлизация, т. е. вывод структуры из напряженного состояния и придание ей вновь устойчивого положения. Для этого необходима тепловая или термическая обработка металла (рис. 3.1).

Термической обработкой стали называют процесс тепловой обработки с целью изменения ее структуры, а следовательно свойств, заключающийся в нагреве до определенной температуры, выдержке при этой температуре и последующем охлаждении с заданной скоростью. Различают следующие виды термической обработки: отжиг, нормализация, закалка, отпуск и др.

Отжиг — вид термической обработки, при котором нагревом до или выше температуры в интервале превращений, продолжительной выдержкой при этой температуре и последующим медленным охлаждением достигается устойчивая (равновесная) структура стали. Отжиг улучшает обрабатываемость, повышает пластичность, уменьшает остаточные напряжения и др. Производят его в электрических печах. Обрабатываемый металл нагревают при температурах 650—720 °С в течение 2—3 ч, а затем медленно охлаждают вместе с печью. В случае нагрева изделия в кузнечном горне, наилучшей средой охлаждения является сухая, просеянная зола. Последнюю подогревают в горне и в нее закапывают охлаждаемое изделие. Можно использовать и чистый нагретый песок. В производстве художественных изделий отжиг применяется при ковке, штамповке, чеканке, дифовке.

Нормализация — разновидность термической обработки стали, заключающаяся в ее нагреве (примерно до 750—950 °С), выдержке и последующем охлаждении на воздухе. Производится для повышения механических свойств стали, а также для улучшения обрабатываемости резанием. Для малоуглеродистых сталей нормализация заменяет отжиг и процесс значительно ускоряется. Для высокоуглеродистых и легированных сталей эту операцию можно называть закалкой.

Закалка — вид термической обработки (нагрев, а затем быстрое охлаждение), после которого материал находится в так называемом неравновесном

структурном состоянии, не свойственном данному веществу при нормальной температуре (20 °С). Служит для придания стальным изделиям твердости, упругости, повышенной износостойкости. Во время закалки изделие нагревают до температуры 740—850 °С, выдерживают, а затем охлаждают с разной скоростью в различных средах — воде, масле, соляных растворах (табл. 3.1). Нагрев изделий при закалке производят в горнах, пламенных и электрических печах, токами высокой частоты. Температуру нагрева контролируют термометры, термопары и оптические пирометры. Приблизительно ее можно определять по цвету накала (табл. 3.2).

Отпуск — вид термической обработки, осуществляемый после закалки и представляющий собой нагрев до некоторой температуры с последующим охлажде-

нием (как правило, на воздухе или в воде). В результате уменьшается хрупкость и повышается пластичность стали. Различают низкий, средний и высокий отпуск.

При *низком* закаленное изделие нагревают до 150—200 °С. Это снижает остаточные напряжения и хрупкость, оставляя прежней твердость. Применяется при изготовлении инструментов из углеродистой и легированной стали.

При *среднем* *отпуске* изделие нагревают до температуры 350—450 °С, что повышает пластичность и упругость, понижает твердость и внутренние напряжения. Используется для отпуска ресор, пружин и при изготовлении ударного инструмента.

Высокий отпуск — нагрев до температуры 450—650 °С. Для изделий из стали, чувствительной к скорости охла-

Табл. 3.1. Скорость охлаждения стали в различных закалывающих средах

Среда охлаждения	Скорость охлаждения (°С/с) при температуре		Среда охлаждения	Скорость охлаждения (°С/с) при температуре	
	650—550 °С	300—200 °С		650—550 °С	300—200 °С
Дистиллированная вода	250	200	5%-ный раствор марганцевокислого калия	450	100
Вода при температуре, °С:			Глицерин	135	175
10	600	270	Эмульсия масла в воде	70	200
28	500	270	Мыльная вода	30	200
50	100	270	Минеральное машинное масло	150	30
74	30	200	Трансформаторное масло	120	25
Вода, насыщенная углекислотой:			Воздух:		
10%-ный водный раствор, 18 °С			спокойный	3	1
едкого натра	1200	300	сжатый	30	10
поваренной соли	1100	300	Плиты:		
соды	800	270	медные	60	30
серной кислоты	750	300	железные	35	15

Табл. 3.2. Приближенная температура стали в зависимости от цвета накала

Цвет накала	Температура, °С	Цвет накала	Температура, °С
Темно-коричневый	530—580	Светло-красный	830—900
Коричнево-красный	580—650	Оранжевый	900—1050
Темно-вишневый	650—730	Желтый	1050—1150
Вишневый	730—770	Светло-желтый	1150—1250
Вишнево-красный	770—800	Ослепительно белый	1250—1300
Светло-вишнево-красный	800—830		

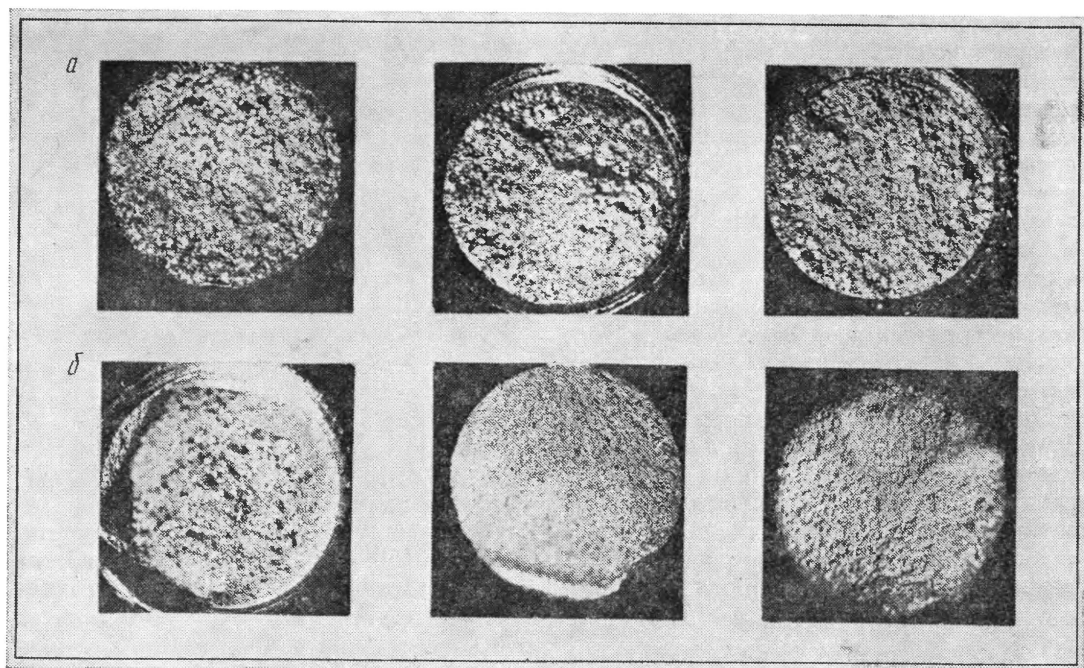


Рис. 3.1. Сталь марок 3; У10; 45:

а — до термообработки; б — после термообработки

ждения, 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 подвергается нагреву и охлаждению. Применяется при изготовлении инструмента из быстрорежущей стали.

Температуру отпуска можно приблизительно определить по цветам побежалости при нагреве изделий (табл. 3.3).

Табл. 3.3. Определение температуры отпуска по цветам побежалости

Цвет побежалости	Температура, °С.
Светло-желтый	220
Желтый	230
Темно-желтый	240
Коричневый	255
Коричнево-красный	265
Фиолетовый	285
Темно-синий	295—310
Светло-синий	315—325
Серый	330

3.2. Виды химико-термической обработки стали.

Термическая обработка чугуна

Химико-термическая обработка стали заключается в изменении химического состава и механических свойств в поверхностном слое металла под влиянием внешней среды и температуры.

Поверхностные слои изделий из стали при одновременном действии различных химических реагентов и высокой температуры насыщаются углеродом, азотом или другими элементами. В результате увеличивается твердость поверхностного слоя и сохраняется вязкая сердцевина, приобретаются новые свойства — устойчивость против коррозии, сопротивление износу, истиранию, повышают-

ся декоративные свойства, жаростойкость.

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

Цементация — обработка низкоуглеродистой стали диффузионным насыщением поверхностных слоев (при 900—950 °С) до 0,8—1,2% на глубину 0,5—2 мм. Изделия, подвергнутые цементации, приобретают повышенную твердость, износостойчивость, усталостную прочность.

Цементацию проводят в смесях газов (газовая), в ванне из расплавленных солей (жидкая) и в электролите (электролизная).

Твердая цементация осуществляется в карбюризаторе из древесного угля. В качестве активизаторов, ускоряющих процесс образования оксида углерода, применяют соли бария BaCO_3 или натрия Na_2CO_3 .

Газовая цементация осуществляется путем нагрева и выдержки стальных деталей в среде газового карбюризатора, содержащего метан CH_4 и окись углерода CO . Это более прогрессивная и экономичная обработка, так как она резко ускоряет продолжительность процесса.

Для мелких изделий применяют жидкостный метод цементации — нагрев стальных изделий в ванне с расплавленными солями, содержащими Na_2CO_3 (75—80%), NaCl (15—20%) и карборунд SiC ($\approx 10\%$). Процесс протекает при температуре 840—860 °С. Выдержка зависит от глубины цементации.

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 высоко-, средне- и низкотемпературное.

Высокотемпературное цианирование ведется при температуре 920—960 °С. Поверхностный слой насыщается углеродом (до 0,8—1,1%) и азотом (0,2—0,3%). В качестве цианирующей среды

при жидкостном цианировании применяют ванны с цианидом натрия или калия (NaCN , KCN) и с цианидом кальция $\text{Ca}(\text{CN})_2$; при газовом — смесь, состоящую из 70—80% науглероженного газа и 20—30% аммиака.

Среднетемпературное цианирование осуществляется при температуре 780—850 °С в жидких или газообразных средах; низкотемпературное применяется для повышения режущих свойств инструментов, изготовленных из высоколегированных марок стали. Процесс протекает при температуре 550—560 °С в жидких и газовых средах или твердых смесях, содержащих углерод и азот.

Азотирование — диффузионное насыщение азотом поверхностного слоя (0,2—0,8 мм) стальных изделий. Проводится в среде аммиака NH_3 , а также в расплаве солей на основе карбамида и цианита при температуре 500—650 °С. В результате повышается коррозионная стойкость, твердость, износостойкость.

Алитирование — насыщение поверхностного слоя стальных и чугунных изделий алюминием на глубину 20 мкм — 1,2 мм. Алитирование производят в твердой, жидкой и газовой средах. Улучшает жаростойкость (окалиностойкость) стали. Наибольшее применение в промышленности нашли два способа насыщения: в порошкообразных смесях и ваннах с расплавленным алюминием.

Смеси для алитирования: порошкообразный алюминий — 49%; хлористый аммоний — 1,5—2; окись алюминия (каолин) — 49%. Температура нагрева 950—1000 °С, глубина слоя 0,3—1,0 мм.

В расплавленном алюминии процесс протекает при температуре 600—750 °С. Продолжительность 45—60 мин, глубина слоя 0,08—0,25 мм.

Различают пять основных видов термической обработки чугуна: низкотемпературный отжиг, низкотемпературный графитизирующий отжиг, высокотемпературный графитизирующий отжиг, нормализация и отпуск.

Низкотемпературный отжиг — медленный нагрев отливок до температуры 500—600 °С с выдержкой 10—12 ч и последующим медленным охлаждением вместе с печью. Снимает внутренние напряжения в отливках.

Низкотемпературный графитизирующий отжиг протекает при температуре 680—750 °С с выдержкой и замедленным охлаждением до 280 °С. Улучшает обрабатываемость отливок, снижает твердость металла.

Высокотемпературный графитизирующий отжиг применяется для получения ковкого чугуна, а также снятия отбела в отливках из серого и высокопрочного чугуна. Процесс протекает в две стадии: первая — белый (или отбеленный) чугун нагревают при температуре 1050 °С, серый — в интервале 850—950 °С; вторая — медленное охлаждение до температуры ниже критической точки или длительная выдержка при этой же температуре.

Нормализация — термическая обработка чугуна, заключающаяся в его нагреве (до температуры 750—950 °С), выдержке и последующем охлаждении на воздухе. Повышает прочность и износостойкость серого чугуна.

Для увеличения твердости, прочности и износостойкости предназначается закалка. Температура закалки серого чугуна в масле 830—870, в воде — 800—820 °С.

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

Чугунные изделия, требующие большой коррозионной стойкости, подвергаются азотированию, силицированию, диффузионному хромированию.

ГЛАВА 4. ЦВЕТНЫЕ И ДРАГОЦЕННЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ СПЛАВЫ. ПРОБИРОВАНИЕ

4.1. Цветные металлы и их сплавы

Медь (Cu) — химический элемент I группы периодической системы элементов Менделеева: атомный номер 29, атомная масса 63,546, основная валентность II, плотность 8960 кг/м³, темпера-

тура плавления 1356 К, температура кипения 2873 К, твердость по Бринеллю 350 Мн/м².

Металл характерного красного цвета (в изломе розовый, при просвечивании в особо тонких слоях зеленовато-голубой).

Высокая тепло- и электропроводность, пластичность и коррозионная стойкость определяют область ее применения (в технике, народном хозяйстве, монументальном и прикладном искусстве). Художественные изделия из меди отличаются красивым цветом (красноватые и золотистые тона), а также свойством обретать приятный блеск при шлифовке. В художественной промышленности ее используют при производстве чеканных и филигранных работ, для легирования сплавов благородных металлов, для изделий под эмаль и других подделок.

Недостаток меди — быстрое окисление на воздухе (покрывается тончайшей окисной пленкой CuO, что является хорошей защитой от дальнейшего окисления). Если в воздухе присутствует углекислый газ, медь покрывается пленкой зеленого цвета (гидроксидный карбонат меди $\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$).

Хорошо растворяется в азотной кислоте, образуя нитрат $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$; в серной кислоте — сульфат CuSO_4 ; в разбавленной соляной кислоте — хлорид меди CuCl_2 . Во влажной среде медь покрывается налетом закиси меди Cu_2O зеленоватого цвета.

Медь является основой таких сплавов, как латунь, бронза, мельхиор, нейзильбер.

Латунь — сплав меди с цинком (до 45 %), часто с добавками алюминия, железа, марганца, никеля, свинца и других элементов (в сумме до 10 %).

Обладая высокими механическими свойствами, она легко поддается пластической деформации, хорошо обрабатывается режущим инструментом, давлением, является одним из основных материалов для практического обучения ювелиров и чеканщиков.

Маркируется латунь буквой Л и буквами, обозначающими специально вводимые элементы в сплав. Элементы обозначают буквами: О — олово; С — свинец; Ж — железо; Мц — марганец; Н — никель; К — кремний и др. После букв

ставят цифры, указывающие процент меди и специальных элементов (например, состав латуни ЛАЖМц 66-6-3-2 содержит меди — 66, алюминия — 6, железа — 3, марганца — 2%, остальное цинк). Латуни, содержащие от 10 до 20% цинка, называют *томпаки*, по цвету они близки к золотым сплавам. Используют для изготовления декоративной посуды, украшений, сувенирных и спортивных значков с последующим нанесением на них защитных покрытий.

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

В художественной промышленности наибольшее применение имеют сплавы меди с 5—10%-ным содержанием олова благодаря их высоким литейным свойствам, прочности, антикоррозийной стойкости и красивому желтоватому цвету. Сплав с 5% олова называется *монетной* или *медальной бронзой*.

Кроме оловянистой, в художественной промышленности широко используется бериллиевая бронза, у нее более высокая твердость, упругость и устойчивость к коррозии.

Бронзу маркируют буквами Бр с условными обозначениями и соответственно содержанием элементов, входящих в состав сплава (например, бронза БрОН 10-4 состоит из 10% олова, 4% никеля, остальное медь).

Применяется для художественного литья, изготовления сувениров, юбилейных значков и медалей, арматуры и частей механизмов, работающих во влажной атмосфере, морской и пресной воде, паре и других агрессивных средах.

Мельхиор — сплав меди с 30% никеля, 0,8% железа и 1% марганца (иногда с 19% никеля). Обладает красивым серебристым цветом и относится к числу декоративных сплавов, имитирующих серебро. Сплав очень пластичен, устойчив против атмосферной коррозии, легко обрабатывается: чеканится, штампуются, режется, паяется, полируется, достаточно прочен.

Применяется для изготовления столовых принадлежностей и ювелирных изделий.

Нейзильбер — сплав меди с 20% цинка и 13,5—16,5% никеля. По внешнему

виду напоминает серебро. Отличается хорошей пластичностью, тягучестью, повышенной прочностью, упругостью и высокой коррозионной стойкостью.

Применяется в художественной и ювелирной промышленности.

Цинк (Zn) — химический элемент II группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 30, атомная масса 65,37, валентность II, плотность 7140 кг/м³, температура плавления 692,4, кипения — 1179 К, твердость по Бринеллю 300—350 Мн/м².

Это белый металл с голубоватым оттенком. На воздухе покрывается плотным серым защитным слоем (карбонат цинка ZnCO₃ и оксид цинка ZnO). Довольно хрупок, однако при нагревании до 110—150 °С хорошо поддается обработке давлением. Стоек к воздействию воды, но очень легко растворяется в кислотах (соляной, азотной, серной), является компонентом многих сплавов. Применяется при изготовлении припоев и в производстве ювелирных изделий.

Олово (Sn) — химический элемент IV группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 50, атомная масса 118,69, валентность II, IV, плотность 7298 кг/м³, температура плавления 505, кипения — 2635 К, твердость по Бринеллю 50 Мн/м².

Металл серебристо-белого цвета, обладает хорошей пластичностью, мягкостью, коррозионной стойкостью. Легко растворяется в концентрированных соляной и азотной кислотах.

Особенность олова — его неустойчивое состояние ниже 13,5 °С (с понижением температуры идет превращение белого олова в серое). Это явление получило название «оловянная чума».

В художественной промышленности используется редко, но незаменимо в изготовлении мягких легкоплавких припоев; в драгоценных металлах является вредной примесью; входит в состав медных сплавов — бронз.

Свинец (Pb) — химический элемент IV группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 82, атомная масса 207,19, основная валентность II, плотность 11340 кг/м³, температура плавления 600, кипения — 2013 К, твердость по Бринеллю 40 Мн/м².

Голубовато-серый металл, очень ковкий, мягкий и вязкий; легко прокатывается, протягивается и отливается. В сухой среде сохраняет блеск, во влажной — быстро тускнеет, покрываясь налетом окиси свинца PbO . В воде на поверхности свинца образуется толстая корка из карбоната свинца $PbCO_3$ и сульфата свинца PbO_4 , которая защищает от дальнейшей коррозии. Почти не растворяется в серной и соляной кислотах. Хорошо растворяется в азотной, уксусной, лимонной и винной кислотах, реагирует со щелочами.

Применяется как добавка в некоторые цветные сплавы и легкоплавкие припои; используется для изготовления черни и эмалей, при пробировании драгоценных металлов; в художественной промышленности — как вспомогательный материал при изготовлении ювелирных украшений (свинцовые подушки-матрицы), подкладки при чеканных работах, а также в качестве прокладок из листового свинца при тиснении басмы.

Пары, растворимые соединения свинца и его сплавов ядовиты и требуют большой осторожности при работе с ними.

Свинец, так же как и олово, является вредной примесью в драгоценных металлах.

А л ю м и н и й (Al) — химический элемент III группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 13, атомная масса 26,98, валентность в обычных условиях III, плотность 2699 $кг/см^3$, температура плавления 933, кипения — 2773 К, твердость по Бринеллю 170 $Мн/м^2$.

Алюминий — серебристо-белый легкий металл с голубоватым оттенком, пластичный, тягучий и ковкий. Имеет высокую тепло- и электропроводность, хорошую коррозионную стойкость. Легко поддается ковке, штамповке, прокатке, волочению. Хорошо полируется и обладает высокой отражательной способностью (отражает до 90 % падающей световой энергии).

На воздухе покрывается тонкой, но очень прочной пленкой окиси Al_2O_3 , защищающей металл от дальнейшего окисления. Прочность оксидной пленки и защитные свойства ее значительно убывают в присутствии примесей ртути,

натрия, магния, меди. Алюминий взаимодействует с соляной и серной кислотами. Сильно разбавленная и холодная концентрированная азотная кислота на него не действует.

Благодаря своим высоким физическим, химическим и механическим свойствам алюминий и его сплавы находят широкое применение во всех областях техники, а также в художественной и ювелирной промышленности. Основное применение — производство сплавов на его основе. Легирующие добавки — медь, кремний, магний, цинк, марганец — делают металл более прочным. Широкое распространение имеют дуралюмины, содержащие медь и магний; силумины, в которых основной добавкой является кремний; магниалии (сплав алюминия с 9,5—11,5 % магния). Достоинство всех сплавов алюминия — малая плотность (2500—2800 $кг/см^3$) и высокая прочность. Применяются в авиа-, авто-, судо-, приборостроении и др. В виде чистого металла алюминий используется для изготовления химической аппаратуры, электрических проводов, конденсаторов, алитирования стальных или чугунных изделий, производства предметов ювелирной галантереи, чеканки по листу.

К а д м и й (Cd) — химический элемент II группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 48, атомная масса 112,40, валентность II, плотность 8650 $кг/м^3$, температура плавления 594, кипения — 1040 К, твердость по Бринеллю 160 $Мн/м^2$.

Это тяжелый металл белого цвета, очень мягкий, вязкий и тягучий. При изгибе кадмиевого прутка слышно характерное потрескивание, аналогично треску оловянного прутка. На воздухе тускнеет, покрываясь тонкой пленкой CdO , которая предохраняет металл от дальнейшего окисления. При сильном нагревании на воздухе сгорает, превращаясь в кристаллический порошок светло-коричневого или темно-бурого цвета (CdO). Легко растворяется в азотной кислоте; при взаимодействии с соляной и разбавленной серной выделяется водород. Соединения кадмия ядовиты, особенно опасны его пары для дыхательных путей.

Применяется для антикоррозионных

и декоративных покрытий; в зубопротезной и химической промышленности. Используется как компонент в сложных сплавах, входит в состав многих легкоплавких ювелирных припоев.

Н и к е л ь (Ni) — химический элемент первой триады VIII группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 28, атомная масса 58,70, валентность в соединениях переменная (чаще II), плотность 8900 кг/м³, температура плавления 1725, кипения — около 3273 К, твердость по Бринеллю 600—800 Мн/м².

Это серебристо-белый металл, ковкий, тугоплавкий, пластичный, прочный. Обладает высокой отражательной способностью, коррозионной стойкостью, хорошими ферромагнитными свойствами.

На воздухе не окисляется, щелочи на него почти не действуют. Растворяется в разбавленной азотной кислоте; в соляной и серной — только в подогретом состоянии.

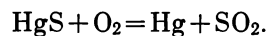
Применяется главным образом для получения сплавов (с железом, хромом, медью и другими металлами). Используется для производства щелочных аккумуляторов, употребляется как защитное, антикоррозийное и декоративное покрытие; в химической промышленности — для изготовления специальной аппаратуры; сплавы никеля с хромом — в конструкциях атомных реакторов. Из никеля благодаря его ковкости и тягучести можно изготавливать тончайшие листы и трубки.

Р т у т ь (Hg) — химический элемент II группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 80, атомная масса 200,59, валентность I, II, плотность 13 520 кг/м³, температура плавления 311,83, кипения — 630 К.

Это серебристая жидкость (единственный жидкий при обычной температуре металл), затвердевает при —39 °С, обладает высокой отражательной способностью. Взаимодействует со слабо разбавленной азотной кислотой (нитрат HgNO₃) и концентрированной серной (сульфат Hg₂SO₄), не взаимодействует со щелочами и соляной кислотой. Обладает способностью растворять в себе многие металлы, образуя жидкие и твердые сплавы, называемые *амальгамами*. При этом нередко получаются хими-

ческие соединения ртути с металлами. Особенно легко образуется амальгама золота (золотые изделия не должны соприкасаться со ртутью). Ювелиры используют ртуть для получения золотой и серебряной амальгамы при горячем золочении и серебрении; в горном деле — для отделения золота от неметаллических примесей. Она широко используется в химической промышленности — как катод при электролитическом производстве едкого натра и хлора, как катализатор в органическом синтезе; в электротехнике, светотехнике и приборостроении — для производства ртутных выпрямителей, ламп дневного света, манометров и др.

В природе ртуть мало распространена, изредка встречается в самородном виде (вкрапления в горные породы). Главным образом она находится в виде ярко-красного сульфида ртути HgS или киновари. Из киновари металлическую ртуть получают обжигом руды. При этом ртуть выделяется в виде паров и конденсируется в охлажденном приемнике



Следует отметить, что пары ртути очень ядовиты и могут вызвать тяжелое отравление, поэтому при всех работах с ртутью необходимо соблюдать осторожность, а работы производить только в вытяжных шкафах.

4.2. Драгоценные металлы

Д р а г о ц е н н ы е м е т а л л ы — металлы, относящиеся к так называемой благородной группе — золото, серебро, платина и металлы платиновой группы (палладий, иридий, рутений, осмий, родий). Название «драгоценные» они получили за высокую стоимость по сравнению с другими металлами, а «благородные» благодаря своей высокой химической стойкости во многих средах и красивому внешнему виду в готовых изделиях. В ювелирной промышленности используется золото, серебро, платина, а также сплавы на основе этих металлов.

З о л о т о (Au) — химический элемент I группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер

79, атомная масса 196,9665, основная валентность III, плотность 19 320 кг/м³, температура плавления 1336, кипения — 3243 К, твердость по Бринеллю в отожженном состоянии 180—200 Мн/м².

Это металлы красивого желтого цвета, тяжелый, мягкий, очень пластичный и тягучий, обладает хорошей отражательной способностью. Из одного грамма золота можно вытянуть проволоку длиной 3,5 км или проковать в пластинку толщиной 0,0001 мм, которая пропускает свет. Такое тонколистовое золото имеет зеленоватый оттенок и носит название сусального; применяется для декоративных украшений.

Хорошо проводит тепло и электричество, химически весьма инертно. Не окисляется на воздухе, устойчиво при воздействии на него влаги, не реагирует со щелочами, солями, кислотами. Растворяется в смеси соляной и азотной кислот («царская водка»), в результате чего образуется золотохлористоводородная кислота $H(AuCl_4)$, а также в ртути, растворах цианистых щелочей, хлорной и бромной воде.

Ювелирные украшения и предметы домашнего обихода, выполненные из золота, известны с древнейших времен. В чистом виде используется очень редко из-за невысокой твердости и прочности; в основном применяется в виде сплавов с другими металлами.

Основная масса золота служит для обеспечения денежной системы. В промышленности его используют в точном приборостроении, электротехнике, химической промышленности и медицине.

Серебро (Ag) — химический элемент I группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 47, атомная масса 107,868, валентность I, II, плотность 10 500 кг/м³, температура плавления 1233, кипения — 2483 К, твердость по Бринеллю в отожженном состоянии 250 Мн/м².

Это белый металл, пластичный, тягучий и ковкий. Отлично полируется, имеет самую высокую среди металлов отражательную способность (90—99%), электро- и теплопроводность, стойкий химически. В атмосфере воздуха не окисляется. Часто наблюдаемое почернение серебряных предметов — результат образования на их поверхности на-

лета сульфида серебра Ag_2S . Это происходит под влиянием содержащегося в воздухе сероводорода, а также при соприкосновении серебряных предметов с пищевыми продуктами, содержащими соединения серы. Растворяется в азотной и подогретой серной концентрированных кислотах, а также цианистых солях; не растворяется в «царской водке», плавиковой и соляной кислотах. С ртутью серебро образует амальгамы.

Применяется для изготовления различных художественных изделий методами чеканки, литья, филигрании, тиснения, гравировки; в электротехнической, химической промышленности и др. Используется в качестве защитного и декоративного гальванопокрытия.

Серебро — основной компонент при составлении большинства твердых припоев. В чистом виде применяется редко (в основном в сплавах с другими металлами).

Платина (Pt) — химический элемент третьей триады VIII группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 78, атомная масса 195,09, валентность II, IV, плотность 21 450 кг/м³, температура плавления 2042, кипения — 4803 К, твердость по Бринеллю 470 Мн/м².

Это серовато-белый блестящий металл, очень стойкий химически, тяжелый, тугоплавкий, пластичный, ковкий, с большой отражательной способностью и низкой тепло- и электропроводностью. Легко поддается прокатке, штамповке, волочению. Практически не растворяется в кислотах, за исключением горячей «царской водки», цианистого калия и расплавленных щелочей.

На воздухе даже при сильном нагревании не окисляется и сохраняет свой первоначальный цвет. В расплавленном виде платина и некоторые другие металлы платиновой группы (Pd, Ru) обладают способностью поглощать в большом количестве водород, в результате чего становятся хрупкими с трещинами на поверхности.

Платина принадлежит к числу наиболее редких элементов земной коры, обладающих высокими физико-химическими показателями. Благодаря этому она широко применяется в различных областях техники (для изготовления корро-

зийностойких, тугоплавких деталей машин, аппаратуры, лабораторной посуды; тиглей, чашек; нагревательных элементов электрических печей, приборов для измерения температуры (термометры сопротивления, термопары)).

Большое количество платины используется в ювелирном деле (для платинирования и изготовления дорогих украшений).

П а л л а д и й (Pd) — химический элемент второй триады VIII группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 46, атомная масса 106,4, валентность III, плотность 11 970 кг/м³, температура плавления 1825, кипения — 4253 К, твердость по Бринеллю 490 Мн/м². Входит в состав группы платиновых металлов, которая включает родий, рутений, иридий, осмий. Это серовато-белый металл, мягкий и ковкий. По своим химическим и физическим свойствам значительно уступает платине. Растворяется в азотной кислоте и «царской водке». На воздухе не окисляется, но при нагревании от 400 до 860 °С покрывается светло-фиолетовым окисным слоем. Спиртовой раствор йода оставляет на нем темные пятна.

В природе встречается вместе с другими платиновыми рудами.

Чистый палладий идет на изготовление реторт для перегонки плавиковой кислоты, сосудов для разделения изотопов. Сплав с серебром применяют в аппаратуре связи, сплавы с золотом, платиной, родием — в терморегуляторах и термопарах, сплавы с золотом, серебром, никелем и другими элементами — в ювелирном деле и зубопротезировании. Используют в составе лигатур (металлов, входящих в сплав) белого золота и иногда добавляют в сплавы платины для придания им большей твердости и прочности, применяя как компонент высокотемпературных припоев.

Р о д и й (Rh) — химический элемент второй триады VIII группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 45, атомная масса 102,9055, валентность III, плотность 12 420 кг/м³, температура плавления 2233, кипения — 4773 К, твердость по Бринеллю 1390 Мн/м². Это голубоватобелый металл, твердый и тугоплавкий, имеет высокую отражательную способ-

ность, при накаливании пластичный, поддается обработке давлением.

Химически очень пассивен: не окисляется на воздухе, в воде, не взаимодействует с кислотами и их смесями. Растворяется в щелочных растворах цианидов. Кислород, сера, фосфор, хлор, фтор на него не действуют.

В природе родий встречается вместе с платиной и другими платиновыми металлами. Применяется для гальванических покрытий серебряных и золотых (белых) изделий, а также в сплавах с платиной (катализаторы, термопары, химическая посуда и др.).

Р у т е н и й (Ru) — химический элемент второй триады VIII группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 44, атомная масса 101,07, валентность III, V, VIII, плотность 12 200 кг/м³, температура плавления 2523, кипения — 5173 К, твердость по Бринеллю 2200 Мн/м².

Рутений — серовато-белый тугоплавкий металл. Обладает высокой твердостью и хрупкостью. Химически очень стоек. Сплавы рутения отличаются твердостью и износоустойчивостью. Из них изготавливают наконечники перьев, лабораторную посуду и др. Основная область использования рутения — точное приборостроение.

И р и д и й (Ir) — химический элемент третьей триады VIII группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 77, атомная масса 192,22, валентность III, IV, VI, плотность 22 400 кг/м³, температура плавления 2683, кипения — 5573 К, твердость по Бринеллю 1640 Мн/м².

Это серебристо-белый металл, обладает высокой твердостью и хрупкостью. С трудом поддается обработке (только в раскаленном состоянии — давлением). Не вступает в реакцию со щелочами, кислотами и их смесями. Благодаря коррозионной стойкости и жаростойкости (в сплавах с платиной, родием и др.) служит ценным материалом для химической аппаратуры. Из сплава платины (90%) и иридия (10%) изготовлены эталоны метра и килограмма.

О с м и й (Os) — химический элемент третьей триады VIII группы периодической системы элементов Менделеева, атомный номер 76, атомная масса 190,2,

валентность IV, VI, VIII, плотность 22 500 кг/м³, температура плавления 3323, кипения — 5773 К, твердость по Бринеллю 4000 Мн/м².

Это белый с серо-голубым оттенком металл, тугоплавкий, тяжелый, твердый и хрупкий. Не поддается механической обработке. Химически очень стоек: не растворяется в кислотах и «царской водке».

Благодаря высокой твердости, коррозионной устойчивости и износостойкости осмий и его сплавы используются в различных изнашивающихся деталях точных измерительных приборов, для изготовления перьев в авторучках и др.

4.3. Добыча и получение драгоценных металлов

«Золото было в сущности первым металлом, который открыл человек», — говорил Карл Маркс в своей работе «К критике политической экономии».

Известно оно человечеству с незапамятных времен, о чем свидетельствуют изделия, найденные в древних захоронениях разных народов, а также сохранившиеся до настоящего времени примитивные горные выработки. Впервые найденное человеком золото было самородным и использовалось для изготовления оружия, домашней утвари, украшения, одежды.

И уже гораздо позже, когда люди нашли другие металлы и открыли способы их обработки, золото стало предметом роскоши, приобрело власть и еще позже выступило в роли денег.

Первое письменное упоминание о добыче золота на территории России относится к 1669 г. (летопись Долматовского монастыря). Первое месторождение золота в России было открыто в Карелии в 1737 г., а в 1745 г. Ерофей Марков, искавший кварц, открыл под Екатеринбургом Березовское рудное месторождение. Это время и принято считать началом промысла золота на Урале.

В 1819 г. в россыпных месторождениях золота на Урале была обнаружена платина, а в 1824 г. на восточном склоне Уральских гор найдена богатая россыпь платины с золотом и заложен первый в России и Европе платиновый прииск.

Позже были открыты Исовская система золото-платиновых россыпей и первое в мире коренное месторождение платины у Главного Уральского хребта.

Добыча драгоценных металлов вначале носила кустарный характер. Из россыпей золото извлекали промывкой песков на щитах, сверху которых укладывали шкуры животных с подстриженной шерстью для улавливания крупинок более тяжелого металла, чем песок. Для промывки использовали желобы, лотки, ковши. Из руд золото и другие благородные металлы добывали путем нагревания породы до растрескивания, затем дробили глыбы в каменных ступах, истирали породу жерновом и промывали через сита.

В настоящее время добыча драгоценных металлов высоко механизирована. Россыпное золото добывают гидравлическим способом и при помощи драг. В первом случае вода под большим давлением размывает породу и отделяет от нее золото, во втором — драга (плавучее сооружение), оснащенная цепью подвесных ковшов, вынимает со дна водоемов породу, которая промывается, в результате золото осаждается.

Большую часть золота добывают из рудных залежей. Это очень трудоемкая работа. Основные способы — цианирование и амальгамация. Цианирование основано на растворении золота в водных растворах цианистых щелочей в присутствии кислорода и окислителей. Это открытие принадлежит русскому ученому П. Р. Багратиону. Амальгамация — более древний способ, основанный на способности золота при естественных условиях вступать в соединения с ртутью. Процесс происходит в амальгамационных аппаратах. Золотосодержащую руду 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. Но ни один из способов не дает возможность получить металл высокой чистоты, и поэтому полученные слитки золота отправляют на очистительные (аффинажные) заводы.

Самородное серебро встречается в

природе значительно реже (20%) самородного золота и поэтому было открыто гораздо позже. В нашей стране серебро добывается в основном из комплексных полиметаллических и золото-серебряных руд.

Серебро добывают из руд, содержащих до 80% благородного металла (аргентин — соединение серебра и серы). Используются те же способы, что и при получении золота — цианирование и амальгамация, но цианистые растворы должны быть более концентрированными.

Платину в России начали добывать с 1825 г. Два года спустя выдающимися русскими учеными и инженерами П. Г. Соболевским, В. В. Любарским, И. И. Варвинским был разработан новый способ очистки платины, положивший начало порошковой металлургии. Добывают платину промывкой платиносодержащих песков и хлоринацией, а также при электролизе золота. Дальнейшее разделение металлов платиновой группы и очистку производят на аффинажных заводах.

4.4. Сплавы драгоценных металлов

Для изготовления ювелирных и других изделий не всегда используют чистые металлы. Это обусловлено их высокой стоимостью, недостаточной твердостью и износостойкостью, поэтому на практике чаще всего употребляют сплавы. Последние образуются путем соединения металлов с металлами или металлов с металлоидами и приобретают свойства, отличающиеся от свойств чистых металлов. Меняя компоненты (металлы, входящие в сплав) можно изменять различные свойства металла — твердость, прочность, пластичность, цвет, коррозионную стойкость и др. Наибольшее число сплавов и легирующих компонентов имеет золото, затем серебро, платина, палладий.

Сплавы золота. В качестве легирующих компонентов в состав золотых сплавов входят серебро, медь, палладий, никель, платина, кадмий, цинк.

Серебро в составе сплава сохраняет пластичность, мягкость, ковкость,

понижает температуру плавления. При содержании его до 65% цвет золота становится зеленоватым, желто-зеленым, желто-белым; свыше 65% — желтый цвет исчезает полностью.

Медь повышает твердость золотого сплава, сохраняет ковкость, тягучесть, меняет цвет в сторону красного. При содержании 14,6% меди сплав имеет ярко-красный цвет. Недостаток — малая устойчивость против коррозии на воздухе.

Палладий повышает температуру плавления золотого сплава, сохраняет пластичность и ковкость, резко изменяет цвет.

Никель сохраняет ковкость, придает твердость, повышает литейные свойства, меняет цвет сплава в бледно-желтый. Большое содержание никеля делает сплав магнитным.

Платина резко повышает температуру плавления, увеличивает упругость сплава, изменяет цвет до белого уже при содержании 8,4% платины.

Кадмий понижает температуру плавления, сохраняет ковкость, пластичность, мягкость, меняет цвет сплава в зеленоватый.

Цинк резко понижает температуру плавления, делает сплав твердым, хрупким, повышает текучесть и изменяет цвет в сторону белого.

Сплавы серебра. 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. Составляются в двух вариантах: легирующими компонентами являются медь или иридий. 5% меди в платиново-медном сплаве понижают температуру плавления, сохраняя мягкость, тягучесть и пластичность; 5% иридия — повышают температуру плавления, твердость, антикоррозионность, износостойчивость. Цвет сплавов характерен для платины.

Применяют сплавы платины для изготовления дорогостоящих ювелирных украшений, лабораторной посуды, способной выдерживать высокие температуры.

4.5. Пробы. Определение проб

Основная масса драгоценных металлов идет на сплавы. В связи с этим для определения количества чистого драгоценного металла в сплаве в Западной Европе и России начали ставить клеймо на изделия, в состав которых входили драгоценные металлы. Клеймо указывало, сколько чистого драгоценного металла содержится в сплаве, из которого изготовлено изделие.

В России первый указ о клеймении серебряных изделий был издан в 1613 г. В 1700 г. появился указ, установивший **к л е й м а** (пробы) для золотых и серебряных изделий и введивший 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 г; 1 фунт — 96 золотников): *для золота* — 36, 48, 56, 72, 82, 92 и 94-я; *для серебра* — 72, 76, 84 и 88-я. Например, 86-я золотая проба означала, что на один фунт (т. е. 96 золотников) сплава приходится 82 золотника чистого золота — остальное лигатура.

В 1927 г. в связи с переходом на метрическую систему единиц в нашей стране золотниковая система проб была заменена **м е т р и ч е с к о й** (количество чистого драгоценного металла выражается в граммах на 1 кг сплава).

В СССР в настоящее время узаконены

следующие пробы: *для золота* — 375, 500, 583, 750, 958; *для серебра* — 800, 875, 916; *для платины* — 950; *для палладия* — 500 и 850.

Например, 750-я золотая проба означает, что 1 кг сплава содержит 750 г чистого золота, или 75,0 %.

В некоторых странах (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, что в 24 единицах сплава содержится 18 единиц чистого золота (табл. 4.1).

Определение проб. Пробы сплавов драгоценных металлов гарантируются государством и устанавливаются в каждой стране законодательным путем. Все изделия из драгоценных сплавов обязательно проходят пробирный контроль, и на них накладываются оттиски пробирных клейм. Занимается этим специально утвержденная Инспекция пробирного надзора Министерства финансов СССР. Проба ставится также на слитках и полуфабрикатах (листах, лентах) из драгоценных металлов. Не подлежат клеймению наградные медали, ордена, монеты, но проба их сплавов строго регламентируется 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. В Советском Союзе про-

Табл. 4.1. Соответствие проб золотых изделий различных систем

Метрическая	Золотни- ковая	Каратная	Примечание
333	—	6 8 (333,33)*	Золотой сплав для дешевых ювелирных изделий
375	36	9	
500	48	12	
583	56	14 (583,33)*	
750	72	18	
916	88	22 (916,74)*	Золото этой пробы используется для зубопротезирования
958	92	23	
999,9 (1000)*	96	24	Проба чистого золота. 1000-я проба является условной

П р и м е ч а н и е. В скобках указана метрическая проба в точном пересчете

бирное клеймо состоит из трех элементов: эмблема — серп и молот на фоне пятиконечной звезды; трехзначные цифры метрической системы проб и шифр (в виде буквы), закрепленный за определенной инспекцией пробирного надзора (рис. 4.1). Высокохудожественные изделия, на которые невозможно наложить клеймо (сканные, с эмалью), снабжаются специальной привешенной к ним пломбой, на которой ставятся круглые клейма с изображением серпа и молота на фоне пятиконечной звезды и цифрового обозначения пробы.

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

Пробирование на пробирном камне. Для проведения пробирного анализа необходимы: пробирные камень, иглы и реактивы.

Пробирный камень — природная разновидность мелкозернистого кремнистого сланца без трещин и инородных включений с хорошо отшлифованной матовой поверхностью. Содержит свыше 70% кремнезема (SiO_2), а также глинистые минералы слюды и др. Цвет темный до черного. Камень должен обладать высокой стойкостью против действия неорганических кислот и их смесей.

Пробирные иглы — латунные полоски длиной около 6 см, к передним концам которых припаяны маленькие полоски из сплава драгоценных металлов с точно известной пробой, написанной на латунной части иглы. Вследствие разницы содержания легирующего металла для каждой пробы существует несколько различных по цвету игл.

При определении золотых сплавов применяют иглы 375, 500, 583, 750, 958-й проб. Сплав 583-й пробы, самой распространенной и разнообразной по цвету, имеет 15 номеров игл; 375 и 500-й проб — по шесть номеров игл; 750-й — пять; 958-й — три.

Для серебряных сплавов существуют иглы из серебряно-медных сплавов различных проб: 800, 875 и 916-й, а также промежуточных — 550, 600, 650, 700, 750-й.

Платиновые сплавы определяют игла-

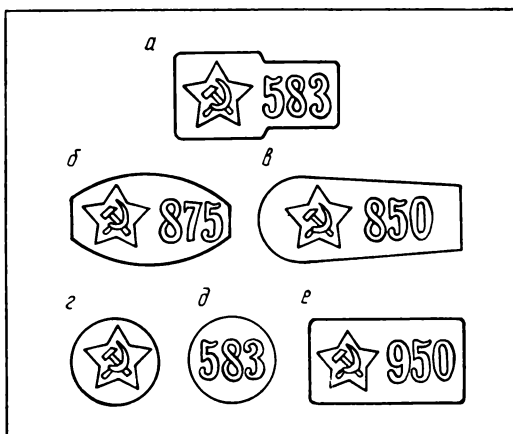


Рис. 4.1. Пробирные клейма:

а — для золотых и платиновых изделий; б — для серебряных изделий; в — для изделий из палладия; г, д — для пломб; е — для книг с сусальным золотом

ми трех проб: 950 — (узаконенная), 970 и 930-й — (контрольные). Производство пробирных игл, реактивов для анализа осуществляется только органами пробирного надзора.

Пробирные реактивы — это водные растворы солей, содержащие испытуемые сплавы, растворы кислот и их смесей.

Перед пробированием изделий пробирный камень очищают древесным углем и водой, смазывают ореховым или костяным маслом, затем насухо протирают. Испытуемым изделием или сплавом на поверхность камня наносится черта (штрих) длиной 0,015—0,02 и шириной 0,002—0,003 м. Пробирной иглой из того же драгоценного металла, сходного по цвету, параллельно наносится такая же черта. Затем с помощью стеклянной палочки соответствующим реактивом увлажняют следы, оставленные драгоценными металлами, прочеркивая их поперек. Камню дают высохнуть и по пятнам осадка, оставшегося на штрихах, определяют соответствие пробы данного изделия пробирной игле. Если оставленные раствором пятна одинаковы, то проба изделия, сплава соответствует пробе выбранной иглы. След, имеющий более темное пятно, показывает более низкое содержание драгоценного металла.

Для пробирования золотых изделий применяют: растворы хлорида золота — 583-я проба; кислотные реактивы — 375, 500, 750, 900, 916 и 958-я пробы. Для пробирования серебряных изделий растворы двуххромовокислого калия — 600-я проба и выше; азотнокислого серебра — 750, 800, 875 и 916-я пробы. Для пробирования изделий из платины: кислотные реактивы, соответствующие реактиву для пробирования золота 958-й пробы; для изделий из сплавов палладия — реактив йодида калия.

Пробирование муфельным способом. Муфельный способ пробирования основан на химической пассивности к кислороду драгоценных металлов в сплавах. 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 недргоценных. Данный процесс протекает при высокой температуре в пористом огнеупорном сосуде — купели. Последний изготовляют из чистой костяной муки или магнетита с цементом.

Оксиды свинца и легирующих элементов всасываются купелью, а драгоценные металлы остаются на поверхности в виде блестящего металлического королька. Процесс купелирования происходит следующим 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 бликованием 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. Оставшийся осадок просушивают, прокаливают и взвешивают на пробирных весах. Пробу сплава определяют по массе сплавленного осадка.

Лабораторные практические работы

Работа 1. Анализ микроструктуры чугуна.

Цель работы. Изучение микроструктуры белого, серого и ковкого чугуна.

Оборудование и материалы: металлографический микроскоп; твердомер типа Бринелля; шлифы белого, серого и ковкого чугуна; реактивы для травления шлифов (см. табл. 4.3).

Задания: 1. Изучить и зарисовать микроструктуру белого, серого и ковкого чугуна.

2. Указать, к какому структурному классу относятся шлифы, изготовленные из серого чугуна.

3. На основании изучения микроструктуры серого чугуна дать характеристику графитных включений и основной металлической структуры.

4. Установить зависимость между структурой чугуна и его механическими свойствами.

5. По механическим свойствам определить марку серого чугуна.

6. Составить отчет о выполненной работе.

Ход работы: 1. Определить твердость образцов серого и ковкого чугуна, пользуясь твердомером типа Бринелля.

2. Рассмотреть под микроскопом нетравленные шлифы и зарисовать размеры, форму и характер распределения графитных включений.

3. Выбрать реактив для травления шлифов и протравить их.

4. Настроить микроскоп на увеличение в 200—300 раз и установить исследуемый микрошлиф чугуна на предметный столик.

5. Зарисовать видимую под микроскопом микроструктуру белого, серого и ковкого чугуна, указать увеличение.

6. На основании данных микроанализа указать, к какому структурному классу чугуна относятся исследуемые шлифы.

7. В соответствии с механическими свойствами определить марку серого чугуна (см. табл. 2.1).

Обработка результатов опыта и составление отчета. Отчет о проделанной работе должен содержать: цель работы; перечень использованного оборудования и материалов; задание; зарисовки и описание микроструктур белого, серого и ковкого чугуна; выводы о принадлежности чугуна к структурному классу; характеристику графитных включений и основной металлической структуры серого чугуна; выводы о влиянии структуры чугуна на его механические свойства; протокол записи выполненной работы (табл. 4.2).

Работа 2. Анализ микроструктуры легированной стали.

Цель работы. Изучение микроструктуры легированной инструментальной стали в нормализованном состоянии, после закалки и отпуска.

Оборудование и материалы: металлографический микроскоп; твердомер типа Роквелла; шлифы легированной нормализованной и закаленной инструментальной стали; реактивы для травления шлифов.

Задания: 1. Изучить, зарисовать и описать микроструктуру легированной инструментальной стали марок ХГ, ХВГ, 9ХС, ХВ5 в нормализованном и термообработанном состояниях. Указать, к какому структурному классу относится исследуемая сталь.

2. Установить влияние термообработки на механические свойства легированной стали.

3. Составить отчет о выполненной работе.

Ход работы: 1. Определить твердость нормализованных образцов, пользуясь твердомером.

2. Выбрать реактивы для травления шлифов и прогреть их.

3. Настроить микроскоп на увеличение в 400—500 раз и установить исследуемый микрошлиф легированной инструментальной стали.

4. Зарисовать видимую под микроскопом микроструктуру, указать стрелками различные структурные составляющие и их наименования, увеличение.

5. На основании данных микроанализа указать, к какому классу (по структуре) относится исследуемая сталь.

6. Определить твердость легированной инструментальной стали в термообработанном состоянии (после закалки в различных охлаждающих средах и отпуска при различных температурах).

7. Повторить пп. 3 и 4 для закаленной и отпущенной легированной стали.

8. На основании данных пп. 6 и 7 сделать вывод о влиянии термообработки на механические свойства легированной стали.

9. На основании данных твердости указать ориентировочные режимы термообработки исследуемой стали.

Обработка результатов опыта и составление отчета. Отчет о проделанной работе должен содержать: цель работы; перечень использованного оборудования и материалов;

задание; зарисовки и описание микроструктур исследуемых образцов; выводы о принадлежности сталей к классам; ориентировочные режимы термообработки легированной стали; выводы о влиянии термообработки на механические свойства легированной стали; протокол записи выполненной работы (табл. 4.3).

Работа 3. Анализ микроструктуры латуни и бронзы.

Цель работы. Изучение микроструктуры латуни и бронзы.

Оборудование и материалы: металлографический микроскоп; шлифы латуни и бронзы; реактивы для травления шлифов.

Задания: 1. Изучить и зарисовать микроструктуру образцов: латунь — марки Л96, Л90, Л80, Л62, Л59; оловянистая и алюминиевая бронза — ОФ6, 5-0,25; АЖС 7-1, 5-1,5.

2. Составить отчет о выполненной работе.

Ход работы: 1. Выбрать реактив для травления шлифов и протравить их.

2. Настроить микроскоп на увеличение в 100 раз и установить исследуемый образец на предметный столик микроскопа.

3. Зарисовать видимую под микроскопом микроструктуру, указать стрелками различные структурные составляющие (фазы) и написать увеличение. Перечислить структурные составляющие, присутствующие в сплаве, и описать форму их выделения (зернистая, игольчатая форма, по границам зерен).

4. Объяснить различия в свойствах латуни и бронзы в зависимости от их структуры.

Обработка результатов опыта и составление отчета. Отчет о проделанной работе должен содержать: цель работы; перечень использованного оборудования и материалов; задание; зарисовки, описание и характеристики изученных микроструктур; выводы о влиянии структуры сплава на его механические свойства.

Табл. 4.2. Протокол записи выполненной работы

Марка	Твердость по Бринеллю, Мн/м²	Микроструктура	Класс	Характеристика	
				графитных включений	основной металлической структуры

Табл. 4.3. Протокол записи выполненной работы

Марка	Твердость в нормализованном состоянии, Мн/м²	Микроструктура в нормализованном состоянии	Класс стали	Ориентировочный режим термообработки	Твердость после термообработки (закалка и отпуск)	Микроструктура термообработанной стали

Табл. 4.4. Состав основных реактивов для травления черных и цветных металлов

Состав реактива	Условия травления	Примечание
Для травления стали и чугуна		
Азотная кислота (удельный вес 1420 кг/м ³) — 5 мл; этиловый спирт — 95 мл	Продолжительность травления 3—8 с	Для травления стали и чугуна после любых видов термической или химико-термической обработки
Пикриновая кислота — 5 г; этиловый спирт — 100 мл	Чистая сухая кристаллическая пикриновая кислота. Продолжительность травления — от нескольких секунд до одной минуты и больше	Хорошо отделяет феррит от перлита. Феррит не травится. Карбиды реактивов не окрашиваются
Едкий натр — 25 г; пикриновая кислота — 2 г; вода — 100 мл	Применяется в кипящем состоянии в течение 5—25 мин	Окрашивает цементит в черный цвет
Для травления высоколегированной стали		
Азотная кислота (удельный вес 1420 кг/м ³) — 10 мл; соляная кислота (удельный вес 1190 кг/м ³) — 20—30 мл; глицерин — 20—30 мл	Перед ставлением образцов подогреть в воде. Продолжительность травления 10—30 с	Выявляет хромистые и хромоникелевые стали
Серная кислота (удельный вес 1190 кг/м ³) — 50 мл; азотная кислота (удельный вес 1420 кг/м ³) — 5 мл; вода — 50 мл	Нагреть до 50—60 °С	Выявляет структуру сталей аустенитного класса
Пикриновая кислота — 2 г; едкий натр — 25 г; вода — 100 мл	Применяется в кипящем состоянии. Продолжительность травления 5—10 мин	Окрашивает цементит, вольтфрамид железа, железо-вольфрамовый карбид и карбиды с высоким содержанием хрома
Пикриновая кислота — 1 г; соляная кислота — 5 мл; этиловый спирт — 100 мл	Применяется в холодном состоянии	Выявляет структуру мартенситных и ферритных нержавеющих и жароупорных сталей
Соляная кислота (концентрированная) — 3 мл; азотная кислота (концентрированная) — 1 мл	Перед применением насыщается хлорной медью и отставляется 20—30 мин. Травление натрием	Применяется для травления нержавеющих сплавов и сплавов с высоким содержанием никеля или кобальта
Для травления цветных металлов и сплавов		
Персульфат аммония — 10 г; вода — 90 мл	Применяется кипящим или холодным. Травление погружением	Выявляет структуру меди, латуни, бронзы, алюминиевой бронзы, никеля, серебра
Насыщенный водный раствор хромового ангидрида	Травление погружением или протиранием	Выявляет структуру меди, латуни, бронзы, никеля, серебра
Хлорное железо — 5 г; соляная кислота (концентрированная) — 50 г; вода — 100 мл	Травление погружением или легким протиранием (одно за другим) до желаемого результата	Выявляет структуру меди, латуни, бронзы, алюминиевой бронзы
Серная кислота (концентрированная) — 20 мл; вода — 80 мл	Травление погружением в течение 30 с при температуре 70 °С. Закалка в холодной воде	Выявляет структуру сплавов: алюминий — медь — железо — марганец; алюминий — железо — марганец; алюминий — медь — железо
Азотная кислота (концентрированная) — 25 мл; вода — 75 мл	Травление погружением в течение 40 с при температуре 70 °С. Закалка в холодной воде	Выявляет микроструктуру сплавов алюминий — железо — кремний
Фтористоводородная (концентрированная кислота) — 1 мл; соляная кислота (концентрированная) — 1,5 мл; азотная кислота — 2,5 мл; вода — 95 мл	Травление погружением в течение 20 с, обмыть под струей теплой воды	Выявляет микроструктуру сплавов типа дуралюмина

ГЛАВА 5. КИСЛОТЫ, ОСНОВАНИЯ, СОЛИ

5.1. 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.

К и с л о т ы — это 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.

Реакции образования некоторых кислот следующие: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ — угольная кислота; $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ — сернистая кислота; $\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$ — серная кислота.

По числу атомов водорода, способных замещаться атомами металла, кислоты делятся на одно-, двух-, трех- и четырехосновные.

В водных растворах кислоты диссоциируют на ионы водорода и ионы кислотных остатков. Кислоты с многовалентными остатками диссоциируют ступенчато. Например, фосфорная кислота диссоциирует в три стадии: $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$; $\text{H}_2\text{PO}_4^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HPO}_4^{2-}$; $\text{HPO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{PO}_4^{3-}$.

Таким образом, ионы водорода при диссоциации могут отщепляться от молекулы кислоты постепенно. Группы атомов (вместе с водородом), обладающие зарядом, составляют так называемые *кислотные остатки*. Например, фосфорная кислота образует три кислотных остатка (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}) и относится к трехосновным кислотам; серная H_2SO_4 и угольная H_2CO_3 — к двухосновным; азотная HNO_3 , соляная HCl и уксусная CH_3COOH — к одноосновным. Характеристики важнейших кислот приведены в табл. 5.1.

Рассмотрим некоторые из них.

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 -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. Характерное свойство HNO_3 — ее ярко выраженная окислительная способность. Многие неметаллы легко окисляются ею, превращаясь в соответствующие кислоты.

Табл. 5.1. Характеристики важнейших кислот

Название кислоты	Формула	Валентность кислотного остатка	Наименование полученной соли
Хлористо-водородная (соляная)	HCl	I	Хлорид
Азотная	HNO_3	I	Нитрат
Серная	H_2SO_4	II	Сульфат
Фосфорная (ортофосфорная)	H_3PO_4	III	Ортофосфат
Цианисто-водородная (синильная)	HCN	I	Цианид
Борная (ортоборная)	H_3BO_3	III	Борат
Метаборная	HBO_2	I	Метаборат
Тетраборная	$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	II	Тетраборат
Хромовая	$\text{H}_2(\text{Cr}_2\text{O}_7)$	II	Бихромат
Фтористо-водородная (плавиковая)	HF	I	Фторид
Кремниевая	H_2SiO_3	II	Силикат
Угольная	H_2CO_3	II	Карбонат
Сернистая	H_2SO_3	II	Сульфит
Сероводородная	H_2S	II	Сульфид
Азотистая	HNO_2	I	Нитрит
Хлорная	HClO_4	I	Перхлорат
Марганцевая	HMnO_4	I	Перманганат

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 HNO_3 с активными металлами (железом, цинком) образуется диоксид азота NO_2 , которая 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 HNO_3 переходят в пассивное состояние.

Применяется азотная кислота для приготовления пробирных реактивов и «царской водки» (смесь одного объема HNO_3 и трех-четырех объемов концентрированной соляной кислоты); травления примесей драгоценных металлов (за исключением серебра); для получения азотных удобрений, взрывчатых веществ, органических красителей, целлюлозных лаков, киноплёнки и др.

Соляная кислота HCl образуется при растворении хлористого водорода в воде. Бесцветная жидкость с резким запахом, на воздухе «дымит». Максимальная концентрация соляной кислоты около 36%, плотность 1190 кг/м³.

Для технических целей чаще всего применяется разбавленная HCl (20—27,5%). Хорошо растворяется в воде и подобно другим сильным кислотам энергично взаимодействует с металлами и оксидами металлов, является одним из важнейших продуктов химической промышленности.

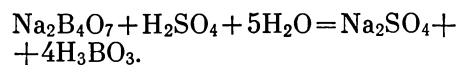
Широко применяется в различных отраслях производств, медицине, сельском хозяйстве, в гидрометаллургии и гальванопластике, при паянии и лужении (она очищает поверхность металлов перед их обработкой).

Серная кислота H_2SO_4 — сильная двухосновная кислота. Безводная серная кислота — бесцветная маслянистая жидкость с высокой плотностью 1840 кг/м³; температура кипения 338 °С. При температуре 10,45 °С застывает в кристалли-

ческую массу. С водой и серным ангидридом SO_3 смешивается в любых соотношениях. Однако смешивать концентрированную серную кислоту с водой следует очень осторожно (вливать в воду небольшими порциями или тонкой струйкой). Растворяют H_2SO_4 в воде только в термостойкой посуде.

Серная кислота очень гигроскопична и поэтому часто применяется для осушения газов. Способностью поглощать воду объясняется и обугливание многих органических веществ под действием кислоты. Концентрированная H_2SO_4 в подогретом состоянии растворяет все металлы, кроме золота, платины и некоторых металлов платиновой группы. Ювелиры применяют серную кислоту для травления, определения пробы серебра, как компонент кислых ванн при меднении. H_2SO_4 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 др.

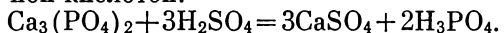
Борная кислота H_3BO_3 — слабая неорганическая кислота; в свободном виде — бесцветные кристаллы с плотностью 1480 кг/м³. Умеренно растворима в воде. При нагревании до 100 °С кислота теряет воду, переходя сначала в метаборную кислоту HBO_2 , при дальнейшем нагревании — в борный ангидрид (оксид бора) B_2O_3 . Получается действием серной кислоты на горячий раствор тетрабората натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$:



Применяется для приготовления флюса при пайке драгоценных металлов, в изготовлении эмалей, глазурей, в производстве специальных сортов стекла, в бумажном и кожевенном производстве, в качестве дезинфицирующего средства в медицине.

Ортофосфорная кислота H_3PO_4 — слабая неорганическая кислота; бесцветные прозрачные кристаллы, плавящиеся при 315,35 К; плотность 1800 кг/м³. Хорошо растворяется в воде. Лабораторный метод ее получения — окисление фосфора 30%-ной HNO_3 ; в промышленности — экстракционный и термический методы.

В основе экстракционного метода лежит обработка природных фосфатов серной кислотой:



Образующуюся 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.

Применяется при изготовлении реактивов, электролитов (для создания защитных покрытий на металлах), удобрений для сельского хозяйства. Фосфаты кальция и аммония используются при производстве эмалей и в фармацевтической промышленности.

5.2. Общие сведения об основаниях

О с н о в а н и я — вещества, содержащие гидроксильную группу OH и диссоциирующие в водном растворе с образованием иона OH^- . Большинство оснований нерастворимо в воде. Растворимые основания называются *щелочами*.

$\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH}$ — гидроксид натрия (едкий натр);
 $\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KOH}$ — гидроксид калия (едкий кали).

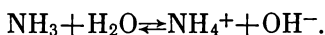
Для распознавания кислоты или основания (щелочи) применяют *индикаторы*. Основания являются жирными на ощупь и окрашивают красную лакмусовую бумажку в голубой цвет. Характе-

ристики важнейших оснований приведены в табл. 5.2.

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, т. е. распадается на ионы



Существует гидроксид аммония только в диссоциированной форме, распавшейся 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.

5.3. Виды солей и способы их образования

С о л и — 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, на-

Табл. 5.2. Характеристики важнейших оснований

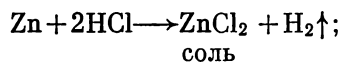
Основание	Щелочь	Формула	Валентность
Едкий натр	Натриевая щелочь	OH	I
Едкий кали	Раствор едкого кали	KOH	I
Гидроксид аммония	Нашатырный спирт	H_4OH	I

Табл. 5.3. Характеристики солей

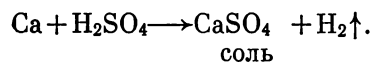
Соли	Бытовое название солей	Формула	Валентность	Названия кислот, образующих соли
Цианид калия	Цианистый калий	KCN	I	Синильная
Цианид натрия	Цианистый натрий	NaCN	I	То же
Цианид меди	—	CuCN	I	»
Цианид серебра	—	AgCN	I	»
Цианид золота	—	AuCN	I	»
Тетраборат натрия	Бура	Na ₂ B ₄ O ₇	II	Тетраборная
Бихромат калия	—	K ₂ Cr ₂ O ₇	II	Двухромовая
Бихромат серебра	—	Ag ₂ Cr ₂ O ₇	II	То же
Карбонат кальция	Мел	CaCO ₃	II	Угольная
Карбонат калия	Поташ	K ₂ CO ₃	II	То же
Карбонат натрия	Сода	Na ₂ CO ₃	II	»
Карбонат цинка	—	ZnCO ₃	II	»
Карбонат меди	Патина	CuCO ₃	II	»
Нитрат калия	—	RNO ₃	I	Азотная
Нитрат натрия	Чилийская селитра	NaO ₃	I	То же
Нитрат меди	—	Cu(NO ₃) ₂	II	»
Нитрат ртути	—	HgNO ₃	I	»
Нитрат серебра	Адский камень	AgNO ₃	I	»
Хлорид натрия	Поваренная соль	NaCl	I	Соляная
Хлорид калия	—	KCl	I	То же
Хлорид цинка	—	ZnCl ₂	I	»
Хлористое олово	—	SnCl ₂	II	»
Хлористое серебро	Хлористое серебро	AgCl	I	Соляная
Хлорид золота	—	AuCl ₃	III	То же
Хлорид аммония	Нашатырь	(NH ₄)Cl	I	»
Сульфат кальция	Гипс	CaSO ₄	II	Серная
Сульфат меди	Медный купорос	CuSO ₄	II	То же
Сульфид калия	—	K ₂ S	II	Сероводородная
Сульфид серебра	—	Ag ₂ S	II	То же
Ацетат меди	Ярь-медянка	Cu(CH ₃ COO) ₂	I	Уксусная

пример гидросульфат натрия NaHSO₄; простые, основные, двойные, смешанные и комплексные (табл. 5.3).

Напишем уравнения образования некоторых из них. Цинк и соляная кислота образуют хлористый цинк (хлорид) и водород:

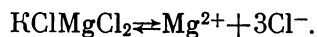


кальций и серная кислота — сернокислый кальций (сульфат кальция) и водород:

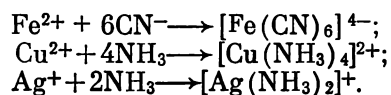


Простыми солями называют соли, дающие простые ионы (например, NaCl, NaNO₃, K₂SO₄); двойными — содержащими катионы разных металлов (например, KClMgCl₂·6H₂O — карналлит; K₂SO₄Al₂(SO₄)₃·24H₂O — алюмокалиевые

квасцы). 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:



Резкой границы между простыми, двойными и комплексными солями не существует. Наибольшую способность к образованию комплексных соединений

проявляют элементы, располагающиеся в середине больших периодов системы Д. И. Менделеева (например, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn).

Названия солей зависят от входящих в них кислотных остатков и металлов, их образовавших. По окончанию названия соли можно судить о содержании кислорода в соответствующей кислоте. Например, окончание «ид» будет у солей, образовавшихся из кислот бескислородных; «ат» — у солей, получившихся из кислот с нормальным содержанием кислорода; «ит» — у солей, образовавшихся из кислот с пониженным содержанием кислорода.

5.4. Безопасность труда при работе с химическими веществами

Многие химические вещества, применяемые для художественной обработки металлов, при неосторожном обращении с ними могут привести к несчастным случаям: ожогам, поражению слизистой оболочки глаз и органов дыхания, общему отравлению организма.

Особо опасным относятся: пары синильной, азотной, соляной кислот; газообразные фтор, бром, мышьяковистый и сурьмянистый водород, сероводород, многие органические вещества; соли — цианиды калия, натрия, меди, серебра, золота; кислоты — азотная, серная, соляная и их водные растворы с концентрацией выше 15%; щелочи — раствор едкого кали, натриевая щелочь с концентрацией выше 5%; нашатырный спирт с концентрацией аммония выше 10% и соединения меди.

Эти вещества должны храниться в стеклянных сосудах с хорошо притертыми пробками и надписью «Осторожно — яд!». Посуда для хранения вредных химических веществ должна по своей форме и виду отличаться от всех бутылок и сосудов, применяемых в быту для хранения пищевых продуктов.

При работе с химическими веществами следует соблюдать основные меры безопасности:

содержать рабочее место в чистоте, не загромождать ненужной посудой, приборами;

нельзя пить воду из химической посуды, бывшей в употреблении; работать с большим количеством реактивов; вливать кислоту в воду, а не наоборот; принимать пищу и курить на рабочем месте; не допускать попадания ядовитых веществ на тело или одежду; производить работы с ядовитыми химикатами, выделяющими вредные газы, только в вытяжном шкафу в резиновых перчатках и защитных очках; завершив работу, немедленно убрать ядовитые химикаты в шкаф и закрыть на ключ; тщательно вымыть руки с мылом, прополоскать рот водой.

Перечень предметов медицинской аптечки по оказанию первой помощи

1. Бинт. 2. Гигроскопическая вата. 3. Салфетки для компрессов. 4. Пинцет. 5. Кровоостанавливающие жгуты. 6. Булавки. 7. Ватермановые капли. 8. Йодная настойка (5%-ный раствор). 9. Анальгин. 10. Нашатырный спирт (концентрированный раствор). 11. Перекись водорода (3%-ный раствор). 12. Подсолнечное или вазелиновое масло. 13. Перманганат (1%-ный раствор и кристаллический). 14. Уксусная кислота (2%-ный раствор). 15. Пищевая сода (10%-ный раствор). 16. Пищевая сода (кристаллическая). 17. Крахмал (2%-ный раствор). 18. Гипосульфит (2%-ный раствор). 19. Активированный уголь. 20. Оксид магния (сухая). 21. Известковая вода (насыщенный раствор). 22. Глауберова соль (кристаллическая). 23. Медный купорос (кристаллический). 24. Вазелин. 25. Мензурка на 100 мл. 26. Столовая ложка.

Ожоги. Подразделяются на термические и химические. Термические возникают при неаккуратном обращении с нагретыми до высокой температуры предметами или с нагревательными приборами.

Обожженное место следует охладить водой, снегом или льдом до практически полного прекращения боли. Затем на обожженные участки наложить сухие изолирующие повязки из чистого материала (бинт, марля, хлопчатобумажная ткань). Нельзя обрабатывать ожоги мазями, маслами, спиртовыми растворами.

Химические ожоги происходят при попадании на кожу концентрированных кислот, растворов едких щелочей и др. Особенно опасно действие концентрированной серной кислоты и твердых едких щелочей, вызывающих труд-

нозаживающие ожоги тканей. При попадании на кожу рук или других частей тела кислот или щелочей их следует немедленно обмыть большим количеством холодной воды на протяжении 20—30 мин. Затем дополнительно: в случае ожога кислотами — 5—6%-ным раствором углекислого натрия или аммония; щелочами — 2—3%-ным раствором уксусной кислоты. При сильном ожоге пострадавшим необходимо дать теплый чай, минеральную или подсоленную щелочную воду (на стакан воды по чайной ложке поваренной соли и питьевой соды) и доставить в больницу.

При попадании кислоты в глаза их следует промыть водой и 3%-ным раствором углекислого натрия; при ожогах полости рта щелочью — прополоскать 3%-ным раствором уксусной или 2%-ным раствором борной кислоты; при ожогах кислотой — прополоскать 5%-ным раствором углекислого натрия.

Отравления. Аммиак — вдыхать пары уксусной кислоты; пить молоко, лимонной сок, 2%-ный раствор уксуса.

Оксиды азота — дать кислород; обратиться к врачу.

Бром — вдыхать пары аммиака или слабый раствор сероводородной воды; в случае ожога рук или лица смазать обожженные места ланолином или любым жиром; обратиться к врачу.

Мышьяковистые соединения — немедленно вызвать рвоту; пить жженую магнезию, разведенную в воде, жир или масло; обратиться к врачу.

Оксид углерода — перевести пострадавшего в хорошо проветриваемое помещение и дать кислород; при затрудненном дыхании применить искусственное дыхание; немедленно вызвать врача.

Диоксид серы — вывести пострадавшего на свежий воздух; при тяжелом отравлении применить искусственное дыхание.

Сероводород — вывести пострадавшего на свежий воздух; при тяжелом отравлении сделать искусственное дыхание, дать кислород.

Свинцовые соединения — растворить в теплой воде сульфат натрия или сульфат магния (1:10) и дать выпить пострадавшему, затем пить моло-

ко, яичный белок, большое количество адсорбирующего угля.

Ртутные соединения — немедленно вызвать рвоту; до прибытия врача больному давать молоко, яичный белок в молоке, раствор адсорбирующего угля или гидроксида магния.

Серная кислота — немедленно вызвать врача; дать пострадавшему выпить раствор жженой магнезии (15,0:1000 мл. воды), раствор яичного белка (5 белков на 1 л воды); вызывать рвоту противопоказано.

Синильная кислота или цианистый калий — дать выпить рвотное и немедленно вызвать врача; сделать искусственное дыхание, холодное обливание затылка с высоты 0,5 м и растирание; поить концентрированным раствором глюкозы или сахара.

Соляная или уксусная кислота — дать выпить раствор жженой магнезии, молоко, маслянистые эмульсии; при стесненном дыхании применить искусственное дыхание; обратиться к врачу; вызывать рвоту противопоказано.

Хлор — вывести пострадавшего на воздух; давать нюхать смесь слабого раствора аммиака с винным спиртом.

Бензин, бензол — дать выпить рвотное и валериановые капли; произвести искусственное дыхание и растирание тела.

Метиловый спирт — немедленно дать кислород; срочно вызвать врача.

Ниже приведена допустимая концентрация вредных газов и паров в производственных помещениях (мастерских чеканки) (табл. 5.4).

Табл. 5.4. Допустимая концентрация вредных газов и паров в производственных помещениях

Вредные газы и пары	Концентрация газов и паров, мг/л
Ацетон	0,2
Бензин	0,03
Бензол	0,1
Бром	0,002
Нитробензол	0,005
Оксид азота	0,005
Оксид углерода	0,03
Скипидар	0,03
Сероводород	0,01
Фенол	0,005
Хлор	0,001
Хлористый водород	0,01

ЧАСТЬ II

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ

Глава 6. Слесарно-кузнечные работы

- 6.1. Разрезание листового металла и распиливание профильных заготовок
- 6.2. Опиливание металла. 6.3. Ручная свободная ковка
- 6.4. Оборудование, приспособления и инструмент дляковки
- 6.5. Основные операции ручной свободнойковки
- 6.6. Защита поверхности кованых изделий

Глава 7. Чеканно-дифовочные и граверные работы

- 7.1. Чеканка
- 7.2. Материалы и инструменты для производства чеканных работ
- 7.3. Оборудование, приспособления и подсобные материалы, используемые при чеканке
- 7.4. Технология чеканки. 7.5. Примеры чеканных работ
- 7.6. Чеканка объемных изделий скульптурного типа
- 7.7. Чеканка объемных форм. Дифовка
- 7.8. Басма. 7.9. Плоскостное гравирование
- 7.10. Обронное гравирование

Глава 8. Сканно-эмальерные работы. Художественное травление металла

- 8.1. Филигрань. 8.2. Эмалирование.
- 8.3. Травление металла

Глава 9. Получение неразъемных соединений

- 9.1. Паяние. 9.2. Сварка. 9.3. Клепка.
- 9.4. Склеивание

Глава 10. Механические способы отделки изделий

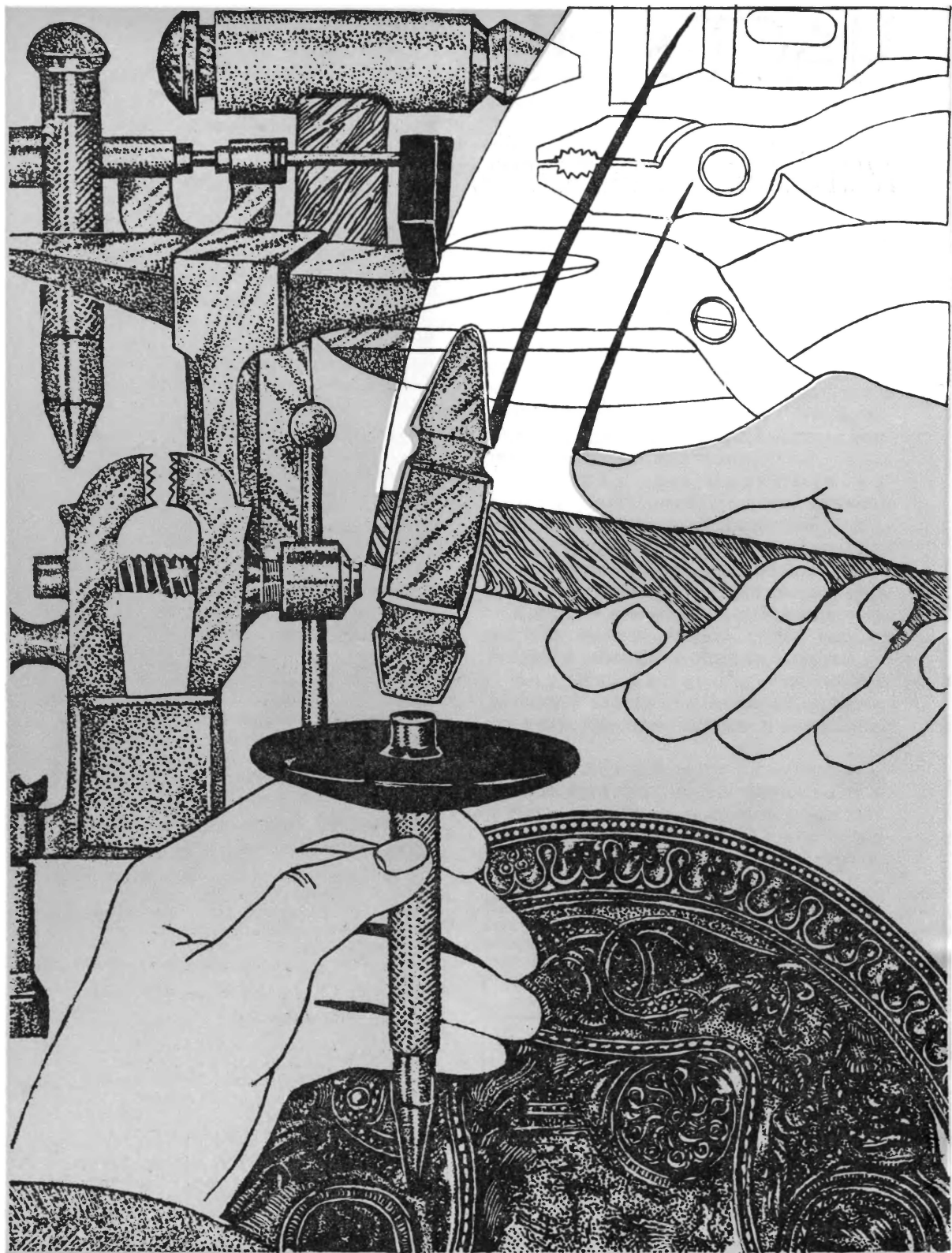
- 10.1. Декоративное шлифование, полирование и другие виды механической отделки изделий
- 10.2. Шлифующие и полирующие материалы
- 10.3. Оборудование и инструменты

Глава 11. Химические способы отделки изделий

- 11.1. Отделка изделий из меди
- 11.2. Отделка изделий из латуни
- 11.3. Отделка изделий из алюминия
- 11.4. Отделка изделий из железных сплавов
- 11.5. Отделка изделий из серебра

Глава 12. Электрохимические (гальванические) способы отделки

- 12.1. Подготовка поверхности изделия под покрытия
- 12.2. Электролитические покрытия



6.1. Разрезание листового металла и распиливание профильных заготовок

Разрезание листового металла — это операция разъединения целого листа, полосы или ленты на части определенной формы и размеров, называемые *заготовками*.

Разрезанию предшествует *разметка* — операция по перенесению формы и размеров изделия с чертежа или рисунка на его поверхность. Различают *плоскостную* (контуры рисунка лежат в одной плоскости), *пространственную* (линии наносят в нескольких плоскостях или на нескольких поверхностях) и разметку по образцу или шаблону.

Для разметки применяют следующий инструмент: чертилку, линейку, угольник, разметочный циркуль, кернер, молоток, рейсмус, разметочную плиту и т. д. (рис. 6.1). Иногда поверхность, подлежащую разметке, предварительно окрашивают раствором мела (с добавлением дикстринового 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 (табл. 6.1.). Если толщина металла не позволяет разрезать заготовки ножницами, производят его распиливание ручной ножовкой или отрезным ножовочным станком.

Разрезание листового металла может быть *прямолинейным*, *криволинейным*

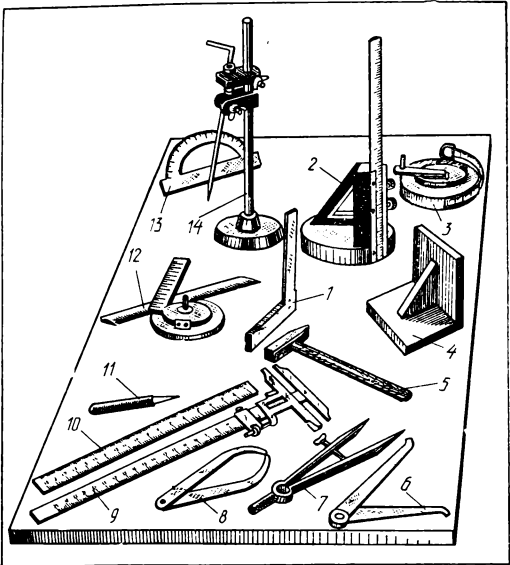


Рис. 6.1. Разметочная плита и инструменты для разметки:

- 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

и *смешанным* (рис. 6.2). При прямолинейном получают заготовки с прямолинейным контуром, квадратной, прямоугольной, ромбической и трапециевидальной формы; при криволинейном — круглой, эллипсоидальной и др.; при смешанном — сложной формы, например усеченный цилиндр, конус и др.

Инструментом для резки листового металла служат ножницы: ручные, ступовые и рычажные.

Ручные ножницы (рис. 6.3) изготавливают из стали у7 и у8. В зависимости от расположения режущей кромки (справа или слева от нижнего лезвия) они называются *правыми* или *левыми*. Ручные ножницы бывают с прямыми и кривыми режущими лезвиями. Первые применяются для разрезания листового металла по прямым линиям, вторые — для криволинейного и комбинированного разрезания, вырезки отверстий.

Ступовые ножницы служат для разрезания листового металла толщиной по 2—3 мм. Одна из ручек имеет

Табл. 6.1. Допустимая толщина листового металла, разрезаемого ручными ножницами

Металл	Допустимая толщина, мм	Металл	Допустимая толщина, мм
Сталь	0,7	Дюралюминий	1,0
Латунь	0,8	Алюминий	2,5
Мельхиор	0,4	Серебро 875-й пробы	0,8
Медь	1,5	Серебро чистое	1,0

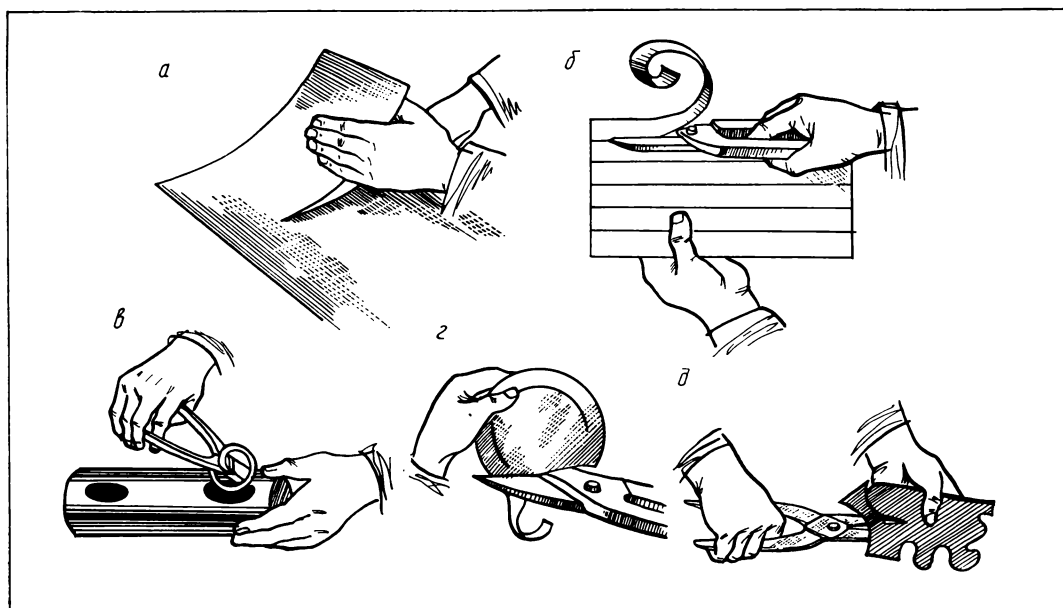


Рис. 6.2. Разрезание листового металла ножницами:

а — разрезание листа на широкие полосы; *б* — разрезание листа левыми ножницами; *в* — вырезание отверстия в детали; *г* — вырезание заготовки круглой формы; *д* — вырезание детали с криволинейными очертаниями

шип, расположенный под углом 90° , для закрепления ножниц на стуле или в тисках.

Рычажные ножницы (рис. 6.4) используются для разрезания листового металла толщиной до 5,0 мм большой длины. Иногда они снабжаются пневматическим приводом.

Для резки листового металла применяются механизированные процессы резки с помощью различных электрических, вибрационных, роликовых и пневматических ножниц.

Правила разрезания листового металла. Листовой металл разрезают ручными ножницами по заранее нанесенным разметочным линиям: левой рукой отгибают отрезаемую полосу, не делая резких перегибов. Это позволит не деформировать излишне заготовку, облегчит продвижение ножниц при разрезании и предохранит правую руку от пореза. Ножницы раскрывают приблизительно на $2/3$ длины лезвия, что способствует лучшему захвату металла и требует меньших усилий. Нельзя сжимать 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 заусенцы и сминание металла, а при излишне плотном — затруднится процесс резки и ускорится износ кромок лезвий. Плотность прижима регулируется винтом и гайкой, которыми скреплены обе половинки лезвий.

Ножницы с кривыми лезвиями применяются для резания металла по криволинейному контуру: левыми по часовой стрелке, правыми — против часовой.

Необходимое правило при резании — перпендикулярность положения режущих кромок ножниц по отношению к разрезаемому листу.

Распиливание металла. Применяется при необходимости получить заготовку заданной формы и толщины. Профильный металл, трубы, отливки распиливают ручными или механическими ножовками. Ручные ножовки могут быть с раздвижными станками (рамками) и цельными. Преимущество первых в том, что к ним подходят ножовочные

полотна разных размеров: с мелким (шаг 0,8—1 мм) и крупным (шаг 1,25—1,6 мм) зубом. Полотно в станок ножовки вставляется острием зубьев вперед (от рукоятки) и натягивается барашковой гайкой. Степень натяжения проверяется поворотом полотна на $\frac{1}{8}$ часть окружности. При малом и чрезмерно большом натяжении полотно в процессе работы быстро ломается. Металл зажимают в тисках (применяют эластичные губки или оправки для круглого профиля, смазывают ножовочное полотно машинным маслом (при толстых заготовках) и трехгранным напильником для облегчения начала врезания делают надпил. Затем, взяв ножовку правой рукой за рукоятку, а левой поддерживая передний конец в горизонтальном положении, начать распиливание (рис. 6.5). В процессе работы левая рука производит легкий нажим, а правая — перемещает ножовку. Во время движения назад нажим не производится. Холостой ход предотвращает затупление зубьев полотна. Граненые изделия распиливают с гра-

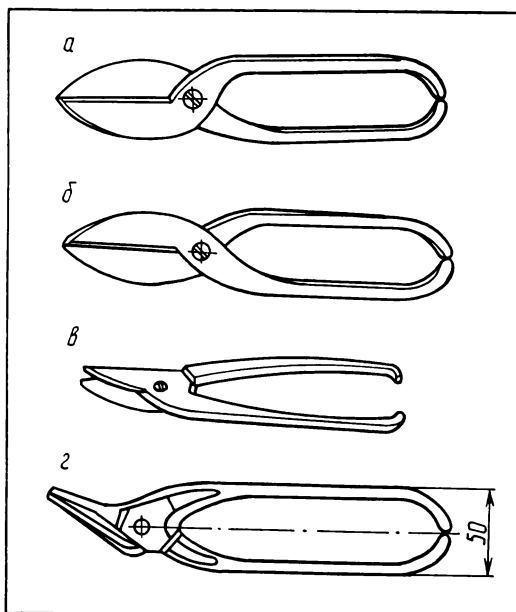


Рис. 6.3. Ручные ножницы:
а — прямые правые; б — прямые левые; в — кривые левые; г — специальной конструкции

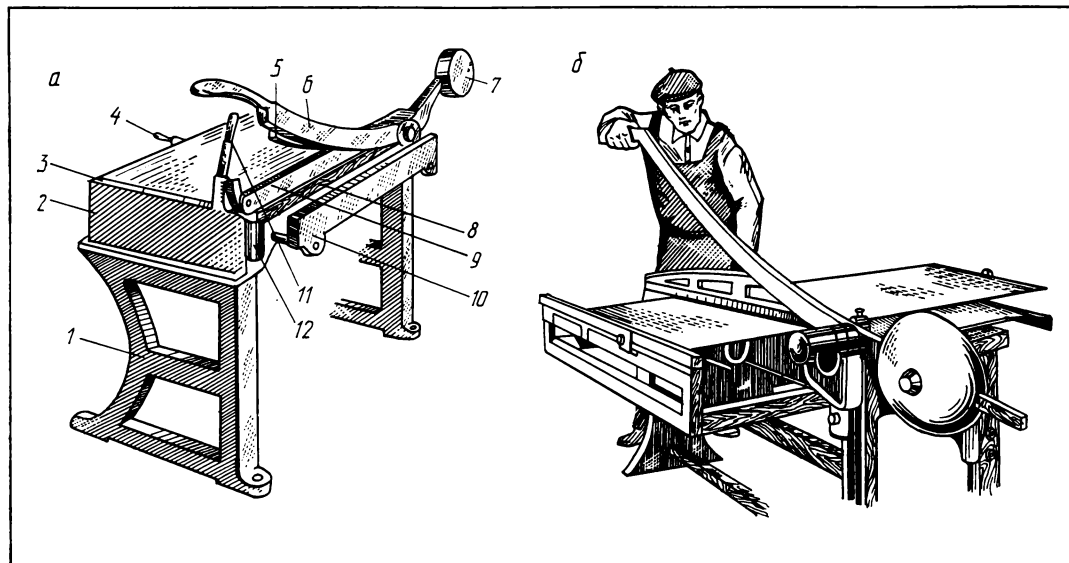


Рис. 6.4. Рычажные ножницы:

а — устройство: 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; б — ножницы в работе

ни, полосовой металл — по узкой грани, очень тонкий металл — по широкой грани. При распиливании труб ножовку вначале держат горизонтально, а после пропиливания стенки трубы последнюю наклоняют на себя. Затем заготовку поворачивают в тисках на $40-90^\circ$ от себя и продолжают работу. Новые ножовочные полотна используются для разрезания цветных металлов, а немного затупленные — для стали и чугуна.

При производстве ювелирных работ применяются специальные ювелирные лобзики.

6.2. Опиливание металла

Опиливание — слесарная операция, заключающаяся в срезании слоя материала с заготовки напильником вручную или на станках.

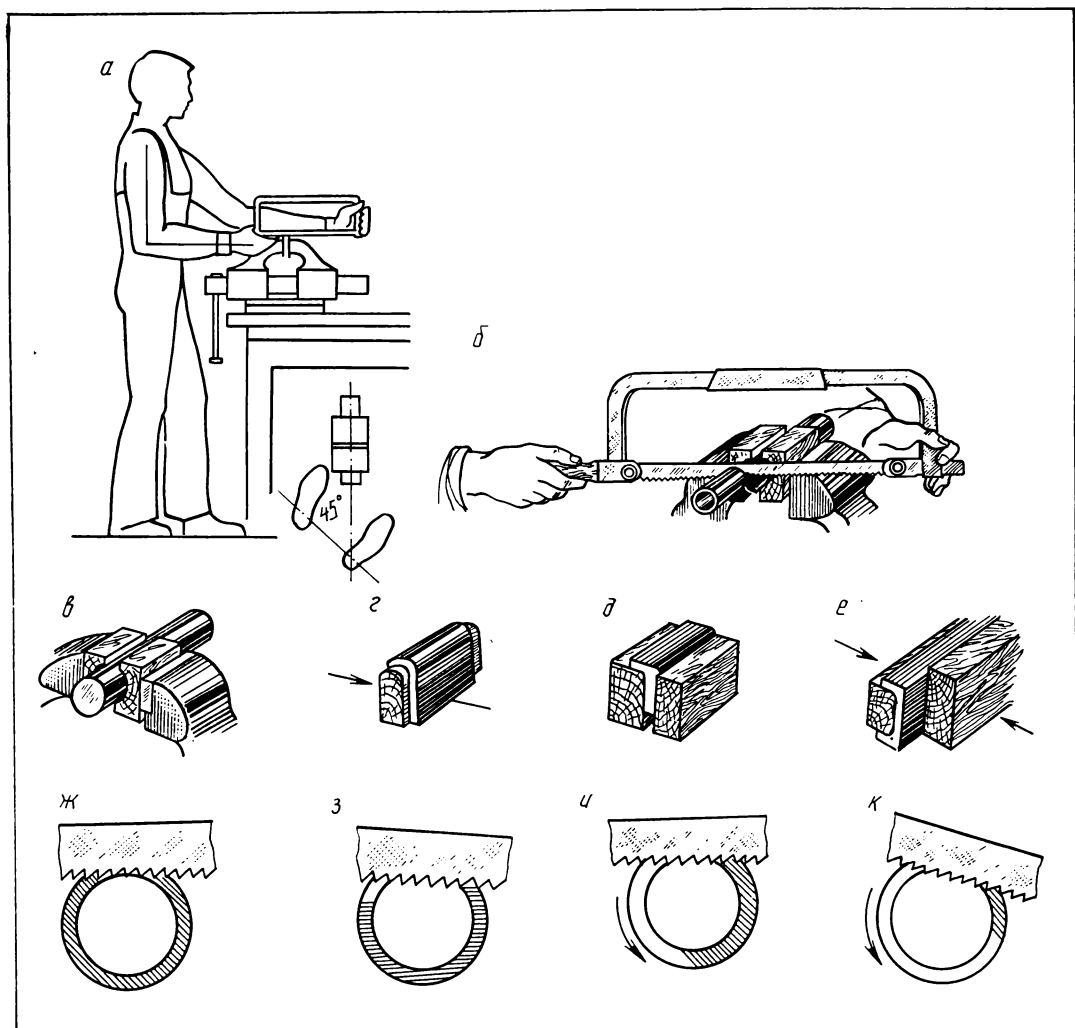


Рис. 6.5. Распиливание металла:

а — положение работающего относительно тисков при выполнении разрезания заготовки; б — положение рук при разрезании ножовкой; в — крепление трубы в тисках; г, д, е — крепление заготовок из профиля с оправками; ж, з, и, к — положение ножовки при разрезании труб

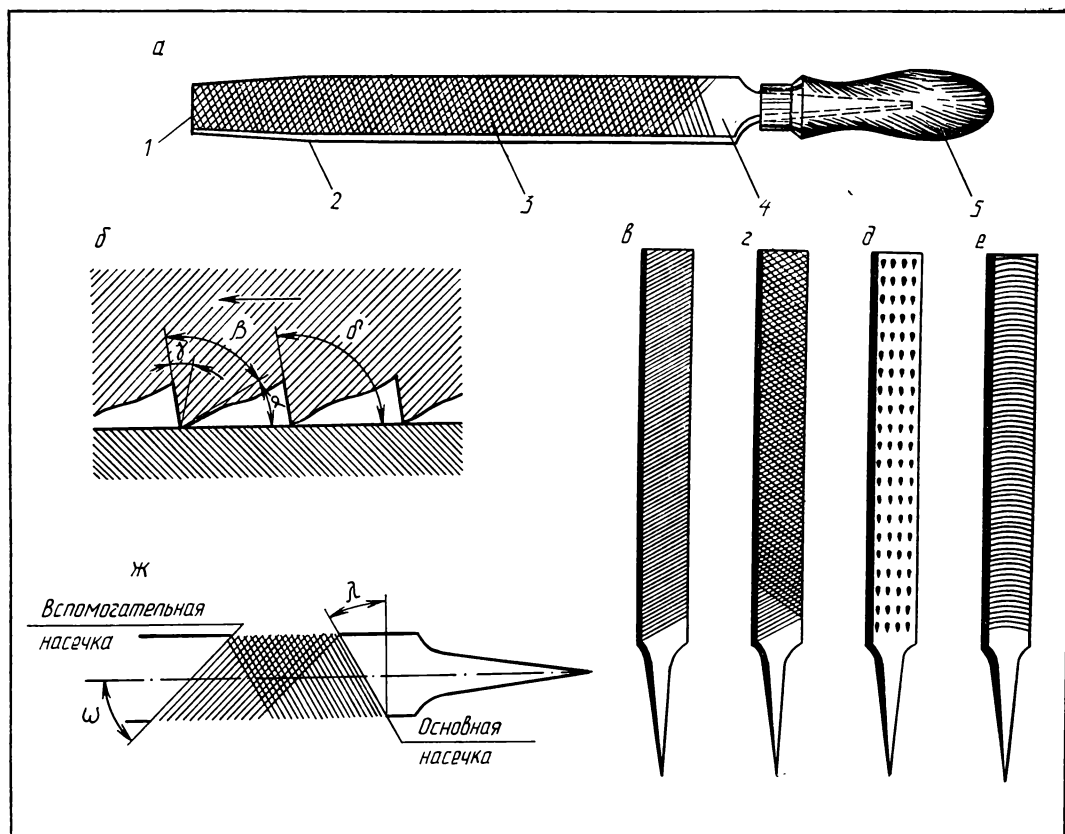


Рис. 6.6. Напильники:

а — элементы напильника: 1 — нос; 2 — ребро; 3 — грань; 4 — пятка; 5 — ручка; *б* — профиль зуба, полученного насечкой: угол резания $\alpha = 106^\circ$, задний угол $\alpha = 36^\circ$, угол заострения $\beta = 70^\circ$, передний угол γ отрицательный $12-15^\circ$; *в* — одинарная насечка; *г* — двойная насечка; *д* — распильная насечка; *е* — дуговая насечка; *ж* — углы перекрестной насечки, основная насечка под углом $\lambda = 25^\circ$, вспомогательная — $\omega = 45^\circ$

Напильниками обрабатывают заготовки плоские, выпуклые, вогнутые, криволинейные поверхности, пазы, канавки, отверстия любой формы и т. д. Различают опилование грубое (черновое), когда удаляют слой металла более 0,2 мм, и тонкое (чистовое), когда снятый слой не превышает 0,1 мм. Для обработки заготовок разной твердости и формы применяют различные по назначению, размерам и форме напильники.

Виды напильников. Различаются по частоте насечки, профилю сечения и длине. Изготавливаются из инструментальной углеродистой стали марок у10, у10А, у12А, у13, у13А или хромистой стали марок ШХ6, ШХ9 и ШХ15. По числу насечек напильники делятся на

шесть номеров от 0 до 5 (0 — самая крупная насечка, 5 — самая мелкая).

По виду насечки напильники бывают с одинарной, двойной (прямой и дуговой) и распильной насечками (рис. 6.6). Напильники с одинарной насечкой применяют при опиловании мягких металлов (латунь, цинк, медь, свинец и т. д.); с двойной — стали, чугуна; с распильной — дерева, резины, кости, рога, кожи.

Небольшие напильники называются *надфилями* (рис. 6.7). Они делятся также на шесть номеров (классов) в зависимости от числа насечек на 1 см длины надфиля: 1-й класс — драчевые; 2-й — личные; 3—6-й — бархатные.

По форме сечения надфили

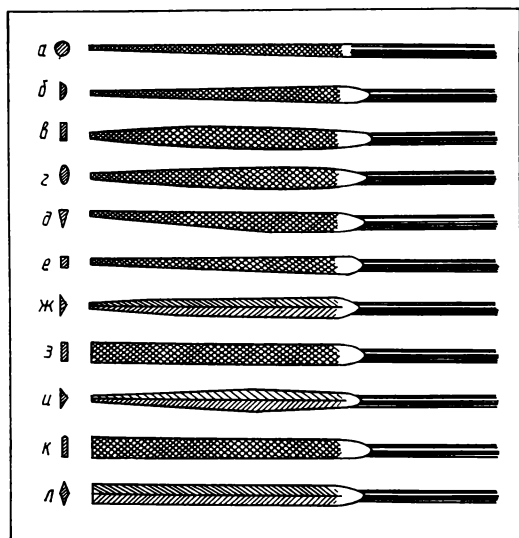
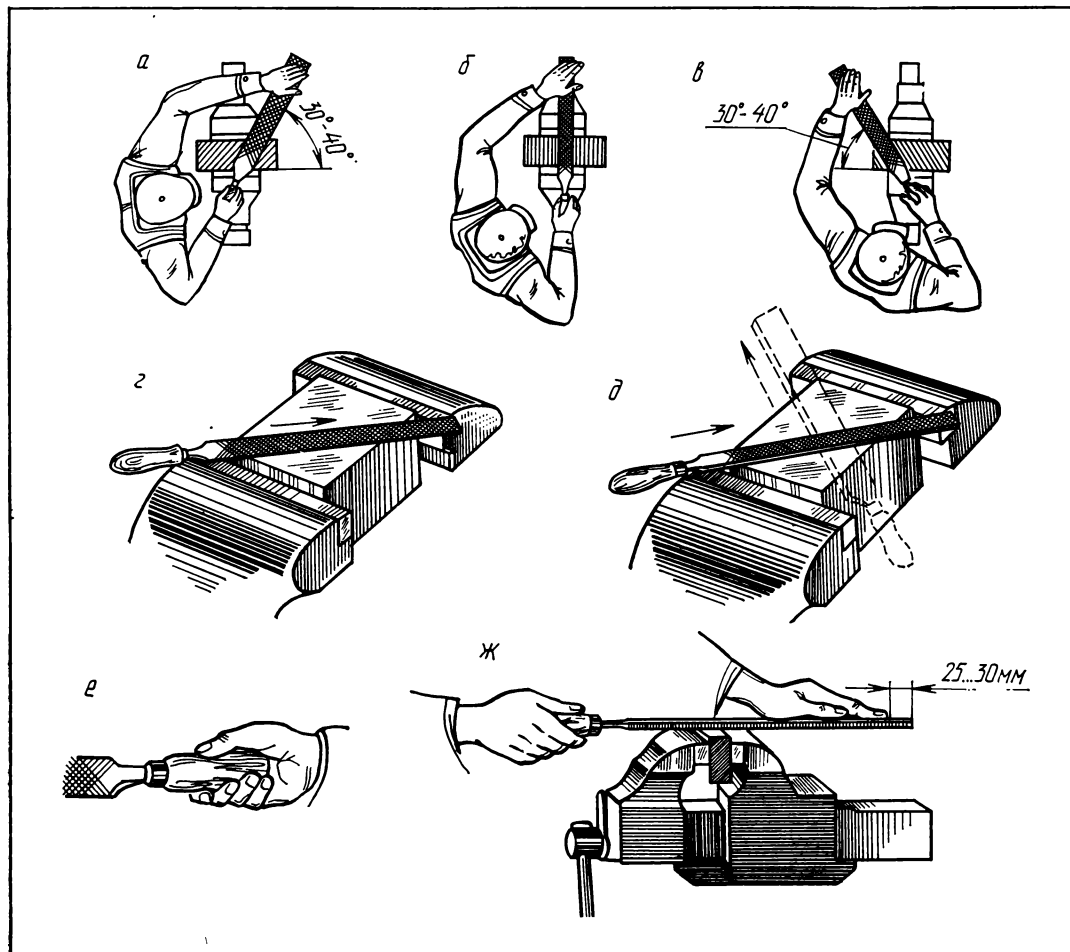


Рис. 6.7. Надфили:

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

Рис. 6.8. 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



могут быть круглые, полукруглые, плоские, остроносые, овальные, ножовочные, квадратные, трехгранные обыкновенные, плоские тупоносые, трехгранные одно-сторонние, пазовые и ромбовидные.

Общая длина надфиля — 120 и 160 мм. Длина нарезной части — 40, 60, 80 мм. Надфили с длиной рабочей части 60 и 80 мм изготавливаются всех типов, а трехгранные односторонние и ножовочные, кроме того, еще с длиной рабочей части 40 мм.

Правила и приемы опиливания. Для того чтобы успешно вести работу по опиливанию заготовки, надо убедиться, что длина выбранного напильника на 150 мм больше длины обрабатываемой поверхности. Опиливание мягких металлов не рекомендуется производить напильниками с мелкой насечкой, так как промежутки вокруг режущих зубьев сразу же забьются стружкой. Перед опиливанием необходимо удалить с поверхности заготовки остатки окалины, припоя, флюса или других твердых примесей. Заготовку закрепляют в середине губок тисков так, чтобы при работе не повредить тиски (чуть выше губок), и начинают обработку сначала более грубым напильником, а по достижении определенного размера — мелким.

Для получения более гладкой поверхности напильник натирают мелом. Последний удерживает мелкие опилки в насечке, тем самым предохраняя опиловую поверхность от царапин.

Форма напильника должна соответствовать форме заготовки. Круглым напильником нельзя обрабатывать плоские поверхности, и наоборот.

При обработке ровной поверхности (рис. 6.8) движение напильника должно происходить в одной плоскости с поверхностью заготовки. Инструмент берут в правую руку, ручка упирается в ладонь, большой палец — сверху. Левую ладонь кладут на конец напильника и, прижимая его к обрабатываемой заготовке, перемещают вперед с равномерным нажимом, свободно отводя назад без нажима. Во избежание потери опоры и изменения положения напильника его нельзя отрывать от изделия. При работе необходимо следить, чтобы напильник не отклонялся вниз. Это приведет к скруглению поверх-

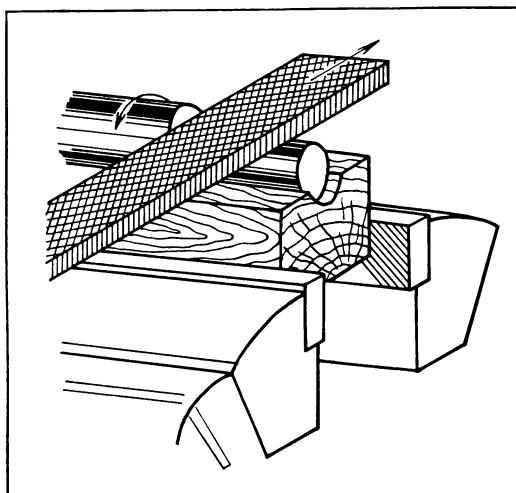


Рис. 6.9. Опиливание цилиндрической поверхности

ности. Опиливание производят перекрестным штрихом, меняя направления движения напильника на 90°.

Опиливание криволинейной поверхности производят движениями напильника, соответствующими кривизне (выпуклости) заготовки.

При обработке круглой (цилиндрической) поверхности (рис. 6.9) соответствующую часть заготовки сначала опиляют на квадратное сечение, затем на шестигранное и наконец опилением углов граней добиваются круглой формы. Равномерное скругление поверхности в процессе опилования достигается непрерывным поворачиванием заготовки в деревянном бруске, зажатом в тисках с желобком посередине.

Механизированные способы опилования предполагают работы с помощью специальных опилоочных станков с гибкими и жесткими валами и специальными абразивными головками.

Правила ухода за напильниками. Напильники должны периодически очищаться от грязи и опилок. Сильно загрязненный напильник опускают на 8—10 мин в 10%-ный раствор серной кислоты, промывают в проточной воде, очищают стальной щеткой, еще раз промывают в растворе каустической соды и в горячей воде и немедленно просушивают. Во время работы нельзя брать за

рабочую поверхность замасленными руками. Напильники, загрязненные маслом, чистят древесным углем или (после промывки в растворе каустической соды и едкого натра) металлической щеткой, промывают и просушивают. Металлическую щетку ведут только в направлении верхней насечки, по направлению острия ее зубьев.

Не следует хранить напильники в ящиках с другим инструментом и рядом с соляной кислотой, применять не по назначению.

6.3. Ручная свободнаяковка

Ковка — способ обработки металлов давлением, при котором инструмент оказывает многократное прерывистое воздействие на нагретую заготовку, в результате чего она, деформируясь, постепенно приобретает необходимую форму и размеры.

Поддаются ковке металлы с низким сопротивлением деформации, обладающие достаточной степенью пластичности, вязкости, тягучести, и, как правило, в нагретом состоянии. Без предварительного нагрева можно ковать драгоценные (золото, серебро), а также цветные (медь, алюминий и их сплавы) металлы.

При холодной ковке металл, деформируясь под действием ударов, быстро теряет пластичность и тягучесть, начинает растрескиваться, разрываться. Чтобы избежать подобных дефектов, необходимо вовремя произвести отжиг заготовки, после чего металл снова приобретает свои первоначальные качества. По мере изготовления изделия отжиг выполняют неоднократно. Основное применение холоднойковки — в ювелирном деле.

Горячаяковка используется для производства различных кованых изделий: светильники, фонари, решетки, башенные часы, кованая пластика, скульптура, различный инструмент. Материалом является малоуглеродистая сталь (ковочное железо). Для изготовления художественных кованых изделий применяется углеродистая сталь обыкновенного качества. Лучшей является сталь с наименьшим содержанием углерода: С0 (углерода до 0,23), С1 (углерода 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 гораздо дороже.

При изготовлении кузнечных, чеканых, слесарных инструментов применяют инструментальную углеродистую сталь с содержанием углерода от 0,6 до 1,4% (табл. 6.2) 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 концаковки, зависящий от химического состава и структуры обрабатываемого металла. В среднем температура началаковки 1100—1300, конца — 800—900 °С (табл. 6.3).

Устройство для нагрева металла называется *кузнечным горном*. В художественной ковке он 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, сварные, клепаные.

Горн (рис. 6. 10) состоит из кирпичной кладки, вытяжной трубы 1 с вытяжным зонтом (колпаком) 2. На поверхности кладки сделано углубление для горнового гнезда 5 и второе — для ванны с водой 3. В нижней части предусмотрена ниша для хранения угля 4. Через сопло 6 воздух от меха 7, приводимого в действие неравноплечим рычагом, подается в горновое гнездо. Высота кирпичной кладки 700—800, ширина и глубина 1000—1100 мм. Для большей прочности горн связывается каркасом из угловой стали. Горновое гнездо облицовано огнеупорным шамотным кирпичом (длина и ширина 200—400, глубина — 100—150 мм).

Топливо, сжигаемое в горнах (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. Из перечисленных видов топлива наилучшим является древесный

уголь, который при сгорании не выделяет серы и имеет малое количество золы, что в экономическом отношении сравнительно дешевле.

Правила розжига и обслуживания горна:

очистить горновое гнездо от остатков топлива, шлака, кусков кирпича и золы, а сопло (фурму) — от шлака и продуть воздухом;

проверить газоплотность воздухопровода и его заслонки;

разжигать горн промасленными тряпками, дровами, деревянной стружкой или горячими углями, взятыми из работающего горна;

открыть заслонку воздухопровода, постепенно подавать топливо и добавлять воздух, добиваясь при этом яркого, слегка коптящего пламени;

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.

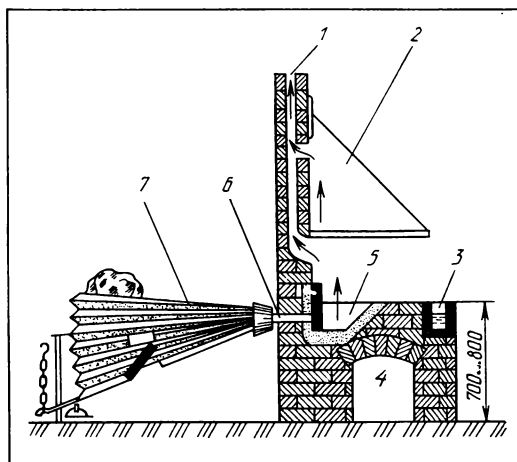


Рис. 6.10. Устройство кирпичного горна

Между фурмой и заготовкой оставить слой горячих углей. Для обеспечения равномерного нагрева заготовку необходимо периодически поворачивать, а дутье регулировать во избежание местных перегревов.

При нагреве заготовок недопустимо и вредно высокое дутье, так как избы-

Табл. 6.2. Инструментальная углеродистая сталь для изготовления инструментов

Марка	Содержание углерода, %	Применение
y7	0,60—0,74	Чеканы, зубила, отвертки, клейма по стали, кувалды, слесарные и чеканные молотки
y8	0,75—0,85	Чеканы, стихели, граверные зубила, пуансоны, матрицы, керны, тисочные губки, резцы для обработки медных сплавов
y9	0,86—0,94	Зубила по камню, дверопробивные штампы, инструмент по дереву
y10	0,95—1,09	Сверла, метчики, плашки, развертки, фрезы, ножовочные полотна
y12	1,10—1,25	Сверла, метчики, плашки, развертки, калибры, напильники, надфили, пилы по металлу, шаберы
y13	1,26—1,40	Резцы по твердому металлу, шаберы. зубила для насечки напильников, волоочильный инструмент

Табл. 6.3. Температурный интервал начала и конца ковки для углеродистой стали

Марка	Температура ковки, °C		Марка	Температура ковки, °C	
	начало	конец		начало	конец
C1	1300	900	y7, y8, y9	1150	800
C2	1250	850	y10, y12	1130	870
C3	1200	850	y13		

точный кислород вдуваемого воздуха вступает в соединение с металлом и образует окалину. В результате возникают потери металла, затрудняется дальнейшая его обработка. Перегрев заготовок также отрицательно сказывается на их качестве: чрезмерный рост зерен, ухудшение механических свойств металла.

Опытные кузнецы определяют температуру нагретого металла на глаз — по цвету каления (табл. 6.4).

6.4. Оборудование, приспособления и инструмент дляковки

К основному оборудованию при свободной ковке относятся: горн, наковальня, ковочный молот, бак с водой, вспомогательный вытяжной вентилятор, вертикально-сверлильный станок, рычажные ножницы, установка для газовой сварки, электросварочный аппарат, высокооборотная бормашина, точильный и шлифовальные станки и др.

Опорный инструмент. Наковальня — основная твердая металлическая опора, на которой выполняются все ковочные операции. Изготавливается из углеродистой стали, масса 80—300 кг. При художественной ковке применяются наковальни массой 80—100 кг. Наковальни подразделяются на *однорогие*, *двурогие* и *безрогие* (рис. 6.11).

Широкое распространение получили однорогие. В верхней части наковальни находится гладкая пластина 2 (наличник) толщиной 10—20 мм, изготовленная из стали у8 и являющаяся непосредственной опорой для обрабатываемых заготовок. Рог 4 служит для выполнения различных гибочных работ и раздачи колец; отверстие 1 — для пробивки

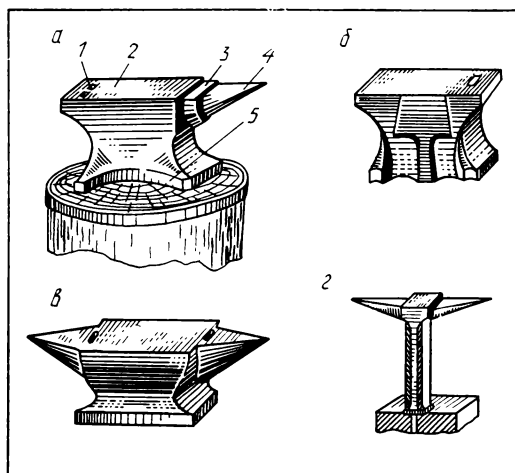


Рис. 6.11. Типы наковалеп:

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

отверстий (круглое) и закрепления вспомогательного инструмента (квадратное). Основание наковальни 5 крепится к врытому в землю деревянному чурбану со стальным обручем на верхней части. Для снижения шума между основанием наковальни и деревянной подушкой проложена прокладка из твердой резины толщиной 10 мм. Наковальня устанавливается строго горизонтально; наличник — на высоте 750—800 мм от пола. Со стороны рога расположена незакаленная площадка 3, предназначенная для рубки металла.

Небольшие двурогие наковальни массой 4—20 кг называются *шпераками* (рис. 6.11, г). Применяются для гибочных работ из полосовой и листовой стали, для выколотки и правки всевозможных орнаментальных элементов. Шпераки устанавливаются в квадратное отверстие наковальни хвостовой частью или вбиваются в деревянный чурбан.

Табл. 6.4. Цвет каления стали и соответствующая температура

Цвет каления	Температура, °С	Цвет каления	Температура, °С
Темно-красный	650	Оранжево-желтый	1000
Вишнево-красный	700	Светло-желтый	1100
Светло-красный	800	Соломенно-желтый	1150
Густо-оранжевый	900	Белый различной яркости	1200—1400

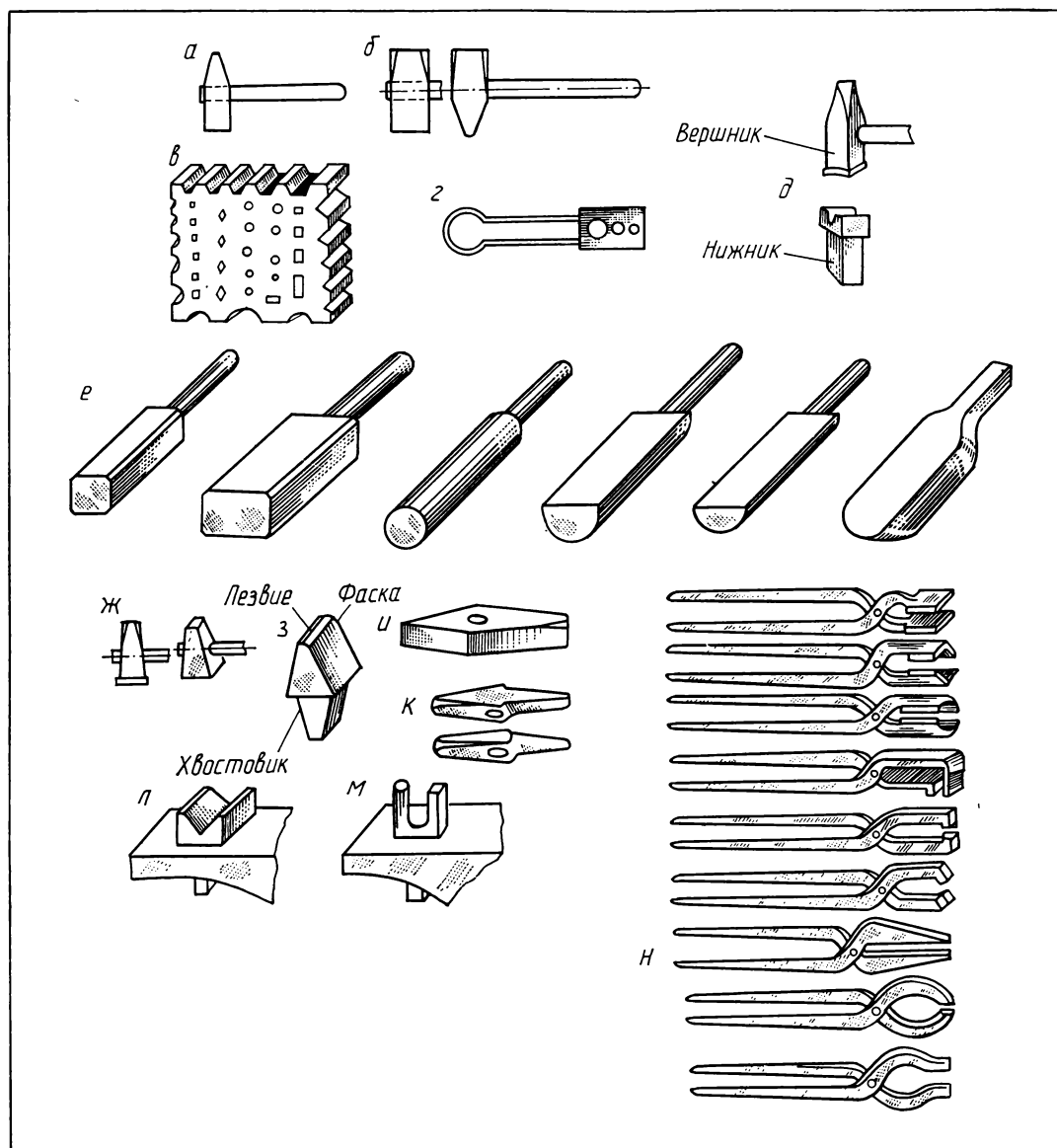


Рис. 6.12. Инструменты и приспособления для свободной ручнойковки:

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

Ударный инструмент. Ручной молоток (рис. 6.12, а) — кузнечный молоток массой 1—2,5 кг. Служит для обработки мелких заготовок; им указывают место, по которому нужно бить кувалдой. Траектория удара должна быть не прямой, а закругленной.

Кувалда (рис. 6.12, б) — молот массой 3—16 кг. Предназначен для обработки крупных заготовок. Траектория удара — по прямой. Кувалда имеет два бойка: оба плоские или один плоский, а другой — клиновидный. По силе различают три типа ударов: легкий — локте-

вой, средний — с плеча и самый сильный — навесной (кувалда описывает в воздухе полный круг).

Подкладной инструмент. З у б и л о и подсечка (рис. 6.12, и, з) — инструменты 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 незакаленную площадку у основания рога наковальни и рубят одним зубилом.

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

Подбойка, обжимка (рис. 6.12, г, д) — приспособление, состоящее из двух частей: верхника и нижника (рис. 6.12, л) (верхники имеют деревянную ручку). Применяются для выделки в заготовке углублений, канавок, желобков, перехватов, для ускорения и облегчения протяжки металла при ручной ковке. Обжимка придает заготовке граненую или цилиндрическую форму. Нижник, подбойка и обжимка также крепятся в отверстиях наковальни.

Раскатка (рис. 6.12, е) — инструмент, служащий для ускорения вытяжки (раскатки) заготовки в длину.

Гладилка (рис. 6.12, ж) — используется для выравнивания поверхности заготовки. Бывают плоские и полукруглые, хорошо отшлифованные.

Гвоздильня (рис. 6.12, в) — предназначена для высадки различных головок заклепок, болтов, гвоздей.

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

Клещи (рис. 6.12, н) — инструмент, с помощью которого заготовку вынимают из горна, удерживают и поворачивают ее в процессековки. Клещи имеют различные формы губок.

Многие вспомогательные инструменты изготавливаются в процессе производства

работ самим кузнецом. Для измерения деталей в горячем состоянии применяется мерительный инструмент со специальной шкалой, рассчитанной на тепловое расширение металла.

6.5. Основные операции ручной свободнойковки

К числу основных кузнечных операций относятся: вытяжка (протяжка), осадка и высадка, прошивка (пробивка), рубка, гибка, скручивание, сварка, выравнивание (отделка), нанесение рисунка, набивка рельефа и фактуры.

Вытяжка — 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 три основных приема вытяжки: на плоских бойках, поочередная и на вырезных бойках.

Вытяжка на плоских бойках (рис. 6.13, а) выполняется по всей длине участка слитка или заготовки вначале с одной стороны, затем кантовка на 90° и вытяжка с другой стороны. Большие по длине поковки могут изгибаться на наковальне или в бойках концами книзу. Чтобы исправить изгиб, поковку кантуют сначала на 180°, а затем на 90°. Работу ведут в быстром темпе, стараясь за один нагрев отковать большую площадь.

Поочередная вытяжка на плоских бойках (рис. 6.13, б) выполняется по винтовой линии. Прием более сложный и менее производительный. Применяется при ковке твердых инструментальных сталей с низкой скоростью рекристаллизации.

Вытяжка в вырезных бойках или в комбинации плоских бойков с вырезными (рис. 6.14) используется при ковке легированной стали с пониженной пластичностью. Благодаря боковому давлению, создаваемому жесткими стенками инструмента, повышаются сжимающие напряжения, увеличивается пластичность металла. Поковки получают бо-

лее точные по форме и размерам, а скорость вытяжки возрастает на 20—40%.

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

Протяжка на кромке наковальни (рис. 6.15) производится в том случае, если кузнец работает без подручного. Нагретую заготовку укладывают на острую кромку наковальни под углом 45° и ударами ручного молотка по противоположной грани протягивают ее. От кромки наковальни под действием ударов на заготовке появляются уступы, которые при дальнейшей ковке разравниваются с учетом нужных размеров и форм.

Расплющивание (уширение, разгонка) заготовки в поперечном направлении осуществляется при помощи раскатки или непосредственно кувалдой. Расплющивание необходимо при выполнении орнамента: листья, лепестки цветов и др.

Вытяжка с оправкой — операция, которая позволяет увеличить длину пустотелых поволоков за счет толщины стенок и уменьшения наружного диаметра. Применяется при ковке длинных полых деталей — труб, цилиндров и др. Производится в обжимках круглых или квадратных, в зависимости от формы заготовки. Перед работой оправка должна быть нагрета до $150\text{--}250^\circ\text{C}$, а ее рабочая поверхность хорошо смазана.

Раскатка на оправке применяется с целью увеличения наружного и внутреннего диаметра за счет утончения стенок (ковка колец, обручей и др.). Полая заготовка надевается на круглую оправку (дорн), края которой опираются на козлы. Ковка ведется узкими бойками, заготовка постоянно вращается.

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

Наряду с названными применяются также и вспомогательные приемы вытяжки, такие как наметка, пережимы, передача. Они обычно предшествуют вытяжке и чередуются с ней.

Осадка (рис. 6.16) — процесс обработки давлением, в результате которого уменьшается высота заготовки и одновременно увеличиваются ее поперечные размеры.

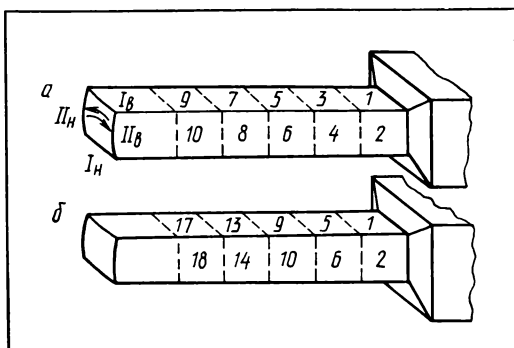


Рис. 6.13. Вытяжка на плоских бойках:

а — по всей длине участка;
б — поочередная

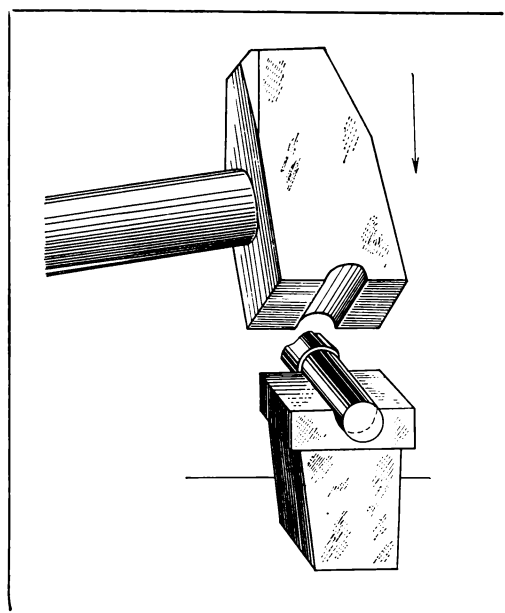


Рис. 6.14. Вытяжка в вырезных бойках

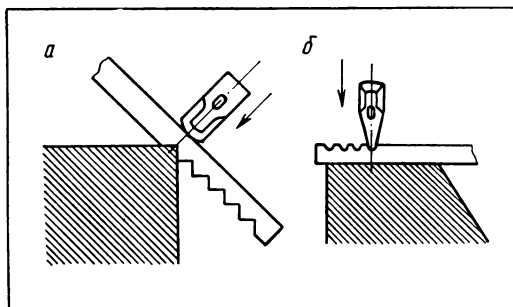


Рис. 6.15. Протяжка:

а — на кромке наковальни; б — скругленным молотком

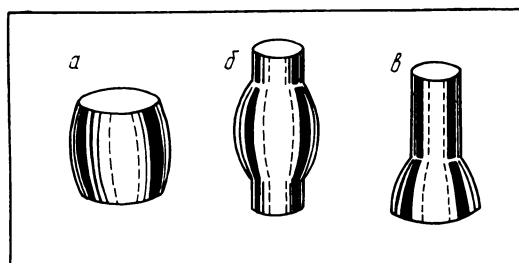


Рис. 6.16. Осадка:

а — полная; б — местная в средней части заготовки; в — местная на конце заготовки

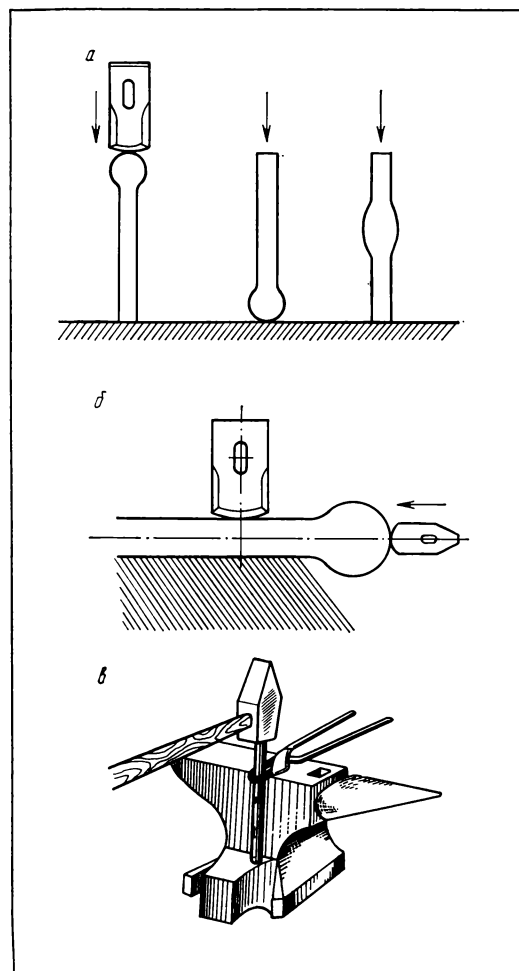


Рис. 6.17. Приемы высадки заготовки:

а — ударами кувалдой; б — длинная высадка с помощью кувалды и ручника на наковальне; в — на пяте наковальни

Высадка (рис. 6.17) — кузнечная операция, заключающаяся 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 — только ту часть, которая будет высаживаться.

Применяют осадку или высадку при ковке декоративных элементов с переменным сечением (растительные, орнаментальные мотивы), для восполнения недостающего металла перед изгибанием заготовки, для утолщения ее по всей длине, как предварительную операцию перед прошивкой. Короткие поковки при осадке нагревают, ставят вертикально на наковальник наковальни и бьют ручным молотком или кувалдой по верхнему концу (рис. 6.17); длинные — кладут на наковальню.

Прошивка (пробивка) — кузнечная операция, с помощью которой в заготовках получают сквозные или глухие отверстия.

Производится при ручной ковке с помощью *пробойников* (бородков, см. рис. 6.12, к) различных форм (круглых, квадратных, фигурных). Нагретую заготовку кладут на наковальню против круглого отверстия и, наставив бородок, бьют по нему кувалдой. Прошиваются отверстия с одной или двух сторон в зависимости от толщины поковки (рис. 6.18).

Рубка (рис. 6.19) — операция, применяемая для разделения большой заготовки на части. Производится как в холодном, так и горячем состоянии. В холодном виде рубят тонкие и узкие полосы и прутки сечением 15—20 мм. Более толстые заготовки нагревают до темно-красного каления, кладут на незакаленную часть наковальни и, наставив кузнечное зубило или топорик, сильно бьют по нему кувалдой. Прорубив толщу металла более чем наполовину, заготовку переворачивают, снова наставляют зубило и отрубают сильными ударами кувалды. При рубке горячего металла зубило периодически нужно охлаждать в воде, а при рубке в холодном состоянии — смазывать машинным маслом.

Особо толстые заготовки рубят на механическом молоте с помощью *топори-*

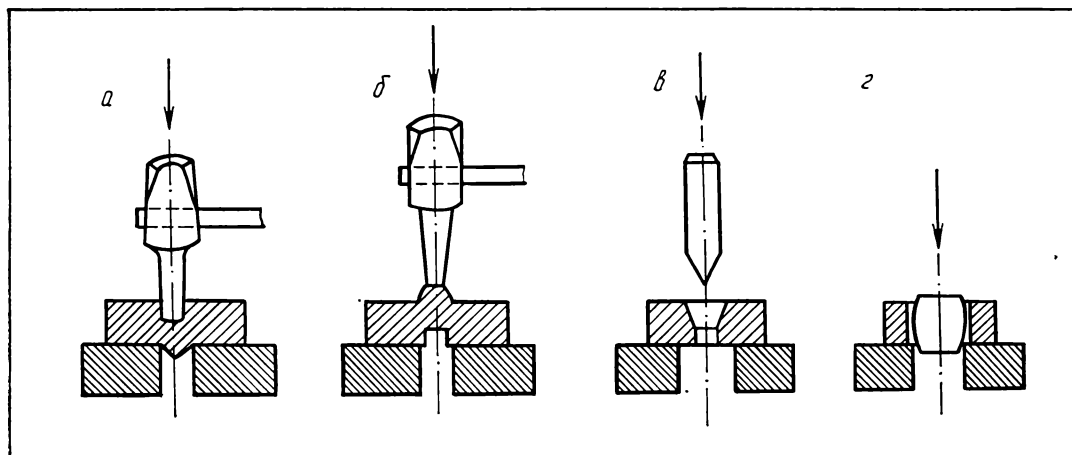


Рис. 6.18. Пробивка и раздача отверстия в заготовке:

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

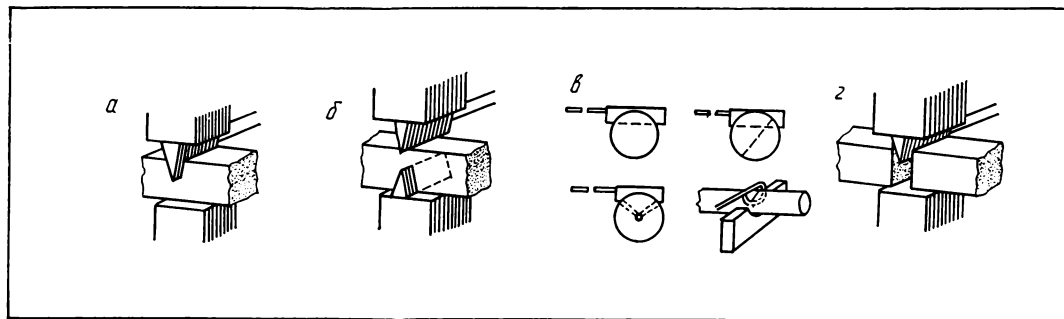


Рис. 6.19. Рубка:

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

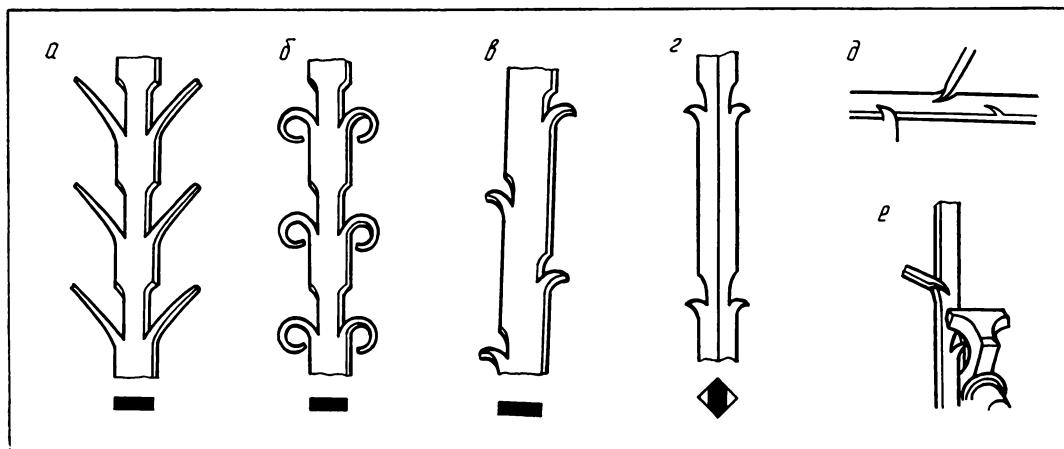


Рис. 6.20. Декоративные элементы с отщепами и зубцами:

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 стуловых тисках

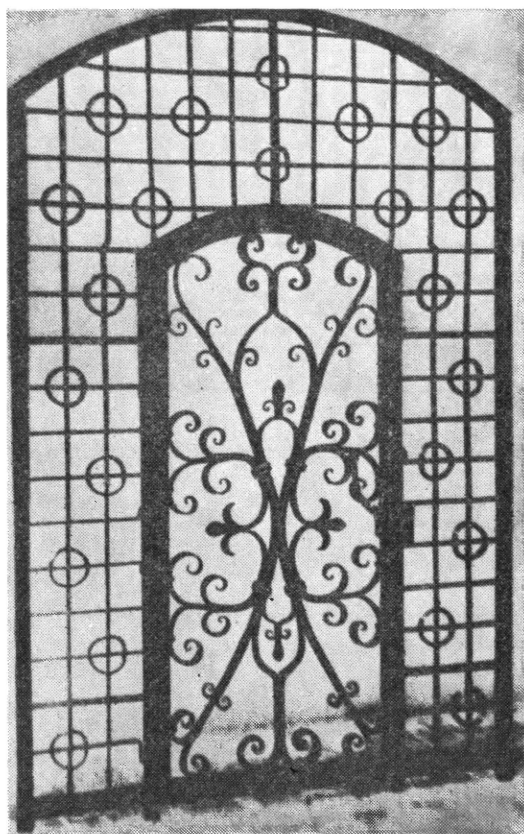


Рис. 6.21. Кованая дверная решетка, выполненная с применением операции разрубки

ков. Для ручной рубки применяется также *подсечка*. Последнюю устанавливают в отверстие наковальни, на нее кладут заготовку, а сверху наставляют зубило, по которому кувалдой наносят удары. Металл до конца не прорубают.

Кузнечная рубка имеет три разновидности: разрубка, обрубка, вырубка.

Разрубка (прорубка) применяется в случаях, когда заготовка только надрубается (рис. 6.20, 6.21), надрубленные участки отгибаются, вытягиваются, закручиваются или проковываются до нужной формы. Этот прием широко применяется в художественной ковке.

Обрубка (обсечка) служит для отделения части металла по наружному контуру при ковке декоративных изделий сложной формы (розетки, накладки), рис. 6.22; *вырубка* (просечка) — по

внутреннему контуру при ковке ажурных изделий (решетки, накладки дверных замков, кованые украшения фонарей), рис. 6.22.

Г и б к а (рис. 6.23) — способ обработки металлов давлением, при котором заготовке или ее части придается изогнутая форма. В зависимости от толщины заготовок может быть горячей и холодной. Поперечное сечение заготовки в процессе гибки претерпевает искажение первоначальной формы поперечного сечения, величина которого зависит от радиуса изгиба. Наружная поверхность металла в месте изгиба подвергается утяжке, а внутренняя — сжатию. Для устранения этого недостатка материал в месте изгиба утолщают путем высадки.

С к р у ч и в а н и е — 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. Четырехгранные стержни толщиной до 20 мм скручивают без нагрева. Для этого точно размечают участок работы, а стержень по нижней риске зажимают в тиски. Затем берут трубку, которую можно надеть на четырехгранный стержень, обрезают ее на длину участка скручивания, насаживают на стержень, а сверху надевают ворот (двуплечий, а для толстых стержней — четырехплечий). Ворот вращают до тех пор, пока не получится требуемая закрутка. Стержни большой толщины нагревают в печи, так как горн не дает равномерного нагрева.

Скручивание широко применяется как элемент украшения композиции решеток, перил, лестниц, балконных решеток и др.

С в а р к а (рис. 6.24) — операция, посредством которой производится соединение в одно целое отдельных частей заготовок. Кузнечной (горновой) сварке хорошо поддается только мягкая углеродистая сталь, которая содержит 0,15—0,25% углерода. Свариваемые концы заготовок нагревают в горне до температуры 1300—1380 °С, что соответствует белому цвету каления с желтоватым оттенком. Затем быстро вынимают из горна, ударами об наковальню

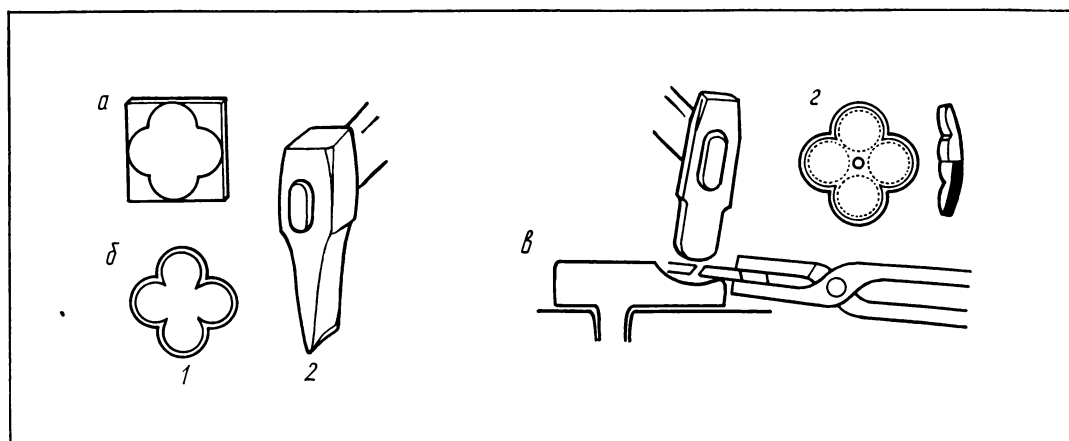


Рис. 6.22. Выполнение розетки из листовой стали толщиной 3 мм:

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

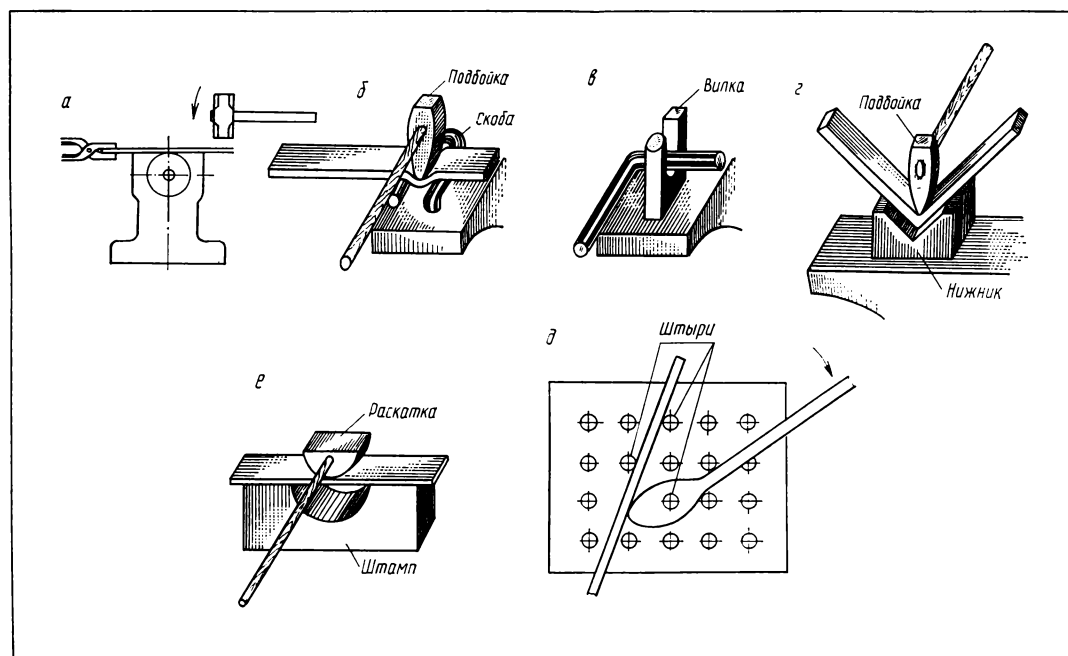


Рис. 6.23. Гибка:

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

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,

а затем сильными ударами. Проковку начинают с середины свариваемого шва, чтобы удалить случайно оставшийся шлак и окалину между свариваемыми поверхностями. Заканчивают горно-

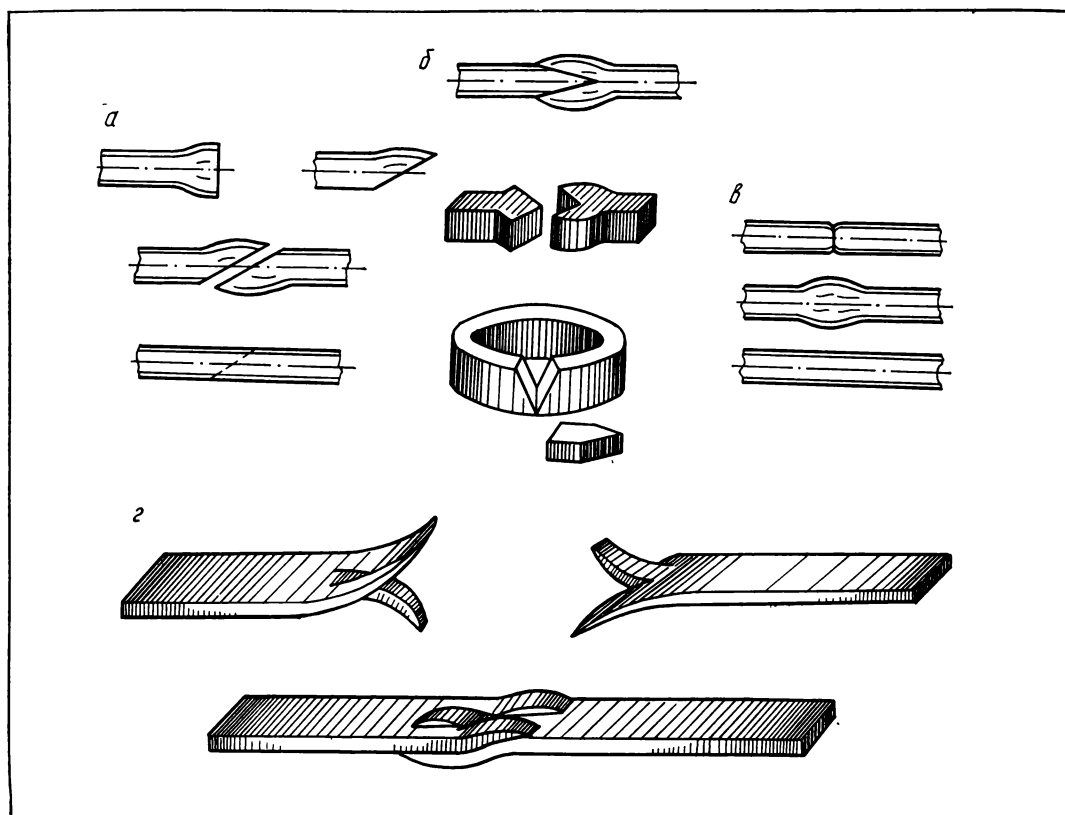


Рис. 6.24. Приемы подготовки концов деталей при кузнечной сварке:

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

вую сварку интенсивной проковкой поверхности шва с последующей отделкой.

В настоящее время кузнечная сварка применяется редко. Более современными являются автогенная и электродуговая сварки.

Выглаживание (отделка) — кузнечная операция по окончательной отделке кованых поверхностей изделия с помощью гладилок различной формы и обжимок для цилиндрических поверхностей. К операции приступают тогда, когда основная форма уже откована. Гладилку медленно перемещают по кованой поверхности и ударяют по ней кувалдой. Иногда выглаживают только выпуклые, выступающие места. Это зависит от художественного замысла автора и придает произведению большую выра-

зительность. Внутренние и вогнутые поверхности выглаживают специальными, большие выпуклые — плоскими гладилками.

Нанесение рисунка, набивка рельефа и фактуры — отделочные операции, которые выполняются с целью обогащения фактуры и создания светотеневых эффектов изделия. С помощью зубила, чеканов в холодном или горячем состоянии на поверхности изделия набивают штрихи, насечки, узоры, шрифтовые надписи, а специальными подбойками, пуансонами создают дополнительные рельефные выступы, канавки, углубления.

Для выравнивания и шлифовки выступов и канавок применяют напильники, надфили, наждачную бумагу или порошок пемзы.

6.6. Защита поверхности кованых изделий

Кованые художественные изделия создаются для украшения экстерьера, т. е. постоянно находятся в агрессивной среде. Чтобы сохранить длительное время их эстетический внешний вид, применяются различные способы защиты. Приступая к антикоррозийным работам, необходимо четко знать область применения изделия. Если последнее будет размещаться снаружи, то оно требует более надежной защиты. На поверхности готового изделия из железа образуется слой окалина большой толщины, не защищающий его от коррозии. Этот слой удаляется пескоструйной обработкой (на больших изделиях) или механическим способом (на изделиях, имеющих практическую ценность). Подготовленное изделие промывают водой или другими моющими средствами и насухо вытирают.

Если изделие предназначено для помещения, применяется самый простой способ *оксидирования металла на воздухе*. Он заключается в нагреве поверхности изделия паяльной лампой. Работа требует большого опыта и аккуратности. Нагрев производится очень осторожно, чтобы цвета побежалости изменялись как можно медленнее. От этого зависит толщина окисленного слоя: чем он тоньше, тем прочнее отделка. Полученный цвет определяется вкусом исполнителя 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 естественные свойства металла и его художественная выразительность.

Сотни лет кузнечные мастера использовали для отделки кованых изделий *способ чернения*. Подготовка та же, что и при оксидировании на воздухе. После очистки изделие натирают растительным маслом и медленно нагревают, не допуская горения масла. Последнее при повышении температуры начинает разлагаться и соединяется с окислами железа, создавая прочную *черную окраску*. Далее изделие покрывают воском и полируют.

Если изделие предназначается для

улицы, его нельзя покрывать нитро- и нитроцеллюлозными лаками (цапон-лаки), так как они не закрепляются на жировом слое. Для этих целей лучше использовать смесь судового лака с пчелиным воском (на 1 кг лака 0,2 л воска).

Существуют и более сложные методы. Поверхность изделия грунтуют суриком, покрывают черной олифовой краской, дают полностью высохнуть и опять покрывают матово-черной краской (масляный лак). Затем после высыхания натирают пчелиным воском и полируют. Изделие сохраняет явно выраженную фактуру кованого металла и имеет хороший эстетический вид.

При реставрации старинных кованых замков, различных частей дверей и ворот возникает необходимость в *луже-нии*. Предварительно изделие для очистки погружают на 24 ч в ванну с крепким раствором соляной кислоты, промывают в соляной кислоте, травленной цинком, и погружают в расплавленное олово. Выдержка длится до тех пор, пока изделие не нагреется и олово не смочит его. Затем изделие извлекают из ванны, осматривают, стряхивают излишки олова и вытирают чистой тряпочкой.

ГЛАВА 7. ЧЕКАННО-ДИФОВОЧНЫЕ И ГРАВЕРНЫЕ РАБОТЫ

7.1. Чеканка

Чеканка — способ обработки металлов давлением при помощи специальных инструментов (чеканы, молотки), в результате которого заготовка получает заданное рельефное или объемное изображение (рис. 7.1).

Как способ обработки металлов чеканка известна еще в глубокой древности. Во многих музеях мира сохранились металлургические изделия мастеров древнего мира, средневековья и эпохи Возрождения: домашняя утварь, оклады икон, оружие, скульптурные монументы и др. (рис. 7.2).

На Руси издавна славились мастера плоскостной и рельефной чеканки.

Наибольший расцвет старинных русских ремесел можно отнести к XVI—XVII вв. В Ярославле, Сольвычегодске,

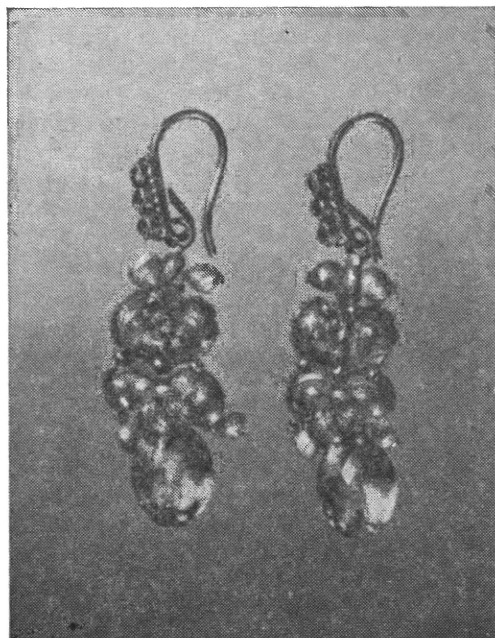


Рис. 7.1. Серьги. Серебро, гранат. Позолота, чеканка, гравировка

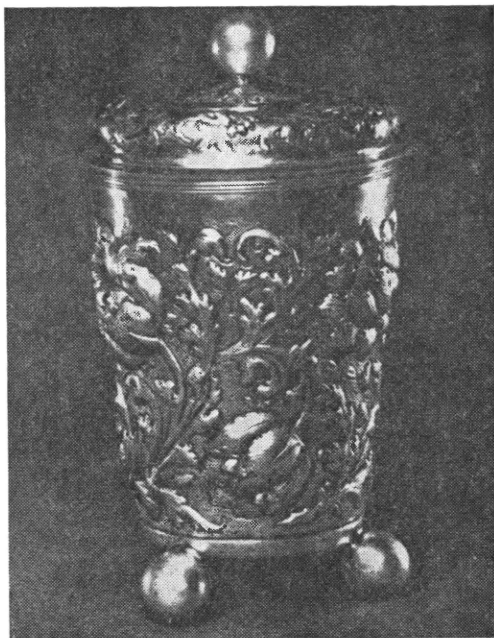


Рис. 7.2. Стакан с крышкой. Москва, 1741 г. Серебро, чеканка, золочение

Казани, Костроме и других городах создаются выдающиеся произведения чеканки, черни, гравировки, эмали: серебряные и золотые чаши для пива и кваса, братины, кубки, кунганы, ендовы, 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. История сохранила имена выдающихся русских мастеров. Василий Андреев — серебряных дел мастер, изготовил матрицы для чеканки монет; мастер Никита Давыдов в 1621 г. — уникальный шлем царя Михаила Федоровича, украшенный чеканкой, гравировкой, позолотой, эмалью и драгоценными камнями (рис. 7.3).

В XVII в. чеканку широко применяют для украшения стальных кольчуг, боевых топов, бердышей, парадной упряжи. Изготовлением украшений военного снаряжения славился мастер Нил Просвист. Особым богатством фантазии отмечена парадная упряжь для посольских коней.

Кремлевские мастера-серебряники XVII в. достигли удивительной виртуозности в исполнении высокого чеканного рельефа, который, создавая богатейшую сочную игру контрастов света и тени, блестящих поверхностей и матового канфаренного фона, нередко полностью покрывал все изделие, особенно небольшое. Изящные чарки, миниатюрные корчички сплошь прочеканивались изображениями птиц, зверей, морских диковин. Подобный принцип лежит и в основе оформления небольшой серебряной пороховницы, принадлежащей Афанасию Ивановичу Нестерову. Мастер уверенной рукой вычеканил на небольшой поверхности предмета сцену сражения орла с драконом, фигуры птиц и зверей среди пышного узора трав и цветов (рис. 7.4).

Для XVIII в. характерно дальнейшее развитие искусства художественной обработки металла. В Москве, Петербурге и других городах России, на Украине, в Средней Азии и Грузии в этот период создаются многие произведения декоративно-прикладного искусства. Ювелиры



Рис. 7.3. Шлем. Первая половина XVII в. Москва, Государственная Оружейная палата. Сталь, драгоценные камни, эмаль, золотая насечка, чеканка



Рис. 7.4. Пороховница. Мастерские Московского Кремля, XVII в. Серебро, чеканка, канфарение, резьба, золочение



Рис. 7.5. Револьверы. Тула, мастер Н. П. Голтыков, XIX в. Чеканка, гравировка, воронение, серебрение



Рис. 7.6. Бульотка. Петербург, 1744 г. Серебро, дерево, чеканка



Рис. 7.7. Кружка. Москва, 1843 г. Серебро, чеканка, золочение

первой половины XVIII в., унаследовавшие традиции русского средневекового искусства и впервые активно воспринявшие тенденции современного западноевропейского золото-серебряного дела, создали произведения, отличавшиеся удивительной цельностью. Пластические композиции по-прежнему выполняются преимущественно в формах рельефа, органично включенного в общее изощренное и прихотливое декоративное решение с завитками чеканного орнамента и искрящимися драгоценными камнями.

Одним из интереснейших образцов ювелирного искусства этого времени является большая табакерка, подаренная Елизаветой Петровной графу А. Разумовскому. Выполнил ее известный придворный ювелир И. Позье. С большим вкусом проработан легкий тончайший чеканный рельеф с мягкой пластикой, живописной передачей глубокого пространства, игрой блестящего и пунсированного золота различных оттенков и бриллиантов.

Выдающимися оружейниками XVIII в. считаются тульские мастера (рис. 7.5). Однако, кроме оружия, они изготавливали предметы сервировки чайного стола. В 1744 г. петербургский мастер Захарий Дейхман выполнил из серебра бульотку (чайник на подставке со спиртовкой, рис. 7.6). Она тщательно украшена проработанным низким рельефом чеканным орнаментом в стиле рококо. Мастер умело обыгрывает контраст блестящей полированной поверхности корпуса чайника и матового, проработанного особым чеканом-канфарником орнамента на отпущенном фоне.

В первой четверти XIX в. мастера-чеканщики нередко украшали кружки, стаканы и другие предметы накладными ажурными «сорочками», составленными из повторяющихся фигурок играющих амуров, квадриг, богинь на колеснице, танцовщиц в античных одеждах. С середины XIX в. на изделиях стали помещать портретные изображения в фигурных клеймах с гирляндами и вплетенны-



Рис. 7.8. Кружка (фрагмент). Петербург, 1882 г. Серебро, литье, чеканка, золочение, резьба



Рис. 7.9. Конфетница. Петербург, 1896—1908 гг. Серебро, резьба, чеканка, золочение

ми в них рогами изобилия. Узоры отбирали произвольно из различных стилей — барокко, рококо, классицизма. Таким примером смешения разных стилей является кружка 1843 г. (рис. 7.7). Усиленные поиски национального стиля в России второй половины XIX в. отразились в произведениях серебряного дела. Характерным становится не только обращение к мотивам и сюжетам истории Древней Руси, но и возрождение некоторых древних техник и форм: братины, ковша и т. д.

Кружка мастера Ф. Э. Генрихсена также навеяна формами старинных кружек с откидывающимися крышками и представляет собой смешение 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, с имитацией фактуры различных тканей (рис. 7.8).

В конце XIX — начале XX в. в декоративно-прикладном искусстве начал

утверждаться стиль модерн, примером которого может служить небольшая изящная конфетница, выполненная из серебра с позолотой. Текучие изгибы тонкой фигурной ручки, переходящей в изогнутые стилизованные стебли-ножки, подчеркивают изысканную форму изделия (рис. 7.9). В этом же стиле выполнен массивный ковш с девятью аметистами, подчеркнуто стилизованный, очевидно, созданный для юбилейного подношения. Мастер старательно вычеканил линии ажурного носика, борта, ручки. Форма как бы перетекает в стилизованный растительный орнамент, украшающий ковш (рис. 7.12).

Во второй четверти XX в. чеканка как вид декоративно-прикладного искусства была незаслуженно забыта. В 50-е годы художники и скульпторы Грузии — И. Очаури, Г. Габашивили, К. Гурули, Д. Кипшидзе и другие — дали чеканке вторую жизнь, возродили ее. И. Очаури выполнил крупные чеканные работы для Дворца бракосочетаний в Тбилиси. В 1965 г. в здании Музея восточных культур была открыта выставка деко-

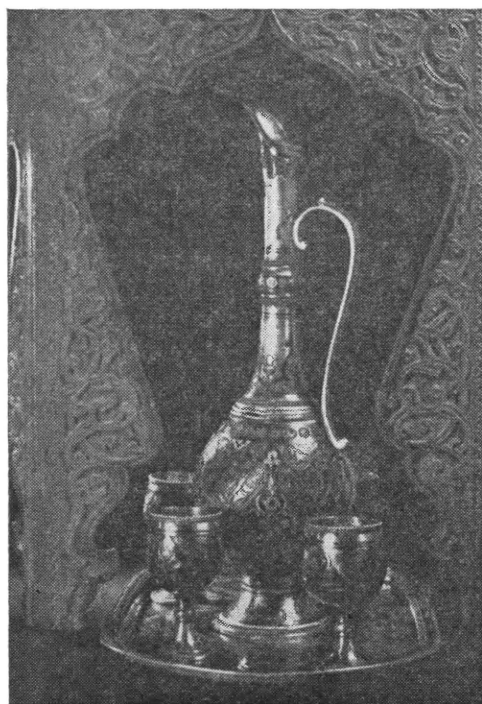


Рис. 7.10. Комплект для вина. Кубачи, 1960 г. М. Магамедова. Серебро, чернь, чеканка, гравировка, тонировка



Рис. 7.11. Сосуд «Всадник на коне» (фрагмент). Аусбург, конец XVII в. Серебро, литье, чеканка, резьба, золочение

ративно-прикладного искусства Грузии.

Богатейшими художественными традициями славится искусство народов Дагестана — аулы Кубачи, Кумух, Гочатль. Дагестанские мастера всегда были не только прекрасными оружейниками, литейщиками, но и носителями высокой культуры орнаментального декоративного искусства. Из всех видов декоративно-прикладного искусства в Дагестанской АССР особенно многогранное развитие получило ювелирное дело (рис. 7.10).

В настоящее время дальнейшее развитие и совершенствование методов техники чеканки продолжается в республиках Прибалтики, в Белоруссии и на Украине.

Чеканку производят на листовом металле, обладающем хорошей пластичностью (золото, серебро, медь и ее сплавы, алюминий, мельхиор, нейзильбер и др.). *Чеканка по листу* — один из самых распространенных видов чеканных ра-

бот, позволяющих выполнять орнаментально-рельефные (двухмерные) и объемно-скульптурные (трехмерные) композиции (рис. 7.12). *Чеканка по литью* или *оброну* служит для более острого выявления и завершения художественной формы, созданной скульптором и отлитой в металл или вырезанной из металла.

7.2. Материалы и инструменты для производства чеканных работ

Для чеканных работ используются как цветные, так и черные металлы. В ювелирном деле применяются также сплавы золота и серебра.

Из цветных металлов в современной практике широко используются прокатные металлические листы меди и ее сплавов (латунь, томнак).

Из никелевых — мельхиор и нейзильбер.

Алюминий очень легко поддается чеканке, позволяет тянуть глубокий рельеф, но требует в силу низкой температуры плавления предосторожностей при отжиге.

Дюраль более жесткий и крохкий материал. Чеканится довольно сложно (при вытяжке глубоких рельефов трудно избежать трещин и разрывов), но вполне пригоден для малопрофилируемых работ — дает при отделке интересные имитации серебра.

Цинк — употребляется для чеканки крайне редко, так как требует специальных приемов вытяжки рельефа.

Низкоуглеродистая сталь (декопир) и кровельное железо трудно поддаются чеканке, но позволяют вытягивать любые рельефы в крупных декоративных работах, не требующих тонкой детализовки.

Нержавеющая (хромоникелевая) сталь — современный, красивый и очень эффектный материал, обладает повышенной твердостью и чеканится трудно. Применяется для крупных экстерьерных декоративных изделий, памятников, монументов.

При выборе листового металла *следует помнить*: лист не должен расслаиваться, иметь выбоины, пузыри, пятна, царапины и трещины;

твердые металлы перед работой обязательно отжигать в муфельной печи или паяльной лампой (температура отжига: медь — 650—700, латунь — 620—650, алюминий — 370—400, сталь — 600—650 °C);

сплав меди — охлаждать в холодной воде.

Инструменты и приспособления. Основными специальными инструментами чеканщика являются различного вида чеканы, особые металлические и деревянные молотки.

Чекан — металлический или деревянный стержень с особой обработкой нижней боевой части. Длина 120—170 мм в зависимости от сечения. Последнее может быть четырехгранным, круглым, прямоугольным, квадратным и др. Лучше если стержень несколько утолщен в средней части и в сечении имеет четырехгранник со снятыми фас-

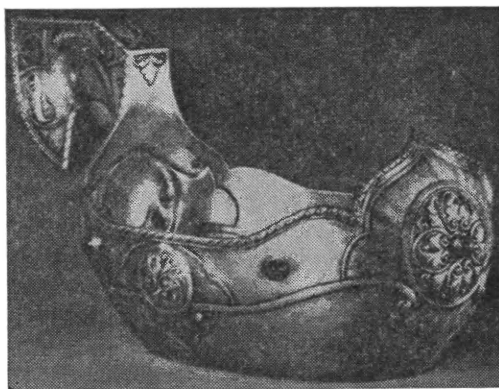


Рис. 7.12. Ковш. Петербург, 1908—1917 гг. Серебро, аматисты, чеканка

ками. Он удобен в работе и гасит неприятные вибрации инструмента при ударе.

Металлические чеканы можно разделить на следующие группы:

расходники (обводной чекан), с помощью которых на металле воспроизводят контур рисунка (рис. 7.13, а), могут быть широкими и узкими (острыми). Широкие позволяют получить менее четкую мягкую линию, острые — более глубокую; имеют прямую и полукруглую (для прямых и кривых линий) линию боя;

лощатник (рис. 7.13, б) — чекан с квадратной или прямоугольной формой бойка. Применяется для выравнивания (лощения) плоскостей и ровных поверхностей. Может быть с гладким и шероховатым боем со специальной насечкой для придания выравниваемой поверхности матового фона;

пурошник (пурочник) — чекан с круглой сферической головкой разных размеров (рис. 7.13, в). Служит для подъема полукруглых сферических форм при чеканке с изнанки и получения ямочной фактуры при работе с лицевой стороной;

бобошник (рис. 7.13, г) — чекан, напоминающий пурошник, но с продолговатым эллипсоидной формы боем. Служит для выбивания выпуклого рельефа;

трубочка (рис. 7.13, д) — чекан, бой которого имеет вогнутую полусферическую

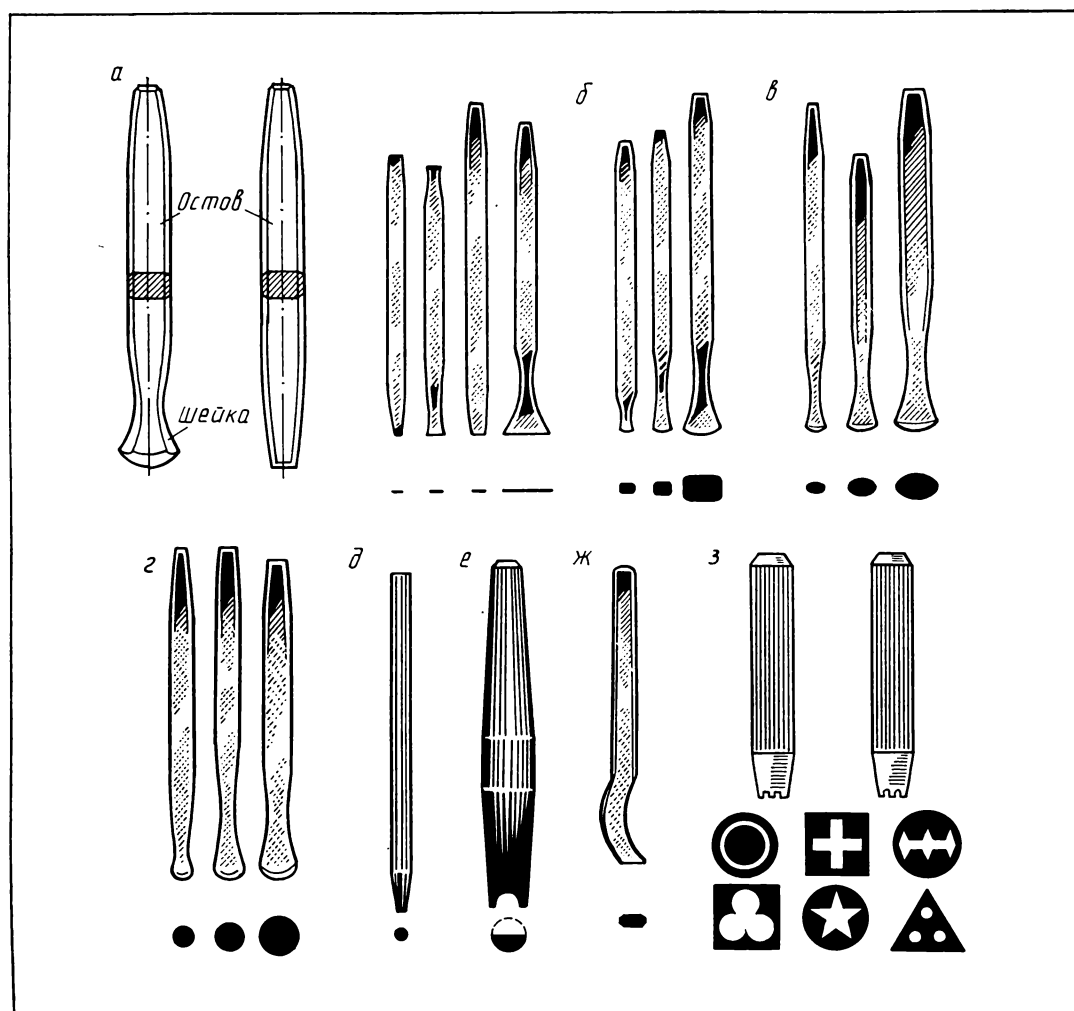


Рис. 7.13. Основные типы чеканов:

а — расходник; б — лощатник; в — пуροшник; г — бобошник;
 д — трубочка; е — канфарник; ж — специальные; з — фигурные

ную поверхность разного диаметра и глубины. На металле дает выпуклый сферический отпечаток;

канфарник (рис. 7.13, е) — чекан с заостренным боем в виде затупленной иглы. Служит для перевода рисунка с бумаги на металл путем канфарения (нанесения по контуру рисунка точек). Используется для отделки фона точками. Может иметь заостренный бой различной толщины;

специальный (рис. 7.13, ж) применяется для получения поднутрений на рельефе (сапожок) или достижения

узкоспециальных целей при производстве чеканных работ;

фигурный (пуансон) — на его рабочей части граверной техникой или с помощью слесарного инструмента (надфили, сверла и др.) выполняют фрагменты орнамента, буквы, цифры (рис. 7.13, з);

рисунчатый — по форме похож на лощатник, но дает рисунчатый отпечаток: решеточка, крестик, звездочка, полосатость и т. д. Используется для обработки деталей и отделки фона в том случае, когда гладкий фон по тем или иным причинам не подходит;

сечка — по форме похож на зубило с остро заточенными плоскими и полукруглыми лезвиями. Применяется для просекания фона при ажурных просечных работах.

Металлические чеканы изготавливают из углеродистой стали марок у7 и у8. Пруток круглого, квадратного или прямоугольного сечения режут на заготовки, зажимают в тисках, с помощью напильника придают рабочей поверхности (бою) желаемую форму, обрабатывают наждачной бумагой, полируют и закаливают с последующим отпуском. Закалку производят следующим образом: отполированный бой чекана нагревают (750—850 °С) паяльной лампой или на установке ТВЧ (токами высокой частоты) и быстро опускают в воду для охлаждения. После закалки чекан становится очень твердым и хрупким. Для устранения этого недостатка служит отпуск, снижающий внутренние напряжения и смягчающий действие закалки. Отполированный инструмент снова нагревают (220—300 °С) и охлаждают в воде. Закалку проверяют напильником с мелкой насечкой: если напильник свободно скользит по бою чекана, не срезая опилок, значит инструмент закален хорошо. Бой чекана после закалки полируют на полировочном круге и проверяют, нет ли трещин на его рабочем конце.

При выколотке крупных глубоких рельефов удобнее применять деревянные чеканы (рис. 7.14). Они хорошо выравнивают фон, а при вытяжке рельефов меньше нагартовывают металл. Изготавливаются из твердых пород дерева — бука, граба, дуба, березы. По внешнему виду похожи на металлические чеканы больших размеров. Последнее обусловлено тем, что бой и верхний конец чекана быстро сбиваются, а в процессе реставрации размеры уменьшаются. Боевую часть деревянного чекана тщательно выравнивают напильником с мелкой насечкой и шлифуют наждачной бумагой.

Размеры чеканов (по сечению) и молотков (по массе) зависят от рода выполняемых работ. Для небольших ювелирных работ употребляют чеканы, откованные из тонких стальных стержней сечением 3—4 мм, а для крупных деко-

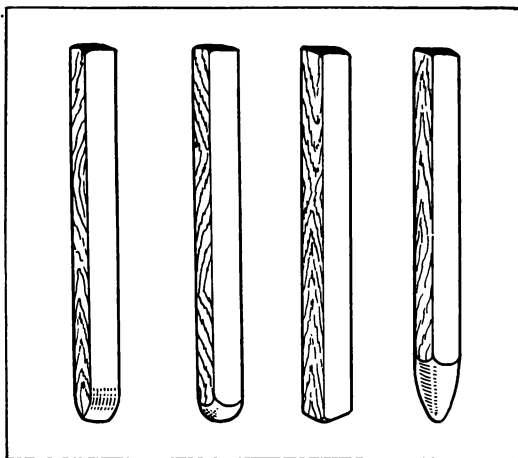


Рис. 7.14. Деревянные чеканы

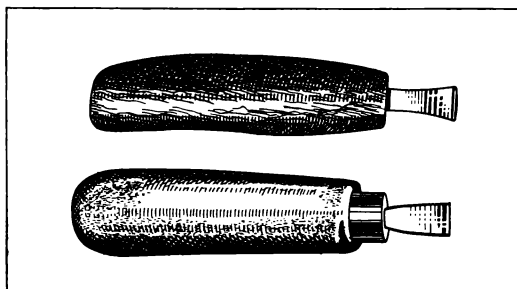


Рис. 7.15. Ручные расходники

ративных композиций и монументальных панно — 15—20 мм.

При выполнении чеканных работ на тонких пластичных металлах (медь, алюминий толщиной 0,4—0,5 мм) используют ручной расходник с деревянной ручкой (рис. 7.15). Линии расходки (на эластичной подкладке под лист) получаются очень четкие, достаточной глубины.

Вторым главным инструментом чеканика являются чеканные молотки (рис. 7.16). Их специфическая форма выработана и усовершенствована в процессе многовекового опыта. Молотки в зависимости от назначения могут быть выполнены из металла, дерева, резины или кости. Металлические служат для выколачивания различных форм и для

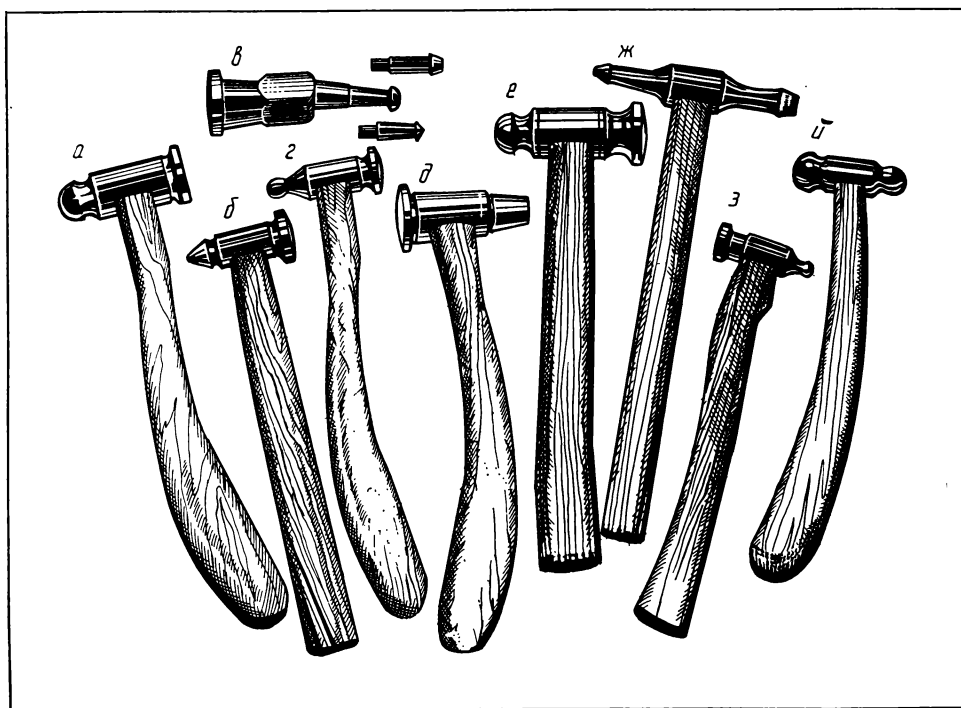


Рис. 7.16. Набор чеканных молотков:

а — с плоским и сферическим боем; б — с округлым и пурошничкообразным боем; в — с плоским и сменным боем; г, д, е, и — с округлым и сферическим боем различных размеров; ж — с плоским и в виде трубочки боем; з — с боем в виде притупленной сечки, вертикально и горизонтально повернутым по отношению к ручке молотка

удара по чекану. Один конец молотка имеет сферическую (шаровидную, полу-круглую) форму, другой — плоскую квадратного или округлого очертания. Деревянные и резиновые молотки служат для вытяжки рельефа и разравнивания фона.

Молотки изготавливают из углеродистой стали марок у7 или у8. Масса от 70 до 250—300 г. Наиболее широко применяются молотки массой 120—200 г. Молотки для чеканки делают слесарным или токарным способом. В первом случае они будут иметь квадратное сечение нижнего боя и средней части; переходы (шейки) от средней части к бойкам — скругленные или круглые; верхний боек — полушаровидный. Во втором случае молотки имеют по всей длине круглое сечение. Диаметр бойков различный: нижний — большой (для удобства наносить удары по чекану); верх-

ний — меньший (для большей устойчивости молотка). Бой тщательно шлифуют, полируют до зеркального блеска, закаливают, отпускают и еще раз полируют. Для удобного пользования ручка молотка должна иметь изгиб и утолщение на конце, т. е. продольная ось головки — перпендикулярна к линии, мысленно соединяющей нижнюю точку ручки с боевой (ударной) плоскостью. Для молотков с большой массой, предназначенных для вытяжки рельефов на крупных работах, ручки делают прямыми.

Лучшим материалом для изготовления ручек чеканных молотков являются твердые породы дерева: бук, граб, дуб, береза (молотки с большой массой) и груша (молотки средней массы и самые малые, применяемые в ювелирном деле). Готовые ручки полируют наждачной бумагой и покрывают смоляным лаком.

7.3. Оборудование, приспособления и подсобные материалы, используемые при чеканке

Рабочее место чеканщика имеет стол с эластичным покрытием. На плоскость стола наклеивают слой рилина. Боковые стороны крышки вкруговую обивают стальным или дюралевым уголком. К столу может быть подведено индивидуальное дневное освещение, не дающее теней, с отражательно-рассеивающим щитком, что особенно необходимо при чеканке ювелирных изделий. Стол имеет два выдвижных ящика для хранения инструмента — чеканов и молотков. Стул удобный, не ограничивающий движений работающего (лучше с вращающимся сидением и регулируемой высотой).

Мастерская оборудуется заточными станками — для правки, заточки и изготовления инструмента; шлифовально-полировальными станками; пескоструйными установками для отделки готовых изделий; сверлильными и токарными станками.

Обязателен для чеканщика набор слесарных инструментов: ручные ножницы для резки металла, плоскогубцы, кузнечные клещи, напильники, надфили, рифлевки, линейки стальные длиной 500—1000 мм, угольники, циркули слесарные, зубила и др.

Для выполнения слесарных работ по изготовлению и правке инструмента, зажима специальных чеканов служат стловые тиски.

При сборке и монтаже монументальных работ, а также полировке труднодоступных мест на рельефе чеканки применяется электродрель.

Для чеканки рельефа с предельной точностью используется смола, приготовленная следующим способом: битум марки 4 или 5 расплавляют в котле, затем при постоянном перемешивании добавляют наполнитель (10—30% от общего объема). В качестве наполнителя используют просеянный песок или золу, формовочную землю, сухой красочный пигмент (охру, сурик); для большей вязкости и мягкости — воск (5—10%), а

для большей клейкости и прочности — канифоль.

Разогретой смолой заливают ванны или ящики для чеканки по листу. Для малых работ служат эмалированные металлические фотованны (400—450 мм, высота бортов 50 мм), для больших — деревянные ящики 500×500×50 или 700×700×70 мм.

Вместо ящиков со смолой применяют мешки из прочной брезентовой ткани, наполненные чистым просеянным речным песком. Форма и размеры мешков различные. Толщина наполненного песка мешка — не менее 120—150 мм. Большие монументальные работы в основном выполняются на мешках с песком.

В качестве подкладок могут использоваться листы из свинца, резины, войлок (для мелких работ или обработки отдельных фрагментов чеканного листа).

Для приготовления, разогревания смолы и насмолки чеканных пластин применяются паяльные лампы, кузнечные горны, электронагревательные устройства; для выравнивания фонов, набивки фактуры на плоских чеканках — стальные и чугунные плиты, деревянные доски.

Кроме того, чеканщику для работы необходимы: травильные ванны из кислотоупорного материала (для травильных и отбеливающих растворов); гальванические ванны с выпрямителями для гальванопокрытий; вытяжные шкафы и зонты для химобработки, оксидирования и патинирования изделий; химическая термостойкая посуда (для смешивания химических реактивов); электроплитка (для подогрева растворов); термометры ртутные со шкалой до 100 °С; круги шлифовальные и полировочные, пасты, абразивный порошок для шлифования и полирования, кислоты, химреактивы; щетки щетинные, кисти; ящик с древесными опилками для просушки изделий; резиновые (для работы с химикатами), брезентовые (для работы с горячей смолой) перчатки.

Для закалки чеканов и молотков, отжига мелких изделий, приготовления черни служит муфельная печь (температура нагрева 1000—1200 °С).

Помещение должно быть обязательно оборудовано раковиной с проточной во-

дой (для промывки изделий после травления, отбела и обработки их химикатами).

7.4. Технология чеканки

Технология чеканки по листу подразделяется на следующие этапы работ: подготовка рисунка и 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, патинирование и отделочные операции.

Подготовка рисунка. Это прежде всего создание *эскиза*, который должен давать ясное представление о задуманном автором произведении, его тематическом, образном и композиционном решении. Эскиз разрабатывается в небольшом масштабе, обеспечивающем восприятие рельефности чеканки. Если произведение предусматривает использование одного металла, эскиз исполняется в монохроме, если несколько металлов и других материалов — в цвете.

Рисунок будущего произведения переносится на картон в натуральную величину, что обеспечивает ясное представление о характере чеканки и ее глубине.

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, фактуры.

Подготовка металла. Согласно эскизу и размерам картона выбирают нужный металл. Размер листа должен быть на 30—40 мм больше, чем рисунок. Этот запас нужен для отбортовки краев металла при насмолке и удержания пластины в смоле. Лишний металл обрезают ножницами. Приготовленный лист деревянным молотком разравнивают на рабочей плите и проверяют его качество (трещины, наслоения, расслоения, бугристость и т. д.). Убедившись в отсутствии дефектов, приступают к следующей технологической операции.

Перевод рисунка на металл. Кальку-шаблон приклеивают на пластину, оставляя вокруг запас на отбортовку. В зависимости от толщины и пластичности металла рисунок переводят тремя способами:

с помощью специального чеканка-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, так как последующим этапом работы (расходка контура) точки будет трудно вывести;

ручным расходником с деревянной ручкой (толщина меди или алюминия до 0,6 мм). Расходник ведут по линиям рисунка одним из углов рабочего конца. Последний сильно прижимают к металлу. Линии удобнее вести на себя. При этом графитные контуры линий рисунка являются как бы смазкой для отполированного острия расходника, и он легко скользит по кальке, продавливая металл и оставляя хорошо заметную линию расходки. Это позволяет устранить дополнительную операцию — расходку контура после канфарения точками;

с помощью копировальной бумаги. Металл покрывают гуашевыми белилами, через копировальную бумагу переводят рисунок и закрепляют его нитролаком. Этот способ не используется при выполнении больших многофигурных композиций и портретов из-за малой прочности рисунка.

Расходка контура рисунка. На толстом металле сканфаренный контур рисунка проходят чеканками-расходниками различных размеров. Этот этап работы превращает отдельные точки, оставленные канфарником, 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 частоте и силе.

На тонком металле, где рисунок изображения переведен с помощью копи-

вальной бумаги, линию расходки проходят ручным обводным чеканом или чеканами-расходниками с более толстым боем.

Отжиг. Выполняется после проходки контура рисунка при наличии сложной композиции. С помощью паяльной лампы пластину нагревают до темно-красного каления и охлаждают. В процессе нагрева металл отжигается и вновь приобретает вязкость и пластичность. Следует помнить, что процесс рекристаллизации алюминия наступает уже при 100 °С, задолго до начала красного каления, поэтому на пластине из алюминия и его сплавов перед отжигом мылом наносятся 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 крацевкой снимают окалину, отбеливают, 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 работы необходимо строго соблюдать безопасность труда, обязательно пользоваться брезентовыми рукавицами.

Смолу разогревают в металлических ваннах (с помощью электронагревательных приборов) или в деревянных ящиках (паяльной лампой под вытяжными зонтами) и хорошо размешивают металлической лопаткой, чтобы наполнитель равномерно заполнял всю массу смолы, а не только нижние ее слои.

После насмолки пластине дают остыть и приступают к выколотке рельефа.

Выколотка рельефа, опускание фона. Выколотку чеканного рельефа производят с тыльной стороны расходки: *при крупных работах* закругленными бойками чеканных молотков, специально сделанными деревянными или металлическими чеканами, бобошниками; *при мелких* — чеканами и маленькими молотками.

Для выколотки крупных работ монументально-декоративного характера, рассчитанных на восприятие со значительного расстояния и несущих в себе декоративное начало (панно, декоративные решетки с чеканными вставками, настенные композиции и др.), наиболее пригодны мешки с песком.

При исполнении чеканного произведения на мешках с песком представляется большая возможность проверять точность вытягиваемого рельефа на лицевой стороне, экономится время, так как опускаются операции насмолки, отбела, а при достаточном опыте чеканщика достигается равноценная проработка деталей рельефа чеканки. Многоорнаментированные и мелкорельефные со шрифтами произведения (портреты, гербы, медали) следует выполнять только на смоле или свинцовой подкладке.

После выколотки основного рельефа производят вторичный отжиг, пересмолку пластины на обратную сторону, опускание и выравнивание фона; уточняют рельеф (с лицевой стороны); если нужно, на отдельные детали наносят фактуру; тщательно прорабатывают все части и отдельные детали чеканки. Затем чеканку снимают со смолы и очищают. Изделия из меди и латуни отбеливают в соляной или серной кислоте, из алюминия — в теплом растворе двууглекислой соды (NaHCO_3) или едкого натра (NaOH); промывают водой, протирают пемзовым порошком, снова промывают и просушивают в чистых древесных опилках.

Заключительной операцией являются отделочные работы: патинирование или оксидирование, шлифовка, полировка, насадка изделия на основу или монтаж отдельных фрагментов в единое целое, нанесение (если необходимо) защитного антикоррозийного слоя.

7.5. Примеры чеканных работ

Чеканка геометрических и растительных узоров на плоскости (орнаментальная розетка). Прежде чем приступить к этой работе, следует приобрести некоторые навыки (рис. 7.17). Тренировочное упражнение выполняют на медной

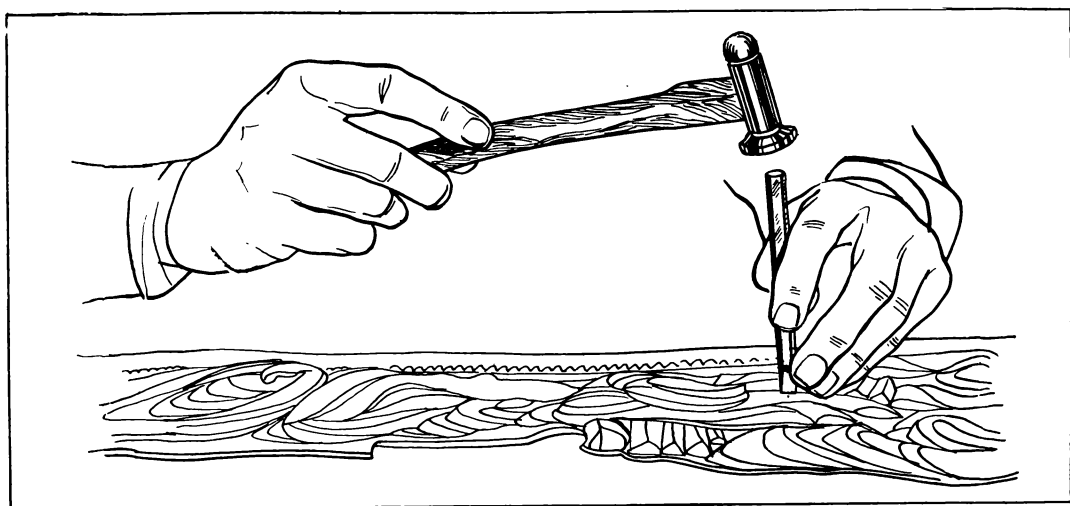


Рис. 7.17. Тренировочные линии расходки

или латунной пластинке толщиной 0,5—0,6 мм. Инструменты — молоток и обводной чекан (расходник). Очищенную и отшлифованную пластинку укрепляют на эластичной подкладке (доска, обклеенная рилином) маленькими гвоздиками. Затем чертилкой и циркулем наносится ряд линий: параллельных, криволинейных, дугообразных, зигзагообразных, концентрических окружностей. Чекан зажимают между большим, указательным и средним пальцами левой руки. Остальные пальцы слегка касаются поверхности пластинки и скользят вдоль нее. Расходник держат не вертикально, а с небольшим наклоном назад, чтобы рабочая поверхность его бойка была несколько наклонена и постоянно скользила от ударов молотка вперед по линии контура. Ударяют по чекану молотком с плоским бием, который держат в правой руке.

Вначале, как при исполнении любой чеканной работы, на бумаге подготавливают линейный рисунок в натуральную величину. Работая над композицией орнаментальной розетки, надо учитывать следующее: большая часть плоскости листа должна быть занята изображением рельефных элементов орнамента, а меньшая — оставаться для фона, который подчеркивает другая фактура и еще сильнее выявляет основной рисунок рельефа. Чеканят геометрические и растительные орнаменты на пластинках из меди, латуни, алюминия,

серебра, а более крупные с орнаментальным рисунком — на листах из нержавеющей или простой стали. Толщину металла выбирают в зависимости от сложности исполняемой композиции: цветные металлы 0,3—0,8, черные — 0,2—0,6 мм. Работу производят на смоле или подкладке из листового свинца для низкорельефных композиций. Рисунок переводят на металл с помощью канфарника или копировальной бумаги. На рабочем столе с эластичным покрытием проходят расходником линии сканфаренного рисунка и производят отжиг пластины с последующей отбелкой, промыванием и высушиванием в древесных опилках. Затем изделие отбортовывают и помещают в ящик с разогретой смолой. Процесс охлаждения можно ускорить, поставив ящик с чеканной пластиной под кран с холодной проточной водой. Когда смола охладится, металл и ящик со смолой насухо протирают сухой ветошью и приступают к вытягиванию рельефа орнамента. Вытянув основной рельеф, набивают фактуру на отдельных его деталях, подравнивают фон, подогревают пластину паяльной лампой и снимают ее со смолы, отжигают вторично, удаляют остатки смолы растворителем, отбеливают, промывают, высушивают и начинают набивку фактуры фона на твердой деревянной или металлической пластине. Затем исправ-

ляют коробление отдельных участков рельефа и подсаживают линию расходки до плоскости отфактуренного фона (в местах, где она приподнялась вместе с вытянутым рельефом), просматривают все детали рельефа и исправляют замеченные дефекты. Отделка выполняется в следующем порядке. После механической обработки изделие (медное) обезжиривают в электролите (10—20 г — едкий натр, 30 — тринатрийфосфат, 25—30 — углекислый натр, 5—7 — жидкое стекло, до 1 л вода).

Температура электролита 80—85 °С, напряжение 12 В, плотность тока 5—7 А/дм²; время обезжиривания 1—2 мин. Изделие промывают в горячей и холодной воде, протравливают в 5—10%-ном растворе серной кислоты, вновь промывают в холодной воде, высушивают и подвергают дальнейшей химической обработке — патинированию в растворе серной печени. Серную печень растворяют в эмалированной ванне (15—20 г на 1 л воды) и быстро погружают в нее изделие. Время от времени его вынимают из ванны и щетинной щеткой протирают поверхность рельефа. Процесс протекает 1—1,5 мин при температуре раствора 18—20 °С. В приготовленном растворе можно обработать несколько изделий, после чего он из желто-зеленого превращается в жидкость матово-бурого цвета и теряет свои тонирующие свойства. Раствор серной печени хранению не подлежит и готовится только для разового пользования. После патинирования работу промывают в проточной воде, протирают абразивным порошком, снимают в нужных местах патину, снова промывают и просушивают в древесных опилках. Далее чеканную розетку, если нужно, насаживают на основу и приступают к окончательной отделке — шлифовке и полировке механическим способом. Последняя операция — монтаж розетки по месту назначения с помощью сварки, резьбовых соединений и т. д.

Чеканка двухплановых рельефов со смешанным орнаментом на объемных предметах простой конфигурации. Работа ведется в следующем порядке. На листе бумаги автор выполняет рисунок (например, композиция в круге) с учетом глубины блюда и соразмерной с

центральной частью ширины его ободка, за счет которого будет получена глубина. Затем рисунок канфарением переводят на выбранный металл (латунь толщиной 0,8 мм). Следует отметить, что, выполняя объемные изделия (например, декоративное блюдо, разнос и др.), берут металл такой толщины, которая позволила бы хорошо сохранить и выдерживать форму изделия (0,8—1,0 мм).

Сканфаренный рисунок проходят расходником, стараясь полностью вывести точки от канфарника. Затем фон опускают круглым лощатником с плоским боем, одновременно получая ямчатую фактуру; пластину отжигают, отбеливают, промывают и просушивают.

Выколотку рельефа (птицы, плоды, ветки) выполняют на мешке с песком на обратной стороне расходки деревянными чеканами и молотками с круглым боем. Фактуру и декор набивают различными чеканами (пурошники, трубочки, бобошники).

Затем работу поворачивают лицевой стороной вверх и расходником осаживают на ровной подкладке по контуру рельеф (в тех местах, где он поднялся вместе с фоном). Следующая операция — придание пока еще плоской четырехугольной пластине с рельефом в круте формы блюда, т. е. по контуру наружного края ободка обрезают металл, снимают напильником заусеницы, контур среза зачищают наждачной бумагой.

По внешнему контуру (с лицевой стороны) деревянным расходником сильными ритмичными ударами по чекану выгибают ободок блюда, придавая ему глубину, а затем металлическим расходником — проходят контррельеф с обратной стороны ободка по дугообразным ячейкам, придавая последним выпуклость.

Завершающие операции — припайка с обратной стороны ушка для подвешивания блюда, отбел, промывка, химическая обработка и полировка изделия.

Кроме вышеуказанных, существуют и другие виды чеканных работ, отличающиеся технологией исполнения и художественным эффектом. Они могут быть выполнены:

расходкой и опусканием фона, матовыми или другими чеканами;

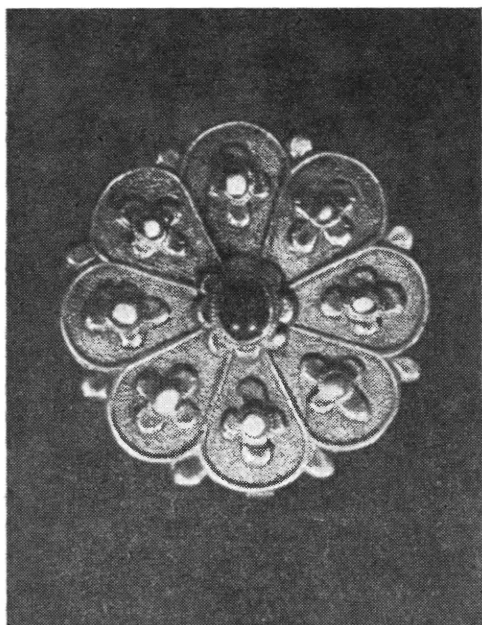


Рис. 7.18. Пряжка. Серебро, бирюза, сердолик. Чеканка, позолота



Рис. 7.19. Кувшин-рукомой «Лев». Аусбург, 1655 г., коллекция Оружейной палаты. Серебро. Литье, чеканка, золочение

с просечкой или выпилровкой фона по контуру;

с низкой выколоткой рельефа;

с полной обработкой рельефа различной высоты и степени детализовки;

на песке — крупные обобщенные декоративные рельефы и многофигурные композиции для интерьера и экстерьера.

Сюда же относится чеканка ювелирных изделий: браслеты, нагрудные украшения, чеканные пояса, пряжки, подвески и др. (рис. 7.18).

7.6. Чеканка объемных изделий скульптурного типа

Чеканка литья, или оброна, используется в тех случаях, когда необходимо получить особенно четкую и ясную чеканную форму. Современные новые виды литья (кокильное, точное) не требуют уточнения чеканкой. Применяется она на отливках в земляные формы, где необходима доработка, уточнение отдельных деталей с помощью чеканов и другого инструмента.

Различают следующие виды литья, подвергаемые чеканке:

художественное литье из алюминиевых и магнитных сплавов;

бронзовое статуарное и декоративное литье;

чугунное художественное литье (из ковкого чугуна). Чеканится с большим трудом из-за твердости и хрупкости чугуна;

декоративное литье из никелевых сплавов (мельхиор, нейзильбер);

литье из цинковых сплавов в земляные формы;

ювелирное литье из драгоценных металлов (золото, серебро), рис. 7.19.

Для чеканки литья применяют тот же инструмент и приспособления, что и для чеканки на пластине, однако рабочие концы (бой) чеканов требуют более твердой закалки.

Технология чеканки литья. Литье, подлежащее чеканке, очищают от формовочной смеси на крацовочных станках или вручную, отжигают до темно-красного каления, отбеливают, промывают и просушивают. Отливки из

пластичных металлов можно чеканить без отжига.

Чеканку литья начинают с устранения следов литника, которые удаляют напильником. В отдельных случаях такие следы образуются на лицевой стороне изделия. Их срубают сечками или зубилом, а поверхность обрабатывают специально подобранными чеканами. На отливках кусковой формы в местах стыка всегда остается облой, который также срубают и прочеканивают. Всякий брак литья (раковины, наросты, неслитины) устраняют и зачеканивают чеканами с шероховатым зерном, затем заглаживают и сравнивают вмятины или другие дефекты, восстанавливают нужную форму, отделывают гладкими чеканами лощатниками и при необходимости — матовыми чеканами. Последнее зависит от характера и фактуры всего рельефа отлитой скульптуры (рис. 7.20).

Для создания ровных и гладких полированных поверхностей при окончательной чеканке литья применяют напильники, рифлевки, надфили, шаберы и воронила.

Для чеканки крупного монументального литья, кроме ручных инструментов, широко используется механизированный метод обработки и отделки: бормашины с набором различных стальных и абразивных шарошек, пескоструйные установки, обрубочные машины и пневматические молотки. Для подъема и переноски тяжелых отливок служат мостовые и поворотные подъемные краны, тали. Очистку монументального литья от формовочной смеси производят струей воды с помощью гидромониторов.

Чеканка уникальных художественных изделий (авторские оригиналы), ювелирные и крупные монументальные произведения, выполненные литьем или оброном, требуют от мастера-чеканщика высокого мастерства и художественного вкуса. Иногда эти работы исполняются самим автором-художником.

7.7. Чеканка объемных форм. Дифовка

Объемные полые формы для чеканки (вазы, кубки, стаканы и т. д.) получают из металличе-

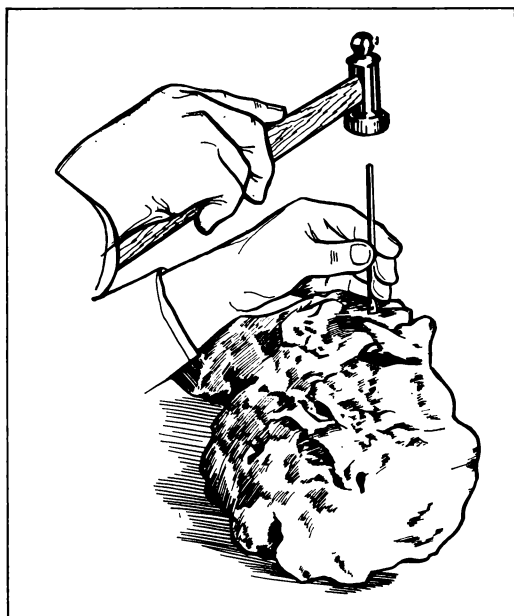


Рис. 7.20. Чеканка литья

ской пластины путем штамповки, выдавливания симметричных частей предметов на токарных станках по деревянным шаблонам или свободной ручной выколоткой.

Рисунок, выполненный по фрагментам или на бумажной развертке формы изделия, канфарением переносят на объем. Предварительно полый сосуд, например кубок, заливают смолой. Сканфаренный контур рисунка проходят расходником, затем из кубка удаляют смолу, отжигают, отбеливают, промывают и высушивают.

Следующая операция — вытяжка рельефа рисунка или орнамента с внутренней стороны кубка — выполняется специальными ударными инструментами (крюками и трещотками). Работу производят двумя способами (в зависимости от применяемого инструмента). При использовании крюков объемный предмет укладывают на верстак, под который подкладывают мешок с песком. Затем боевой конец крюка вводят во внутреннюю полость формы и, поставив боек на участок выколачиваемого рельефа, ударяют молотком по штанге крюка. Передвигая бой крюка по внутренней поверхности объемной формы, постепен-

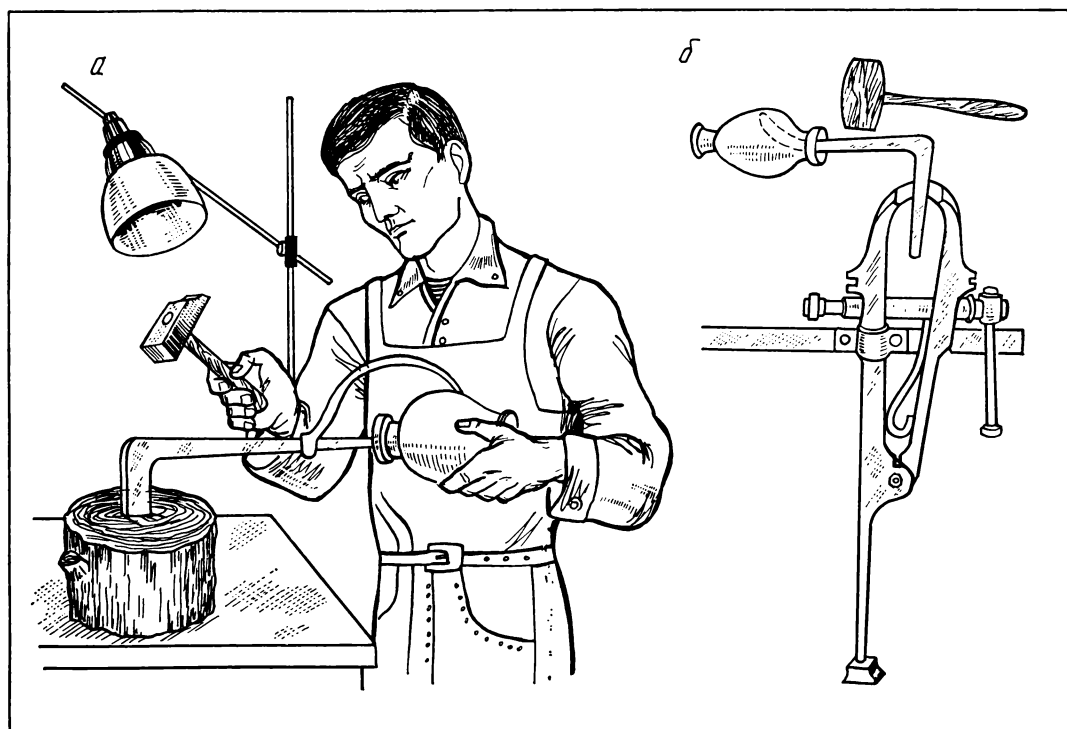


Рис. 7.21. Работа трещоткой:
 а — с указателем подъема рельефа; б — без указателя

но выколачивают до нужной высоты весь рельеф. Затем внутреннюю полость вновь заливают смолой и приступают к осаживанию фона, уточнению подсадкой рельефа рисунка, нанесению фактуры и т. д. (уже обыкновенными чеканками). Операция повторяется несколько раз до полного достижения законченных чеканных форм, после чего приступают к отделочным работам.

При использовании трещотки последнюю зажимают нерабочим концом в ступовые тиски или забивают в деревянный чурбан. Сосуд держат в левой руке. Рабочий конец трещотки наставляют внутри сосуда на участок, рельеф которого надо поднять, и молотком, зажатым в правой руке, сильно ударяют по штанге трещотки (рис. 7.24). Работать приходится на ощупь (особенно если сосуд имеет тонкое горлышко), проверяя результат после каждого удара. Для облегчения этого процесса изготавливаются трещотки со специальным приспособлением — указателем (рис. 7.21, а), кото-

рый указывает место удара бойка при ударе по штанге.

Работы по выколотке рельефа на объемных предметах требуют от мастера-исполнителя большого опыта и навыков. Иногда рельеф для объемных предметов исполняют на плоскости (развертке), а затем монтируют на изделие (рис. 7.22). Крепят готовый рельеф с помощью заклепочных соединений, эпоксидного клея, пайки. Завершают работу отделочные операции.

Дифовка. Это прием холодной обработки (выколотки) листового металла молотком, в результате которого металл приобретает необходимую форму.

Древнерусские кузнецы изготавливали из листового золота и серебра кубки, чаши, ковши, отделанные чеканкой, гравировкой и драгоценными камнями; из стали — рыцарские щиты, доспехи, латы и шлемы. Дифовку широко применяют для изготовления барельефов и круглой (объемной) скульптуры, больших котлов, трубопроводов и др.

Техникой дифовки выполнена скульптурная группа «Рабочий и колхозница», созданная по проекту В. И. Мухиной для павильона СССР на Международной выставке в Париже в 1937 г. (высота фигур достигает 24 м). Скульптура изготовлена из светлого легкого металла (тонких листов нержавеющей хромоникелевой стали), который по антикоррозионным и декоративным качествам является наилучшим материалом для дифовки. Выколотку производили мастера-жестянщики по отдельным частям из стали толщиной 0,5—1 мм. Готовые детали сваривали и крепили на мощном балочном каркасе.

К технике дифовки обращаются многие известные скульпторы нашей страны: изящные рельефы Ю. Александрова украшают здание цирка в г. Москве, многофигурной композицией «Русское веселье» оформлен зал ресторана главного туристического комплекса в г. Суздале; украинские скульпторы В. Борисенко и К. Маевский создали памятник бойцам Первой Конной армии, установленный в селе Олесько Львовской области; техникой дифовки и выколотки по металлу с чеканкой выполнена скульптура «Крылатая», автор — лауреат Государственной премии БССР скульптор Л. Н. Гумилевский.

Виды дифовки подразделяются на следующие: свободная ручная выколотка, выколотка по модели и механизированная.

Свободная ручная выколотка (рис. 7.23) — прием, посредством которого из листового металла создают полые объемные изделия. Она состоит из трех основных процессов: расплющивание заготовки (увеличение площади 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 препятствуют раздаче в стороны.



Рис. 7.22. Кружка. Аусбург, 1670—1674 гг., коллекция Оружейной палаты. Серебро. Чеканка, литье, золочение

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 (рис. 7.23, б), 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 (клен, дуб, самшит), резины, кости, текстолита, цветных металлов и стали. Дифовку лучше выполнять неметаллическими молотками, так как металл меньше нагартовывается и на его поверхности не остается никаких следов от удара (забоины, царапины, засечки). Например, резиновые молотки служат для выколотки и выглаживания

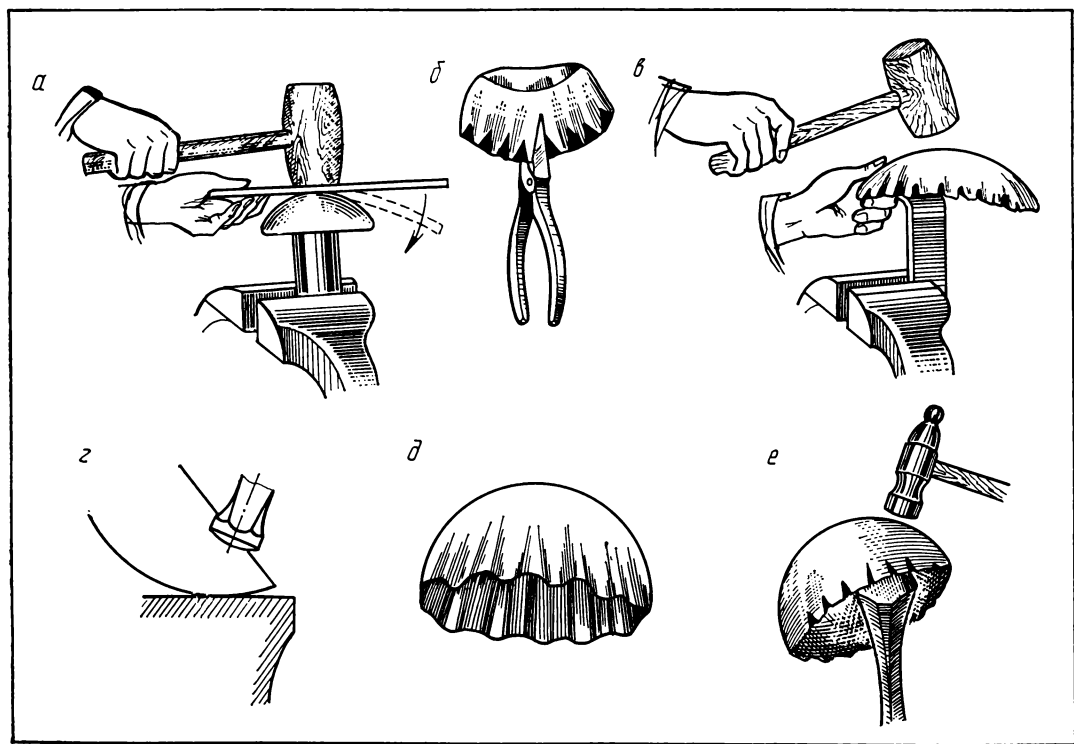


Рис. 7.23. Выколотка полусферы на стойке ручным способом:

а — загиб края заготовки; б — гофрирование края; в — посадка гофров; г — выколотка середины; д — нанесение гофров; е — посадка гофров

ответственных участков заготовки. Большим разнообразием форм (плоские, выпуклые, изогнутые, шаровидные и т. д.) отличаются стальные молотки: *наводильники* — для посадки гофр, *гладильники* — для правки и проковки поверхностей заготовки, *шаровые* — для выколотки вогнутых и выпуклых форм. Их бойки должны быть тщательно отполированы во избежание образования царапин и засечек на поверхности обрабатываемого изделия.

К *опорному инструменту* относятся: наковальни и плиты различных форм — для правки и гибки листового металла; шпераки (бугаи), имеющие два плеча с различной формой рабочих концов (плоские, округлые, конусные); изогнутые и прямые стойки — для обработки сложных по форме изделий; амбусы (массивные стойки с выпуклой поверхностью) — для выколотки и проковки полых изделий.

Кроме перечисленных, используются слесарные инструменты — ручные ножницы для резки металла, зубила, напильники, шаберы, плоскогубцы, круглогубцы, гофрилки, ножовки, чертилки, мерительный инструмент.

Свободной выколоткой выполняют в металле первые авторские образцы. Процесс этот длительный и трудоемкий, поэтому по возможности его заменяют более производительными приемами: давкой на станке или дифовкой по модели.

Выколотка по моделям применяется в монументальной скульптуре, при изготовлении барельефов и скульптурно-декоративных композиций экстерьерного характера из меди, латуни, алюминия и нержавеющей стали. Монументы, выполненные выколоткой, долговечны, экономичнее литых, удобны при перевозке, легки и прочны. Технологический процесс предусматривает следую-

щие операции. С авторского оригинала, отформованного в гипсе в натуральную величину, снимают кусковую гипсовую форму и изготавливают цементные модели (голова, торс, руки, ноги и т. п.). Для сильно профилированных деталей фигуры (лицо, кисти, рук и др.) отливают баббитовые модели; для наиболее ответственных и сложных по рельефу деталей — дополнительно баббитовые формы (они служат матрицами для уточнения рельефа при выколотке).

Все металлы, кроме алюминия, предварительно отжигают, отбеливают, промывают и высушивают.

Выколотку отдельных деталей (частей) фигуры выполняют на металле разной толщины: 1—2 — для цветного и 0,5—1 мм — для нержавеющей стали. 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 резиновым, а затем деревянным, текстолитовым и другими молотками.

Далее следует повторный отжиг заготовки — нагревание до темно-красного каления (медь, латунь, сталь). Алюминий отжигают более осторожно — до почернения предварительно нанесенных мылом рисок. Очищенную от окалины заготовку вновь накладывают на модель, закрепляют и выколотку повторяют. В случае сложной профилировки операцию повторяют несколько раз. Заготовку уточняют стальными чеканами с лицевой стороны. Для этого ее заполняют смолой, после застывания прочеканивают и наносят фактуру. Сборку деталей и монтаж фигуры начинают с подгонки и пропилки краев деталей между собой. Излишки металла обрезают ножницами и опиливают напильниками, листы подгоняют встык и сваривают, швы прочеканивают. Затем фигуру монтируют на стальной каркас. На внутренней ее поверхности приваривают специальные кламеры из того же металла. К ним через текстолитовые прокладки (во избежание образования термпары) крепят стальной каркас.

Отделочные операции — оксидирова-

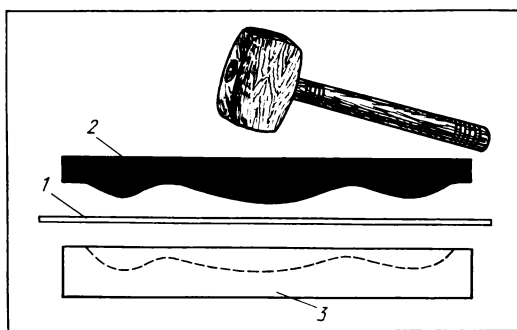


Рис. 7.24. Схема тиснения басмы:

1 — медная пластина; 2 — пуансон (свинец); 3 — матрица (цинк)

ние, патинование, шлифовку и полировку производят в соответствии с замыслом автора и в зависимости от материала, из которого выполнена дифованная скульптура.

7.8. Басма

Басма как вид художественной обработки металла известен с древних времен. Начиная с XII в. он находит широкое применение при изготовлении окладов икон, книжных переплетов, сундуков, ларцов, рам и т. д. Наибыспий расцвет можно отнести к XVI—XVII вв.

Для тиснения басмы отливают *басменную доску* (матрицу) из бронзы или изготавливают обральной техникой из стали. Басменная доска представляет собой невысокий монолитный металлический рельеф с плавными формами, так как острые углы, края, выступы могут привести к браку при тиснении (прорыву металлической пластинки). Толщина бронзовых матриц 6—12, стальных — 4—6 мм. Обратная сторона басменной доски должна быть плоской и ровной.

Технология тиснения басмы состоит из следующих операций. Лист тонкого металла (0,2—0,3 мм) отжигают, отбеливают, шлифуют, полируют и обрезают, оставляя небольшой запас по периметру, необходимый для закрепления басмы на основу. Затем лист помещают на рельеф басменной доски, а сверху кладут прокладку из лис-

тового свинца. Толщина последнего зависит от высоты рельефа матрицы и должна превышать глубину рельефа на 3—4 мм. Под действием ударов деревянным молотком или деревянным чеканом свинец вдавливаются во все углубления матрицы. Такую же деформацию претерпевает и металлический лист, зажатый между матрицей и свинцовой подушкой (рис. 7.24). Для этой цели применяют ручные винтовые или пневматические прессы большой мощности.

После тиснения свинец удаляют с матрицы и снимают басму — тонкий рельеф, воспроизводящий все детали матрицы и даже фактуру. Басму подвергают химической обработке, отделке, окончательной полировке и закреплению на изделии (деталь) или насадке на основу (сувенир).

Следует помнить, что рисунок басмы отличается от матрицы. Он менее четкий, так как расстояние между матрицей и свинцовой прокладкой равно толщине листа металла, на котором производят тиснение. Поэтому басменную доску необходимо прочеканивать более сухо и резко.

Мягкие, пластичные металлы — золото, серебро, медь, алюминий — не требуют повторного обжига при тиснении басмы. Для более жестких — латунь, сплавы серебра — этот процесс необходим (особенно при тиснении высоких рельефов). Рельеф, образованный на заготовке, должен точно совпадать с рельефом матрицы, в противном случае басма будет испорчена. При повторяющемся орнаменте изготавливают матрицу только для одного раппорта. В процессе тиснения заготовку передвигают и вновь производят ее оттиск.

Преимущества тиснения басмы по сравнению с чеканкой — скорость и экономия (тиснение производится на более тонком металле). В настоящее время техника тиснения басмы заменяется механизированными методами формообразования рельефов изделий и отдельных деталей — это *холодная листовая штамповка на прессах*. Ее основными операциями являются: горячая объемная штамповка на прессах, тиснение (чеканка рельефа), листовая штамповка формовкой, вырубка и глубокая вытяжка.

7.9. Плоскостное гравирование

Гравирование — это нанесение на поверхность твердых материалов (металл, кость, дерево, стекло, камень и др.) надписей, рисунков, узоров режущими граверными инструментами.

Истоки гравирования по металлу уходят в глубокую древность. Известны бронзовые изделия, выполненные кавказскими художниками-граверами еще в начале первого тысячелетия до новой эры. В основном это оружие — боевые топоры и кинжалы, украшенные гравированными орнаментами и изображениями животных. Мастера древнего Новгорода, Киева, Пскова, Москвы, Тулы и других городов оставили нам прекрасные образцы гравировки на различных металлах.

В ювелирной практике применяется ручное плоскостное двухмерное гравирование, при котором обрабатывается только поверхность изделия: наносится резцом декоративный узор, шрифтовые надписи, многофигурные композиции, пейзаж и т. д. К плоскостному гравированию относят также гравирование под чернь и таушировку. Это сложный и трудоемкий процесс, требующий от исполнителя большой выдержки, мастерства и сосредоточенности. Техника гравирования отличается высокими художественными достоинствами. Четкость линий, выразительность штриха, строгость и лаконизм заставляют исполнителя быть особенно требовательным к процессу создания гравированной композиции.

Процесс плоскостного гравирования складывается из следующих операций: подготовка рисунка и металла, перенос рисунка на металл, гравирование.

Рисунок выполняют на бумаге в натуральную величину. Все тональные и теневые переходы дают штрихом и точками.

Поверхность металлической пластины или изделия очищают, царапины и наплывы сошлифовывают наждачной бумагой или пемзой, но не доводят до блеска. Излишний блеск затрудняет работу и утомляет глаза. Полировка фона осуществляется после гравирования рисунка.

Предназначенную под гравировку поверхность изделия покрывают тонким слоем белой гуаши и дают краске высохнуть. Через копировальную бумагу остро отточенным твердым карандашом переводят рисунок и закрепляют его спиртовым лаком или разбавленным нитролаком. Затем изделие или листовую заготовку крепят к доске мелкими гвоздиками, сургучом или закрепочной пастой. Размеры доски должны превышать 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, диаметр — 130 мм (рис. 7.25). Сверху шара срезан сегмент и вырезан паз, в котором болтами зажимается дощечка с изделием. Для того чтобы изделие можно было свободно передвигать и поворачивать под любым углом, под шрабкугель подкладывают специальную кожаную или брезентовую подушку (кранц), туго набитую песком (рис. 7.26). Диаметр кранца 180—200 мм.

Колодки состоят из массивных стальных или чугунных брусков, снабженных специальными раздвижными губками. Предназначены для удержания гравировочной заготовки.

Гравировный инструмент и его применение. Основным инструментом при гравировании является **штихель** (рис. 7.27). Это 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 также изготовить из прутковой стали, рессорных полосок, надфилей и опасных бритв. Обязательное требование к штихелю — хорошая заточка и правильная закалка (недокал способствует быстрому притуплению, перекал — выкрошиванию режущей кромки).

Длина ручки обусловлена уменьшением штихеля при заточке. Сменой ручек поддерживается общая постоянная длина инструмента. Шейка ручки укрепляется металлическим кольцом,

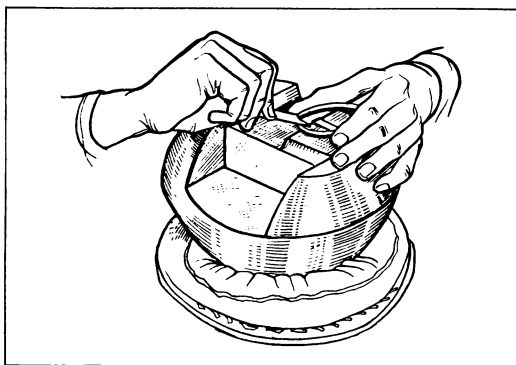


Рис. 7.25. Шаровые тиски

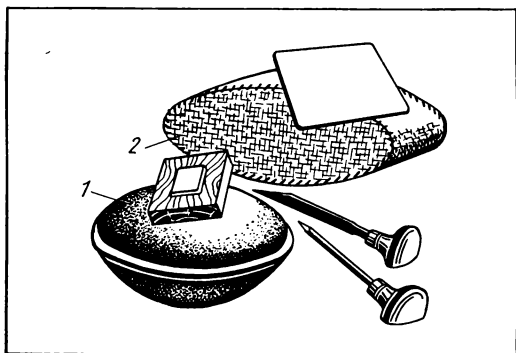


Рис. 7.26. Кранц:

1 — кожаный; 2 — брезентовый

хвостовая часть клинка заходит в предварительно засверленную ручку на $\frac{2}{3}$ ее длины. Нижняя часть грибка ручки со стороны лезвия скалывается, что позволяет увеличить наклон инструмента при работе и сделать его более удобным.

Назначение штихеля определяется формой его поперечного сечения. В зависимости от толщины различаются следующие основные типы штихелей:

шпицштихель (рис. 7.27, а, б) служит для гравирования контура рисунка, нанесения четких глубоких линий, сильных штрихов, подрезки углов в прифтовых работах. Боковые стенки выпуклые, клинок прямой, угол заточки лезвия — 30—45°, ширина спинки — 1—4 мм;

мессерштихель (рис. 7.27, в) — предназначается для выполнения очень тон-

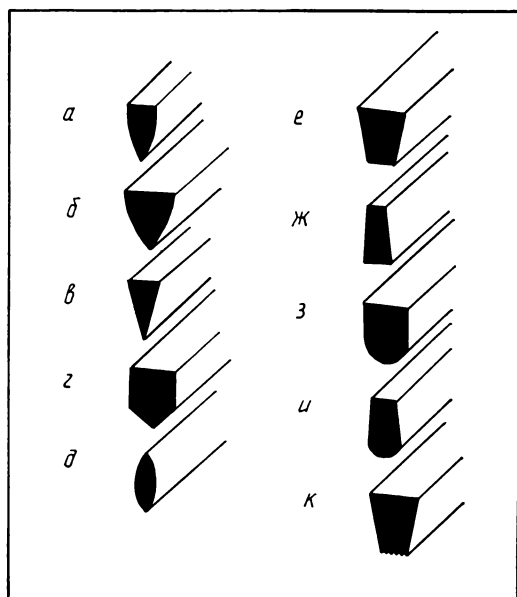


Рис. 7.27. Виды штихелей:
а, б — узкий и широкий
пищштихели; в — мессерштих-
ель; г — фасетштихель; д —
юстирштихель, е, ж — фла-
хштихели с широкой и узкой
спинкой; з, и — болштихели
с широкой и узкой спинкой;
к — фаденштихель

ких линий (на полоске шириной 1 мм можно провести до десяти линий). Клинок прямой клиновидного профиля с прямыми стенками, радиус кромки лезвия (во избежание обламывания) — 0,1—0,2 мм; угол заточки лезвия — 15—30°;

фасетштихель (рис. 7.27, г) — используется для проведения точных широких и неглубоких линий, выполнения узоров плоскостной гравировки и чистовой обработки рисунка. Боковые стенки — параллельные или трапецевидные, лезвие резко заостренное, клинок прямолинейный с углом заострения 60—120°;

юстирштихель (рис. 7.27, д) — применяется в ювелирном деле для подгонки оправы с целью обеспечения надежной опоры для камня. Выпуклые боковые поверхности штихеля, пересекаясь, образуют остроовальное поперечное сечение. Его режущая грань затачивается наклонно к продольной оси клинка;

флашштихель (рис. 7.27, е, ж) — служит для выемки и выравнивания фонов, шабрения поверхности, при доработке и монтировке украшений, для нанесения широких и плоских линий, глянцевого подрезки. Имеет плоскую режущую кромку. Ширина лезвия 0,2—5 мм;

болштихель (рис. 7.27, з, и) — применяется для гравирования закругленных линий (желобков), шрифтов различной ширины, углублений, при полукруглой выборке и доработке украшений. Радиус закругления лезвия 0,3—5 мм;

фаденштихель (рис. 7.27, к) — нитяной резец, по форме похожий на флашштихель. Задняя грань и режущая кромка имеют острые выступы. Служит для штриховки и матировки поверхности изделий. Шаг насечки 0,1—0,4 мм.

При гравировании в углублениях и на вогнутых поверхностях работать прямым клином штихеля неудобно. В таком случае штихель нагревают в средней части докрасна и изгибают до необходимой кривизны.

Приступая к гравированию, штихель зажимают в правой руке (в кулаке), чтобы ручка тыльной частью упиралась в ладонь (рис. 7.28). Локоть находится на весу, опорой руки служит только большой палец, который в то же время ограничивает проскальзывание штихеля вперед. Указательный палец регулирует силу нажима на ребро штихеля и направляет его по линиям рисунка. Левая рука постоянно регулирует положение прорезаемой линии, поворачивая приспособление с изделием и направляя линию навстречу режущей части штихеля. Ведут штихель по прямой линии справа налево, проталкивая его вперед небольшими участками.

Для плоскостного гравирования пригодны почти все металлы (латунь, томпак, серебро пробное, бронза, цинк, никелевые сплавы, стали) и некоторые неметаллические материалы. Хуже поддаются гравированию мягкие пластичные металлы — золото, чистое серебро, платина, алюминий и др. Обучение следует начинать со штриховых упражнений (овладеть навыками работы хотя бы одним штихелем). Первые упражнения проводят на медных или латун-

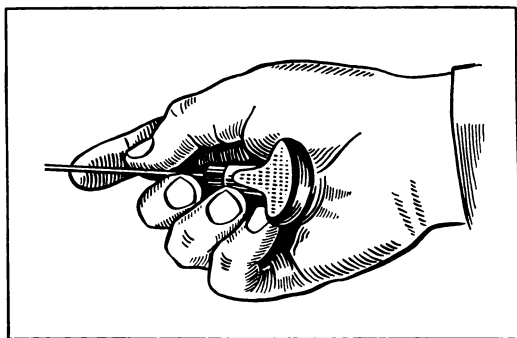


Рис. 7.28. Положение штихеля в руке

ных пластинах. При помощи линейки и чертилки на расстоянии 2—3 мм одна от другой проводят параллельные линии и проходят их штихелем (глубина не более 1 мм). Затем приступают к гравированию штриховых, пересекающихся, ломаных, волнистых и других линий. Для прорезания concentрических окружностей на пластине циркулем чертят окружности с равномерно увеличивающимися радиусами (рис. 7.29). Первую окружность прорезают по часовой, вторую — против часовой стрелки и т. д. Освоив первые упражнения, приступают к нарезанию букв, цифр и простых фигур орнамента.

Одна из причин брака при гравировании — неправильная заточка резцов. Процесс этот довольно сложный и требует определенных знаний и навыков. 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 (рис. 7.30). При таком срезе конец штихеля не загромождает линии рисунка во время гравировки, а площадь заточки рабочей части уменьшается. На боковых ребрах среза снимается фаска (во избежание пореза пальцев). Режущую кромку образует площадь заточки (лобовая площадка) со стенками и лезвием (основанием) клинка. Угол заточки равен 45° . Меньший угол вызовет «зарывание» штихеля в металл, а больший — проскальзывание по направлению клинка. Обязательное условие — плоская заточка штихеля (без выпуклостей и закруглений). При

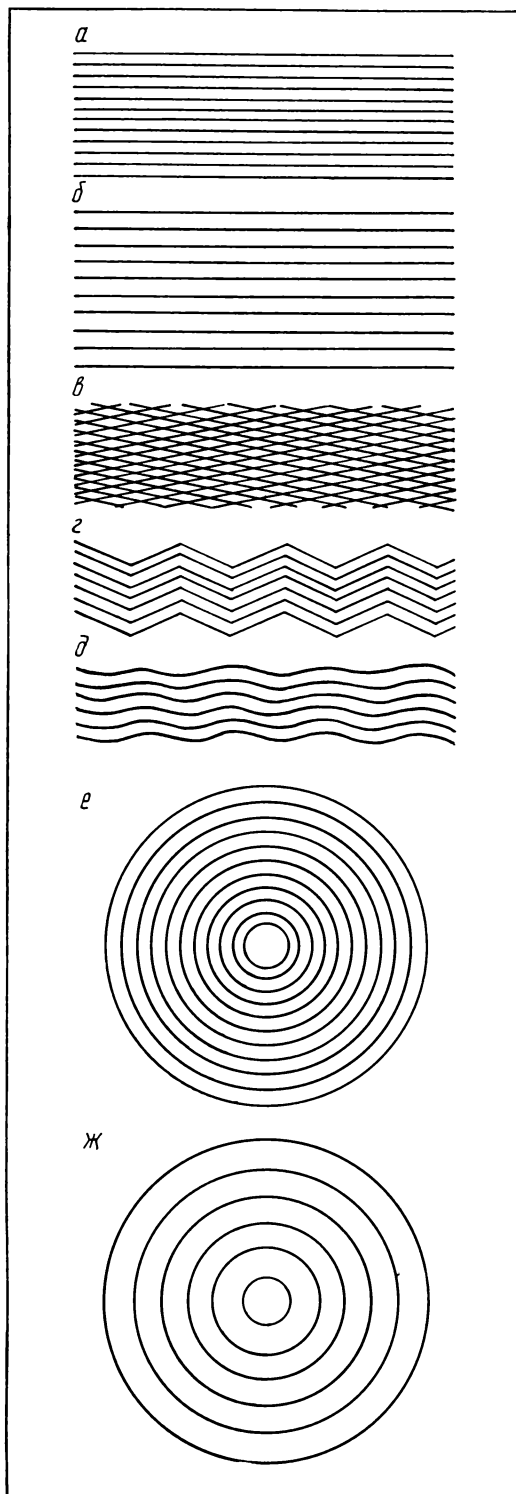


Рис. 7.29. Виды линий:

а, б — прямые; в — штриховые; г — зигзагообразные; д — волнистые; е, ж — concentрические

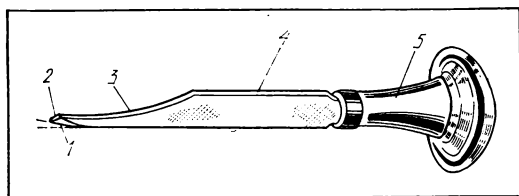


Рис. 7.30. Шпицштихель:

1 — задняя грань; 2 — площад-
ки носка; 3 — аншлиф; 4 —
спинка; 5 — рукоятка

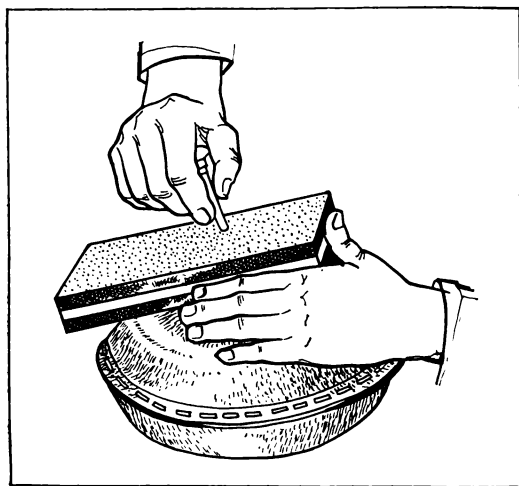


Рис. 7.31. Заточка штихеля

заточке на бруске локоть правой руки должен быть на весу, а кисть — сильно (под углом 45°) прижимать площадку к камню (рис. 7.31). Затачивают штихель со стороны спинки, следя за тем, чтобы не пережечь режущую кромку. Применяют мелкозернистые бруски, поверхность которых смачивают жидким машинным маслом или керосином. После заточки со штихеля снимают заусеницы (на глянцевом оселке или плотноструктурном кремнистом сланце).

7.10. Обронное гравирование

Обронное (трехмерное) гравирование — способ, при котором резцом создается рельеф или объемная (круглая) скульптура из металла. Подразделяется на *выпуклое* (позитивное) — рисунок рельефа выше фона

(последний углублен и снят) и *углубленное* (негативное) — рисунок или рельеф режется внутрь. Применяется для обработки непосредственно поверхности изделия и получения художественных произведений. Например, ювелирные изделия (рис. 7.32), декоративные предметы, украшающие интерьер и др. Кроме того, способом обронного гравирования изготавливают инструменты или приспособления (пуансоны и матрицы для штамповки, пресс-формы для литья, клише для печати, ситценакатные валы, багетные ролики, гравюры, эстампы, офорты и т. д.).

Гравирование бывает *ручное* и *механическое*. Ручное выполняется ювелирами с помощью ручных инструментов, механическое — различными приспособлениями и гравировальными машинами. Последние в свою очередь делятся на два типа: гравер сам управляет движением резца или резец передвигается автоматически (при помощи специального шаблона).

Обронное гравирование по сравнению с плоскостным используется гораздо шире.

Пользуясь в работе техникой оброна (при исполнении рельефов, контррельефов, объемных форм), мастеру приходится снимать с поверхности изделия большие массы металла, поэтому выборку металла лучше осуществлять зубилом, рабочий конец которого имеет форму штихеля.

Гравировальные зубила представляют собой стальные стержни толщиной 6—10 и длиной 120—150 мм. Наиболее употребительные — спицзубило, фляхзубило и болззубило.

Кроме штихелей и зубил, при обронном гравировании применяют керны, сечки, чеканы. *Кернами* производят разметку поверхности, *сечки* служат для выборки металла (затачиваются с одной стороны), *чеканы* — для выравнивания фона и набивки фактуры. Последние должны быть более массивными, чем чеканы для чеканных работ, так как работают ими в основном по стальным заготовкам при отделке штампов и пуансонов.

Пуансоны изготавливают из квадратных прутков инструментальной стали толщиной 6,7 и 10, длиной 65, 85 и

100 мм. Рабочему концу придают небольшой конус, а на торцевой площадке гравировать букву или цифру в позитивном или негативном изображении (т. е. наружу и внутрь). К разновидности пуансонов относятся *зеки* и *маточники*. Зеки — это пуансоны, выполненные в форме букв, на рабочей поверхности которых имеются выпуклые места, что дает на листовых заготовках буквы с вогнутой поверхностью. При ударе молотком по зеке металл оседает и требуется выгравировать лишь наружные очертания буквы или цифры. Маточники отличаются от зеков тем, что на их рабочем торце гравировются не буквы и цифры, а части рельефа или элементы орнамента.

В обронных работах применяют также *рифлевки* и *надфили* различных профилей. При чеканке пуансоном заготовку, как и при плоскостном гравировании, укрепляют в шрабкутеле или колодке, под которую подкладывают кранц. Мелкие детали отрабатывают с помощью лупы, укрепленной на специальном штативе. Очень важно, чтобы заготовка была хорошо освещена.

Технология обронного гравирования складывается из следующих этапов: подготовительные операции и гравирование.

Для выполнения обронных работ подготавливают рисунок, который в отличие от плоскостного гравирования снабжают разрезами с характеристиками рельефа, где указывается высота рельефа, глубина углублений и т. д. Но одним рисунком с разрезами в этом случае не ограничиваются, необходимо иметь копию авторского оригинала, отлитую в гипсе, или выполненную в воске, пластилине.

Перевод рисунка на металл производят двумя способами:

поверхность заготовки покрывают тонким слоем белой гуаши и на ней от руки с предварительной разметкой или с помощью циркуля и линейки воспроизводят рисунок;

заготовку покрывают белой краской, на грунтованную поверхность наносят тонкий слой воска или пластилина. Рисунок выполняют карандашом на кальке. При переводе учитывают его изображение на металле — прямое или

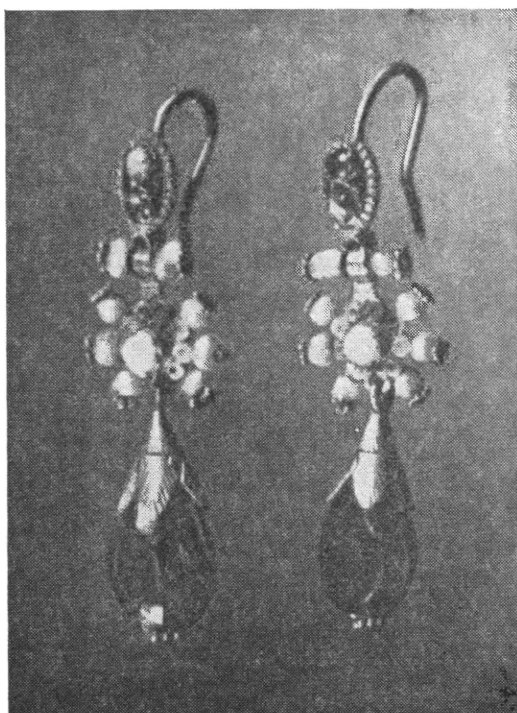


Рис. 7.32. Серьги. Серебро, жемчуг, бирюза, стекло, гравировка

обратное (зеркальное). Зеркальное выполняют при гравировании печатей, факсимиле и других работах (гравировка внутрь). Скопированный на кальку карандашный рисунок накладывают на заготовку лицевой поверхностью вниз и приглаживают рукояткой штихеля. Затем осторожно снимают кальку. На восковой поверхности остается хорошо заметный отпечаток.

При *выпуклом оброне* рисунок после его нанесения на металл оконтуривают стальной иглой или шпигштихелем, чтобы не сбить во время дальнейшей работы. Вокруг рисунка очень осторожно выбирают первую стружку, чтобы не повредить контур. Иногда штихель при снятии стружки держат наклонно, чтобы создать конусность вертикальным стенкам, тем самым создавая запас для дальнейшего уточнения рисунка.

Следующий этап работы — это выборка фона флaxштихелем и флaxзубилом. При глубокой выборке или гравировании закруглений пользуются болшштихелем (рис. 7.32) или зубилом.

Рельеф обрабатывают соответствующими форме штихелями и зубилами, используя рифлевки, чеканы, надфили и др. Для гравирования повторяющихся элементов или мелких и сложных деталей изготавливают специальные пуансоны, зеки и маточки.

При углубленном оброне на отшлифованной поверхности заготовки вычерчивают наружный контур рельефа, обводят его спицштихелем и приступают к вырубке металла внутри очерченного рисунка. Работу выполняют зубилами различной формы, металл выбирают очень осторожно. Вырубленное углубление предварительно смачивают водой и вдавливают в него размягченный кусок пластилина. Полученный оттиск сравнивают с оригиналом.

Техника углубленного оброна сложна и требует от гравера высокой квалификации и опыта. Чем ближе к концу завершение работы, тем осторожнее должен работать гравер: снимаемая стружка должна быть очень тонкой, чтобы не получилась чрезмерная вырубка. Исправлять ошибки гораздо труднее. Для этого придется спиливать всю поверхность вокруг контура рисунка и углублять контррельеф или высверливать дефектные места и заполнять их пробками. Все это трудоемко и требует больших затрат времени.

Доработку и окончательную отделку контррельефа производят штихелями (срезают небольшое количество лишнего металла), чеканами и пуансонами (подсаживают в нужных местах рельеф и уточняют ornament или шрифт). Шлифовка и полировка участков ведется до тех пор, пока слепок не станет совершенно идентичен модели и она полностью не войдет в углубленный оброн.

При изготовлении пресс-форм и стальных штампов применяют предварительную грубую выборку металла (для ускорения и облегчения труда гравера), которую выполняют на фрезерных, сверлильных, шлифовальных станках и гравировальных машинах. Граверу остается только уточнить и отделить полости штампа. Для массового производства граверных изделий используют *гильоширные, гравироваль-*

но-копировальные, рельефно-копировальные и другие машины.

Гильоширная машина позволяет быстро вычерчивать на поверхности изделий тончайшие сложносплетенные сетки из тонких кривых линий; гравировально-копировальная — резцом (при помощи специального шаблона) производит не только плоскостное гравирование, но и гравирование на необходимую глубину; рельефно-копировальная машина со специальным устройством служит для преобразования вертикального движения в горизонтальное и позволяет при помощи алмазного резца получать плоское светотеневое графическое изображение на металле. Самой сложной копировальной машиной является *пантограф* с алмазным резцом. С помощью специального приспособления она может пропорционально уменьшить формы рисунка на изделиях. Применение пантографа дало возможность воспроизводить фигурные и портретные композиции в уменьшенном размере, используя в качестве шаблона крупные по масштабам авторские оригиналы.

ГЛАВА 8. СКАННО-ЭМАЛЬЕРНЫЕ РАБОТЫ. ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ТРАВЛЕНИЕ МЕТАЛЛА

8.1. Филигрань

Ф и л и г р а н ь (скань) — от лат. *filum* — нитка и *granum* — зерно — ювелирное изделие из тонкой проволоки. Скань (от др.-рус. скать — свивать) — ажурный или напаянный на металлический фон узор из тонкой золотой или серебряной проволоки, гладкой или свитой в веревочки.

Искусство филигрании возникло на Востоке, а наивысшего расцвета достигло во времена Римской империи. В Эрмитаже хранится так называемая феодосийская серьга, часть которой выполнена мельчайшей зернью. Невооруженному глазу представляется просто матовая поверхность. Но если глянуть на нее в лупу, окажется, что она выполнена крохотными шариками, и не просто рядками один к одному, а пира-

мидками по пять шариков в каждой. Все шарики припаяны друг к другу, однако следов и наплывов припоя незаметно, что говорит о необычайно высоком мастерстве древних ювелиров-сканщиков.

В настоящее время некоторые секреты изготовления филигранных изделий, к сожалению, потеряны, в том числе и искусство микроскопической зерни.

В зависимости от технологических особенностей изготовления филигранных изделий различают ажурную, фоновую, или напайную, и объемную филигрань (рис. 8.1).

Ажурной филигранью называют кружевной 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;

многоплановая, или сложная, — 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, просвечивающей эмалью.

Фоновая, или напайная, филигрань отличается от ажурной тем, что узор напаявается на специально подготовленный фон из того же металла. Она может быть:

фоновая или глухая — филигранный узор напаявают на листовой металл или канфаренный фон;

просечная — после пайки узора фон удаляют просечкой или выпиловкой;

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.



Рис. 8.1. Браслет. Серебро, бирюза, стекло, позолота, филигрань

Объемная филигрань — это объемное изделие, выполненное сканной техникой (вазы, подстаканники, кубки, пудреницы, конусные серьги, изображения птиц и зверей, архитектурные формы и т. п.). Их изготавливают из отдельных частей по фрагментам, которые спаивают между собой. Образуется объемная фигура. Если последнюю можно представить в виде развертки, то скань набирают в плоскости, накладывают на изделие и припаявают. Отдельные фрагменты выполняют каким-либо одним или несколькими видами сканной техники. Например, ажурные детали чередуют с фоновыми, дополнительно украшенными чеканкой, эмалью или драгоценными камнями. Все это придает особую красоту и богатство композиции в целом.

Технологический процесс производства филигранных изделий включает следующие операции. Вначале разрабатывают шаблоны (рисунки) под филигрань. Затем проект изделия, выполненный художником, перед переводом в материал разбивают на составные части и для каждой вычерчивают развертку (для плоскостных изделий не

требуется). Рисунок членият на составляющие элементы и для каждого устанавливают толщину и вид проволоки. Заготовки, соответствующие элементам филигранного узора, разнообразны и на протяжении многих лет сохраняют свои названия — гладь, шнурок, веревочка, плетенка, елочка, дорожка. Сложный по конфигурации орнамент делят на серию простейших элементов. Нецелесообразно выгибать из проволоки сложные и длинные профили, гораздо проще и быстрее составлять их из отрезков простой конфигурации. При плотной подгонке места стыка отдельных элементов после пайки почти незаметны.

Материалом для изготовления скани служат мягкие, способные вытягиваться в тонкую проволоку металлы и сплавы, с относительно высокой температурой плавления и красивым внешним видом. Это — золото, серебро (916-я проба), мельхиор, нейзильбер, медь. Если диаметр проволоки не соответствует указанному на чертеже, ее протягивают через соответствующий фильер волоочильной доски, которая представляет собой стальную закаленную пластину с просверленными рядами постепенно уменьшающихся отверстий. Волоочильную доску укрепляют в тисках, конец проволоки заостряют напильником и продевают в отверстие. Затем, захватив конец плоскогубцами, плавно протягивают через отверстие. Чтобы уменьшить силу трения и получить гладкую чистую поверхность, проволоку смазывают маслом или воском. Осуществляя последовательный переход от одного отверстия к другому (меньшему), получают проволоку нужного сечения.

Следует помнить, что при волочении она делается жесткой. Чтобы избежать разрывов и трещин, проволоку периодически отжигают: медную и серебряную — после протягивания через каждые три-четыре отверстия; золотую — через шесть-восемь. Перед отжигом ее свертывают в плотный кольцевой моток (для равномерного без оплавлений отжига).

Затем проволоку отбеливают в 5—10%-ном растворе серной кислоты, промывают, просушивают, плющат в вальцах и ссучивают. Последняя операция выполняется с помощью электромото-

ров, станков, электродрелей и т. п. Ссучивание осуществляется в два приема, в интервале между которыми производят отжиг (для придания мягкости и пластичности). Затем скань прокатывают в плоских вальцах, вновь отжигают, отбеливают и сушат. Кроме скани, для филигрانی применяют гладкую вальцованную и круглую проволоку — *гладь*, которая в сочетании со сканью намного обогащает рисунок.

Шнур для филигрانی вяжут, как и скань, из двух, но более толстых невальцованных проволок; сложный шнур — из трех-четырех. Своеобразный рисунок создается из двух свитых проволок различной толщины или из двух свитых проволок, сложенных вдвое и вновь свитых.

*Жгут*ик, скрученный из двух проволок любого сечения, называется *веревочкой*. Веребочки из проволоки большого сечения применяют для контура филигранного изделия, малого сечения — для элементов рисунка. Наиболее распространенный вид скани — веревочка, прокатанная в плоских вальцах (плоская веревочка).

Плетенка — это косичка, плотно сплетенная из трех или более хорошо отожженных проволочек. Заготавливают ее вручную из коротких отрезков.

Елочка — две лежащие рядом веревочки со спиралью, направленной в разные стороны. Елочки, имеющие по эскизу сложный изгиб, спаиваются между собой заранее. Если же они лежат прямо или с незначительным изгибом, то их совмещают в процессе набора филигрانی.

Для выделения из общего узора отдельного орнамента применяют *круглую дорожку*, которая представляет собой слегка растянутую спираль из круглой глади малого сечения. Изготавливается путем навивания проволоки на ригелек нужного сечения (0; 5—1,0 мм). Снятая с ригеля спираль слегка растягивается с таким расчетом, чтобы зазор между витками не превышал сечения проволоки.

Смятая дорожка имеет вид поваленной спирали. Образуется при навивании стальной проволоки диаметром 1,0—3,0 мм на цилиндрический ригелек. Сминают спираль легким текстолито-

вым молоточком на правочной плите. Применяется для обрамления изделия, в качестве оправы камня и т. д.

Плющенная дорожка отличается от смятой тем, что плющение происходит в плоских вальцах. Зазор между последними равен сечению проволоки, в результате чего спираль сминается только в местах нахлеста.

Зигзаг — зигзагообразные дорожки двух видов (зубчатая, круглая и змейка). Зубчатая создается из плоской глади, круглой и плоской веревочки, при помощи маленьких зубчатых вальцов с ручным приводом, где зубцы специальных шестерен изгибают плоскую заготовку, проходящую между ними, в зигзаг. Для изготовления змейки плоскую или круглую веревочку навивают восьмеркой сразу на два одинаковых по диаметру ригелька. Затем последние вынимают из полученной двойной спирали, которую осторожно плющат, как обычную дорожку. Поваленную двойную спираль растягивают на ширину звена и выравнивают в плоскости (во избежание нахлестов). Зигзагообразные дорожки используют как промежуточные элементы ажурной филигрании, а также при изготовлении фоновой филигрании с ажурным фоном.

Зернь (мелкие шарики) является очень красивым декоративным элементом сканных работ, дополняющим и обогащающим линейный рисунок, выполненный из проволоки (рис. 8.2). Приготавливают зернь в следующем порядке: тонкую проволоку навивают (виток к витку) на ригель; полученную спираль снимают с ригеля и разрезают на отдельные витки (колечки); заготовки, смешав с угольным порошком, помещают в муфельную печь и нагревают до оплавления; разделенные угольным порошком колечки сплавляют в круглые шарики одного размера.

Для изготовления элементов филигрании и филигранных работ необходимы следующие инструменты и приспособления: филигранные пинцеты (корцанки) и ножницы (ювелирные ножницы по металлу), плоскогубцы, рабочие концы которых запилены специальным образом, молотки, напильники, надфили, кусачки, круглогубцы, канфарники, сечки, ювелирный лобзик, ти-

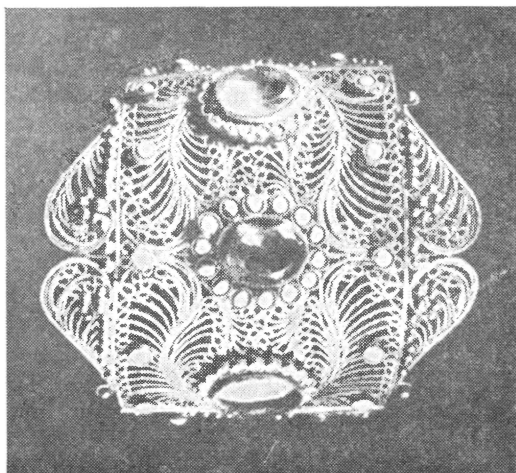


Рис. 8.2. Браслет. Серебро, бирюза, сердолик, филигрань, зернь

сочки, горелка или зуботехнический паяльный аппарат, вальцы плоские и зубчатые, волоочильная доска, ригели, правочная плита.

Набор скани по рисунку начинают с операции выгибания каждого элемента из проволочной заготовки (скани, глади или шнура). Это — завитки, колечки, овалы, розетки, звездочки и т. п., которые затем наклеивают соответственно рисунку. Различают четыре способа набора скани:

плоская ажурная филигрань — набирается при помощи клея БФ-2, нитролака или вишневой камеди по рисунку, выполненному на писчей бумаге в натуральную величину. Рисунок наклеивают на плоский шаблон, отвечающий габаритам рисунка, изготовленный из листовой стали толщиной 0,5—0,8 мм. Заготовку элементов смазывают с изнанки клеем и приклеивают. Набранному узору дают высохнуть и приступают к пайке. В процессе пайки тонкая бумага равномерно сгорает, не деформируя рисунок;

объемная ажурная филигрань набирается по листовому шаблону, соответствующему форме данной фигуры, и в плоскости (по рисунку развертки). В первом случае шаблоны изготавливаются вручную дифовкой или на давяльном станке. Шаблон не должен иметь

паяных швов, которые при пайке филигрании могут распаяться и повредить работу. Этот способ осложняется еще и тем, что сложные элементы приходится сгибать не только по рисунку, но и выгибать по форме шаблона, что требует от филигранщика высокой профессиональной подготовки. Во втором случае набор выполняется на плоскости, а затем пайкой из плоской ажурной заготовки дифуется необходимый объем. Хорошо набранный и спаянный ажур легко дифуется и выдерживает сложные деформации, включая даже двойную кривизну. Иногда к ажурным объемным изделиям с тыльной стороны припаивают специальный каркас из полос различной формы и конфигурации, который придает изделию прочность;

плоская фоновая филигрань выполняется по рисунку, который переводят на подготовленную заготовку из листового металла (золото, серебро, медь). Размер, толщина и конфигурация его должны соответствовать эскизу. Начинают набор с установкой наиболее крупных элементов композиции. Если по эскизу предусмотрены драгоценные камни, то в первую очередь определяют место для расположения кастров, а затем — более мелких и второстепенных деталей. Заканчивают набор установкой зерни. Все элементы рисунка крепят к фону клеєм, а после его высыхания производят пайку;

объемная фоновая филигрань — наиболее трудоемкий вид работы, так как набор скани на объемную форму или рельеф значительно труднее, чем на плоскость. Элементы рисунка предварительно изгибают по форме рельефа, чтобы они плотно прилегли к основе. Часто при изготовлении конусных или цилиндрических изделий набор скани производят на плоские развертки этих фигур, а затем после пайки филигрании на фон из развертки свертывают конус или цилиндр. Однако такой прием имеет недостатки (деформация и некоторое искажение рисунка).

Одна из самых ответственных операций при изготовлении филигранных изделий — пайка. Выполняется специальными ювелирными припоями, обладающими хорошей текучестью и пла-

стичностью. В состав припоя входят опилки в смеси с прокаленной и перетертой бурой. Для приготовления смеси слиток припоя зажимают в ручные тиски и грубым напильником напильвают опилки. Затем из опилок магнитом удаляют железо (кусочки от напильника). Опилки ссыпают в банку, смешивают (1 : 1) с бурой и засыпают в рожек, из которого посыпают на подготовленное к пайке изделие, предварительно смоченное слабым раствором буры или водой. Набор филигрании помещают на леткал, предварительно подложив на асбест металлическую сетку, которая обеспечивает равномерный нагрев набора по всей площади. Нагрев производят мягким пламенем паяльного пистолета. Пайка происходит очень быстро и чисто, так как температура сгорания копоти совпадает с температурой плавления припоя. После пайки приступают к отбеливанию изделия в горячем 5 %-ном растворе серной кислоты (до полного удаления стекловидных следов флюса — буры). Затем его промывают, просушивают и проверяют качество пайки. Если оказалось, что некоторые элементы не спаялись — пайку повторяют.

Составы припоя для пайки филигранных изделий (в частях): *из меди* — медь чистая — 1, серебро (875-я проба) — 2; *из серебра* — пайка без эмали — медь чистая — 1, серебро (875-я проба) — 4; под эмаль — медь чистая — 5, серебро (916-я проба) — 16; *из золота* — пайка без эмали — серебро чистое — 3; золото чистое — 8; под эмаль — серебро чистое — 1, золото чистое — 4.

8.2. Эмалирование

Э м а л ь (от франц. *email*, от франкск. *smeltan* — плавить) — легкоплавкие прозрачные или заглупленные (непрозрачные) свинцово-силикатные стекла, окрашенные в различные цвета окислами металлов. После нанесения на изделие и обжиг они превращаются в твердую, блестящую массу с яркими устойчивыми красками.

Промышленное производство эмалей началось со второй половины XIX в. 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, пудреницы, коробочки, серьги и др.).

Эмали изготавливают из специальных легкоплавких цветных стекол с добавлением в них различных пигментов и вспомогательных веществ (двуокись марганца, закиси кобальта или никеля, криолит, трехокись сурьмы и др.).

Эмалирование относится к специальной технологии изготовления ювелирных изделий, тесно связанной с основными ювелирными работами. Кроме декоративных качеств, эмаль обладает прекрасными защитными свойствами (благодаря высокой стойкости против химических реагентов). По химическому составу — это соли кремниевой кислоты. Важнейшей составной частью ювелирных эмалей является кремнезем — стеклообразующий окисел, обеспечивающий высокую химическую устойчивость, механическую прочность и термические свойства эмали. Чем больше кремнезема содержится в составе, тем выше качество эмали. При большом содержании кремнезема значительно повышается вязкость эмали, потому в исходный состав вводится окись калия, которая снижает вязкость и склонность состава к кристаллизации, повышает растекаемость, улучшает блеск и чистоту эмали.

Ювелирные эмали должны удовлетворять ряду требований: быть легкоплавкими (применение эмалей с температурой растекания выше 850 °С затрудняет процесс нанесения их на сплавы серебра и по паяным изделиям); иметь коэффициент теплового линейного расширения, близкий к коэффициенту теплового линейного расширения золота, серебра и их сплавов; в расплавленном состоянии обладать хорошей растекаемостью, вязкостью и смачивающей способностью, чистотой, насыщенностью цвета, высоким блеском.

Свинцово-силикатные эмали делятся на две основные группы: прозрачные и заглашенные. При изготовлении *прозрачных* эмалей используют примерно один и тот же состав (кроме золотого рубина), а при изготовлении *заглашенных* — к составу (после сплавления и размалывания) добавляют триоксид мышьяка или оксид олова. Глушителя-

ми 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.

Свинцово-силикатные эмали применяются для эмалирования изделий из золота, серебра, томпака.

В условиях производственной мастерской, при наличии исходных материалов, можно приготовить эмаль различного цвета (пропорции в г):

молочная: 10 — кварцевого песка, 20 — борной кислоты, 80 — свинцового сурика, 4 — окиси цинка, 10 — каолина;

синяя: 10 — кварцевого песка, 20 — борной кислоты, 70 — свинцового сурика, 0,5—2 (в зависимости от оттенка) — окиси кобальта;

черная: 4,5 — кварцевого песка, 20 — борной кислоты, 70 — свинцового сурика, 6—12 — оксида кобальта;

желтая: 10 — кварцевого песка, 20 — борной кислоты, 70 — свинцового сурика, 0,5 — двухромовокислого калия;

зеленая: 10 — кварцевого песка, 20 — борной кислоты, 70 — свинцового сурика, 1—2 — оксида меди, 0,2 — двухромовокислого калия;

красная: 10 — кварцевого песка, 20 — борной кислоты, 70 — свинцового сурика, 0,5—2 — оксида кадмия;

прозрачная (фондон): 20 — кварцевого песка, 20 — борной кислоты, 70 — свинцового сурика.

Компоненты состава тщательно перемешивают, помещают в фарфоровый тигель и нагревают в муфельной печи. При температуре 550—600 °С смесь начинает плавиться. Когда состав превратится в однородную стекловидную массу, тигель вытаскивают клещами и расплавленную эмаль выливают в металлический сосуд с холодной водой. При резком охлаждении эмаль затвердевает и растрескивается на мелкие кусочки. Это и есть исходный материал (в данном случае) для эмальерных учебных работ.

Подготовка изделия под эмаль предполагает очистку металла от всевозможных загрязнений и оксидных пленок, обезжиривание и травление в азотной кислоте или отбеливание в слабом растворе серной кислоты. Медное изделие после очистки подвергают

нагреву в печи до появления тончайшей 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. Это повышает процентное содержание драгоценного металла в поверхностном слое.

Перед наложением на изделие эмаль превращают в порошок: размалывают на шаровых мельницах или дробят (в лабораторных условиях) в агатовых ступках. Размер частиц должен быть не более 0,01 мм, а величина зерен — приблизительно одинакова (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 — крупные оседают на дно, а мелкие удаляются вместе с водой.

Эмаль наносят на изделия двумя способами:

ручной — размолотую эмаль, размешанную с водой, в виде кашицы накладывают на изделие кистью или специальным шпателем; применяется в ювелирном деле;

машинный — 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 предотвращения корбления 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 °С) 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

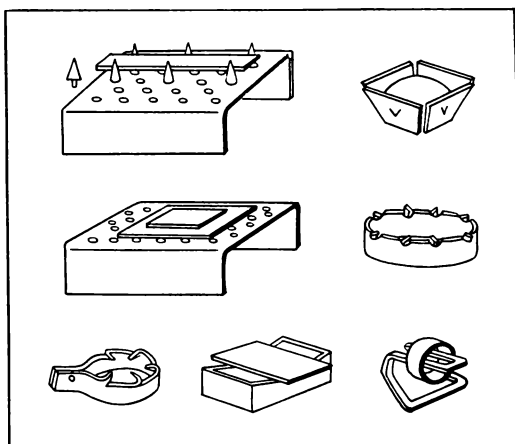


Рис. 8.3. Подставки для обжига эмали

может испортить изделие, поэтому пламя направляют на его обратную, левую, сторону. Изделие перед обжигом устанавливают на специальной подставке (для равномерного прогрева) из никеля, никелевых сплавов или жароустойчивой (хромоникелевой) стали (рис. 8.3).

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 классифицируются на выемчатые, перегородчатые, оконные, живописные и др. (рис. 8.4—8.6).

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 шероховатой. Выемчатая эмаль применяется для декорировки литых или обронных изделий, для изделий из листового металла, выполненных чеканкой.

Перегородчатые эмали заполняют углубления между перегородками, сделанными из вальцованной проволоки или филигрانی, припаянных к основанию. Часть изделия, предназначенная для эмали, выполнена в виде низкой открытой сверху коробочки глубиной около 0,8—1,0 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 — рубины, аметисты, сапфиры.

Живописная эмаль (финифть) представляет собой тончайшую миниатюрную живопись эмалевыми красками на металлической основе. Это самый трудоемкий и кропотливый вид эмалирования.

Технологический процесс финифти сводится к следующему. Из тонкого медного, серебряного или золотого листа изготовляют основу изделия (любой формы). Лицевую поверхность после соответствующей подготовки покрывают тонким слоем эмали, которая должна служить фоном (светлые — белый, голубой или черный фоны). Операцию наложения фона повторяют в несколько этапов, пока поверхность не станет ровной и гладкой. Обратную сторону покрывают контрэмалью. Затем приступают непосредственно к живописи по эмали, учитывая изменения

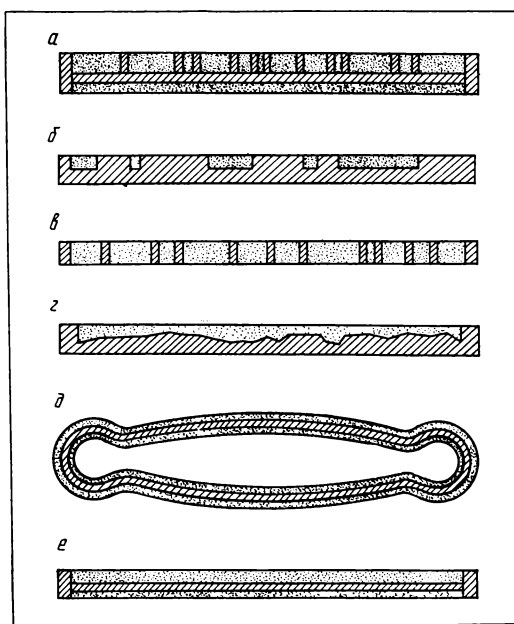


Рис. 8.4. Классификация эмалей:

а — перегородчатая; б — выемчатая; в — оконная; г — рельефная выемчатая; д — накладная; е — живописная

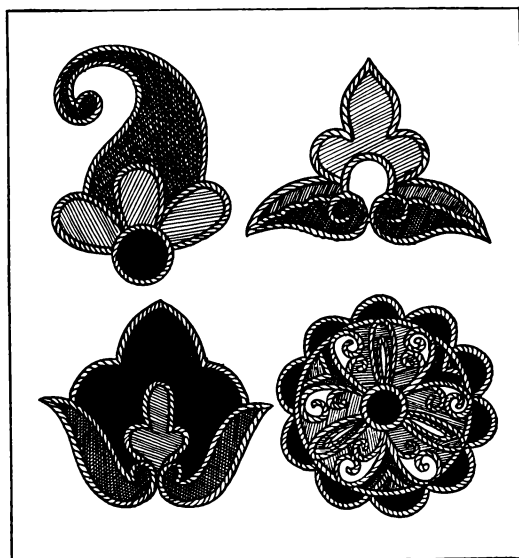


Рис. 8.5. Простые образцы, выполненные эмалью по скани



Рис. 8.6. Стакан. Москва, начало XVIII в. Серебро, гравировка, живописная эмаль, золочение

после обжига первоначального цвета эмалевых красок и их температуру плавления. Вначале пишут тугоплавкими, а после обжига легкоплавкими красками.

8.3. Травление металла

Художественное травление металла издавна известно оружейных дел мастерам. Оно заменило один из трудоемких процессов — ручную гравировку, не утратив при этом прежних художественных качеств.

Техникой травления сравнительно легко можно на любом металле воспроизвести рельефный или углубленный орнамент, сюжет, текст. При таушировании травлением образуются канавки для запрессовки проволоки или металлических контрастирующих полосок. Требуется только небольшая доводка (расширение днища) канавок, что значительно экономит время по сравнению с выполнением этих углублений техникой гравировки.

Существуют два способа травления —

химический и гальванический. Второй более эффективный и менее вредный — раствор электролита не выделяет ядовитых газов, которые неизбежны при химическом способе.

Сущность технологического процесса изготовления художественных изделий методом *химического травления* (рис. 8.7) состоит в следующем: 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 не сложен, но художественное исполнение гораздо труднее, так как требует тщательной, кропотливой работы по созданию композиции рисунка и четкого переноса его на подготовленное изделие.

Подготовка изделия к химическому и гальваническому травлению существенно не отличается. Перед травлением поверхность изделия зачищают, шлифуют, полируют, обезжиривают, промывают и просушивают. Обезжиривание производят в подогретом до 50°C 10%-ном растворе едкого натра в течение 5 мин. Затем изделие на 1—2 мин переносят в 15%-ный 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 покрывную смесь (табл. 8.1). Компоненты при постоянном пе-

Табл. 8.1. Составы покрывной смеси для травления

Материал	Составы в весовых частях		
	I	II	III
Белый воск	2	5	10
Мастика	2	—	5
Битум	1	4	4
Канифоль	—	2	2

ремешивании сплавляются в металлической банке до образования однородной массы.

Остывшую 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 через 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 смыть с поверхности заготовки 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 карандашом переводят рисунок или текст. Затем острой чертилкой или другим инструментом (в зависимости от характера рисунка могут применяться гравировальные иглы и шаберы) аккуратно процарапывают рисунок, соскабливая лак. Качество готового изделия полностью зависит от тщательности операции прорезания рисунка.

Второй 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 (лака) ретушируют и уточняют с помощью металлических инструментов (шабера, чертилки, игл). Затем заготовку помещают в травильную ванну и приступают к травлению.

Для химического травления мастерская должна быть оборудована кислотоупорными ваннами и вытяжными шкафами, необходимы также защитные средства при работах с кислотами и агрессивными растворами.

В качестве травителей чаще всего применяются разбавленные кислоты, чтобы металл медленнее растворялся.

Если металл растворяется очень быстро, возникают следующие осложнения: кислота проникает под слой покрытия и рисунок утрачивает четкий

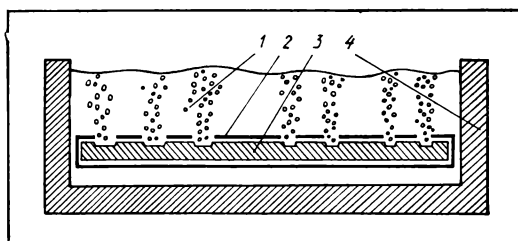


Рис. 8.7. Схема процесса химического травления:

1 — травильная жидкость; 2 — слой лака; 3 — изделие; 4 — корпус ванны

контур; повышение интенсивности действия кислоты приводит к разрушению покрывной смеси на больших участках изделия и приводит к браку; невозможно надежно контролировать глубину травления.

Скорость процесса определяют по интенсивности выделения пузырьков газа, поднимающихся от мест травления. При бурном выделении пузырьков в травильный раствор следует добавить дистиллированной воды. В процессе травления на поверхности изделия оседают пузырьки, которые 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 лаком покрывают те места, которые достаточно протравлились. Затем травление продолжается. По окончании процесса изделие вынимают из ванны, хорошо промывают в воде, растворителем удаляют лак и окончательно полируют. Если по творческому замыслу необходима декоративная отделка, используют эмали, чернь и др.

Составы разбавленных травильных растворов для химического травления даны в табл. 8.2.

Для гальванического травления необходимо иметь источник постоянного тока напряжением 4—10 В и ванны из изолирующего материала для электро-

Табл. 8.2. Составы разбавленных травильных растворов

Материал изделия	Травильный раствор	Разбавитель (дистиллиро- ванная вода)
Золото	Разбавленная «царская водка»	—
Железо, сталь	Азотная кислота (1 ч.)	6 ч.
Серебро, медь, латунь	То же	3 ч.
Цинк	»	4 ч.
Медь, латунь, бронза	Хлорид железа, 400 г (концентрированный ра- створ действует медленнее, чем разбавленный)	1 л
Алюминий	Хлорид железа (1 ч.)	3 ч.
Стекло (эмаль)	Плавиковая кислота	—

лита (насыщенный водный раствор железного купороса — для стали, железа; медного купороса — для меди, латуни, бронзы). Вода — дистиллированная.

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 совершенно чистую, слегка шероховатую поверхность.

ГЛАВА 9. ПОЛУЧЕНИЕ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

9.1. Паяние

П а я н и е, *пайка* — соединение деталей в твердом нагретом состоянии посредством расплавленного присадочного материала — *припоя*.

Паяние имеет ряд преимуществ перед другими способами неразъемных соединений: чистота соединения, почти не требующая последующей обработки, незначительный нагрев деталей, сохраняющий их структуру и механические свойства, неизменность размеров и форм деталей, прочность и герметичность соединения.

Все это позволяет широко использовать его в производстве художественных изделий.

Паяние металлов условно делят на два основных вида: мягкими припоями (температура до 723 К) и твердыми (выше 723—923 К).

Мягкие припои имеют малую механическую прочность — предел при растяжении 50—70 Мн/м². Их используют при соединении деталей из меди, латуни, цинка, оцинкованной стали. Однако они не выдерживают ударов и воздействия температуры выше 100 °С.

В качестве мягких припоев применяют сплавы из легкоплавких металлов: олово, свинец, сурьма, висмут, медь и др. Группу составляют оловянно-свинцовые, висмутовые и кадмиевые припои.

Оловянно-свинцовые припои состоят из олова и свинца, взятых в различных соотношениях, а также сурьмы, меди, висмута и мышьяка (в очень малом количестве). Сурьма увеличивает прочность припоя, висмут понижает температуру плавления. Основные марки: ПОС-90, ПОС-61, ПОС-50, ПОС-40, ПОС-30, ПОС-18 и оловянно-свинцово-сурьмянистый припой ПОС-4-6 (табл. 9.1). Буква П обозначает слово «припой», ОС — оловянно-свинцовый, а цифра — процент олова.

Висмутовые и кадмиевые припои состоят из висмута, олова, кадмия и свинца. Они очень легкоплавки, хрупки, применяются для швов, не требующих большой прочности. Температура плавления зависит от процентного содержания составляющих компонентов: вис-

мутовые припои 352—367 К, кадмиевые — 333—345 К.

К более тугоплавким мягким припоям относятся *серебряные припои* (табл. 9.2), которые изготавливаются на свинцовой основе с добавлением серебра, кадмия и других элементов. Паяние серебряными мягкими припоями значительно улучшает антикоррозийные и технологические свойства паяного шва.

Твердые припои обладают значительной механической прочностью при растяжении — до 500 Мн/м². Они служат для соединения деталей из стали, чугуна, меди, золота, серебра и различных сплавов. Дают прочные термостойкие швы. Состоят в основном из меди, серебра, цинка и других элементов. Наибольшее применение в производстве художественных изделий нашли медно-цинковые и серебряные припои (табл. 9.3, 9.4).

В состав *медно-цинковых припоев* входят медь, цинк, присадки из свинца и железа (1,5%). Большое содержание меди позволяет повышать температуру плавления, а цинка — понижать; присадки влияют на цвет припоя — делают его более светлым.

Марки медно-цинковых припоев: ПМЦ-36, ПМЦ-42, ПМЦ-47, ПМЦ-48, ПМЦ-52, ПМЦ-54, Л 62. Буква П обозначает слово «припой», МЦ — медно-цинковый, цифра — процент меди.

Серебряные припои имеют в своем составе серебро, цинк и медь. Повышение температуры плавления связано с увеличением содержания серебра. Они образуют очень прочные соединения деталей, устойчивые против коррозии.

Марки серебряных припоев: ПСр 72, ПСр 50, ПСр 70, ПСр 45, ПСр 12М, ПСр 71, ПСр 40, ПСр 37,5. Буква П обозначает слово «припой», Ср — серебро, цифра — процент серебра.

Припои хорошо соединяются только с чистой, неокисленной поверхностью. Для растворения окислов и защиты металлов от окисления в процессе паяния применяют специальные химические вещества — флюсы (табл. 9.5).

Паяние мягкими припоями. Паяние мягкими припоями производят *паяльниками*. Они подразделяются на периодически нагреваемые (рис. 9.1), электрические (рис. 9.2), газовые (рис.

9.3), бензиновые (рис. 9.4) и ультразвуковые. Перед началом паяния заостренный (рабочий) конец тщательно очищают от окалины напильником, нагревают и покрывают оловом, чтобы припой хорошо держался. Затем детали точно подгоняют друг к другу, места пайки зачищают наждачной бумагой или напильником, на очищенные поверхности наносят слой флюса и залуживают места пайки.

Паяльник подогревают до температуры 623—723 К, расплавляют припой и переносят его на соединяемые поверхности деталей. Медленно водят паяльником по месту соединения, пока припой равномерно не заполнит шов. После застывания припоя, место соединения промывают водой (для удаления флюса), просушивают и, если необходимо, снимают наплывы (напильником или наждачной бумагой).

Паяние твердыми припоями. Для расплавления твердых припоев и нагрева деталей применяют *газовоздушные горелки* различных конструкций (рис. 9.5), *бензиновые паяльные аппараты* (рис. 9.6), горелки, работающие на жидком горючем в смеси с кислородом, — *керосино-кислородные* и *паяльные лампы* различных типов. Газовоздушные горелки работают на смесях: ацетилен с кислородом, природный газ с воздухом, природный газ с кислородом, водород с кислородом. Широкий факел пламени способствует равномерному нагреву площади спаиваемого шва.

Места паяния очищают от жировых веществ, детали плотно подгоняют друг к другу (рис. 9.7), соединяют и закрепляют с помощью зажимных инструментов или мягкой проволоки. Поверхность, подлежащую паянию, зачищают шкуркой, покрывают флюсом (бурой) и медленно прогревают пламенем горелки или паяльной лампы. Нагретый шов раскладывают припой и нагревают его до полного расплавления и заполнения им зазора соединения. Затем изделие зачищают, кипятят (10—15 мин) в растворе (10% каустической соды, 5 — машинного масла и 85% — воды), промывают и просушивают.

Подкладкой (основой) под паемые изделия служат огнеупорные приспособления — *асбестовые леткалы* разных

Табл. 9.1. Мягкие оловянно-свинцовые припой

Марка припоя	Химический состав, %			Примеси не более, %			Температура, К	
	олово	сурьма	свинец	медь	висмут	мышьяк	начала плавления	полного расплавления
ПОС-90	89—90	До 0,15	Остальное	0,08	0,1	0,05	456	495
ПОС-61	59—61	До 0,8	То же	0,1	0,1	0,05	456	456
ПОС-50	49—51	До 0,8	»	0,1	0,1	0,05	456	482
ПОС-40	29—40	1,5—2,0	»	0,1	0,1	0,05	456	508
ПОС-30	29—30	1,5—2,0	»	0,15	0,1	0,05	456	529
ПОС-18	17—18	2,0—2,5	»	0,15	0,1	0,05	456	550
ПОС-4-6	3—4	5—6	»	0,1	0,05	—	518	538

Табл. 9.2. Мягкие серебряные припой

Марка припоя	Химический состав, %				Температура, К	
	серебро	кадмий	олово	свинец	начала плавления	полного расплавления
ПСр 3	2,7—3,3	—	—	97,0±1,0	573	578
ПСр 2,5	2,2—2,8	—	5,5±0,5	92,0±1,0	568	578
ПСр 2	1,7—2,3	5,0±0,3	30,0±0,1	63,0±1,5	498	508
ПСр 1,5	0,7—2,3	—	14—16	82—85	538	543
ПСр 3К	3,0±0,5	96,0±1,0	—	—	573	598

Примечание. В припой ПСр 3К входит также $1,0\pm0,5$ % цинка.

Табл. 9.3. Твердые медно-цинковые припой

Марка припоя	Химический состав, %						Температура, К		Область применения (назначения)
	медь	цинк	примеси				начала плавления	полного расплавления	
			сурьма	свинец	олово	железо			
ПМЦ-36	36	Остальное	—	0,5	—	0,1	1073	1098	Соединения, не требующие высокой прочности
ПМЦ-42	40—45	То же	0,1	0,5	1,5	0,5	1123	1143	Латунь с содержанием 60—68 % меди, бронза
ПМЦ-47	45—49	»	0,1	0,5	1,5	0,5	1113	1133	Для пайки латуни Л 62
ПМЦ-48	48	»	—	0,5	—	0,1	1123	1143	Медь, томпак и полутомпак
ПМЦ-52	49—53	»	0,1	0,5	1,5	0,5	1148	1158	Медь, бронза, латунь (Л 68, Л 80, Л 90), железо, нейзильбер
ПМЦ-54	54	»	—	0,5	—	0,1	1148	1158	Сталь, медь, томпак, полутомпак
Л62	60,5—63,5	»	—	—	—	—	1163	1168	Медь, сталь

Табл. 9.4. Твердые серебряные припои

Марка припоя	Химический состав, %					Температура, К		Область применения (назначение)	
	серебро	медь	цинк	кадмий	никель	другие элементы	начала плавления		полного расплавления
ПСр 72	74,5—72,5	27,3—28,5	—	—	—	—	1052	1052	Медь, латунь, сталь (если надо сохранить высокую электропроводность)
ПСр 50	49,5—50,5	49,3—50,5	—	—	—	—	1052	1123	
ПСр 70	69,5—70,5	25,5—26,5	3—5	—	—	—	1003	1028	Сталь, медь, никель и их сплавы; паяные швы обладают повышенной прочностью
ПСр 45	44,5—45,5	29,5—30,5	23,5—26,0	—	—	—	933	998	Припой общего назначения
ПСр 12М	11,7—12,3	51—53	34—37,5	—	—	—	1053	1098	Латунные детали, содержащие не менее 58 % меди
ПСр 71	70,5—71,5	27—28,7	—	—	—	P 0,8—1,2	1023	1068	Медь и ее сплавы
ПСр 40	39—41	16,4—17,4	16,6—17,8	25—26,5	0,1—0,5	M 7,9—8,5	868	878	Для деталей из конструкционной и нержавеющей стали, меди, латуни
ПСр 37,5	37—38	47,8—48,8	5—6	—	—	—	1001	1083	

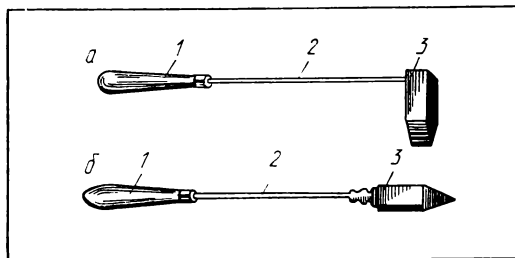


Рис. 9.1. Периодически нагреваемые паяльники:

а — угловой; б — прямой; 1 — деревянная ручка; 2 — железный стержень; 3 — медная часть паяльника

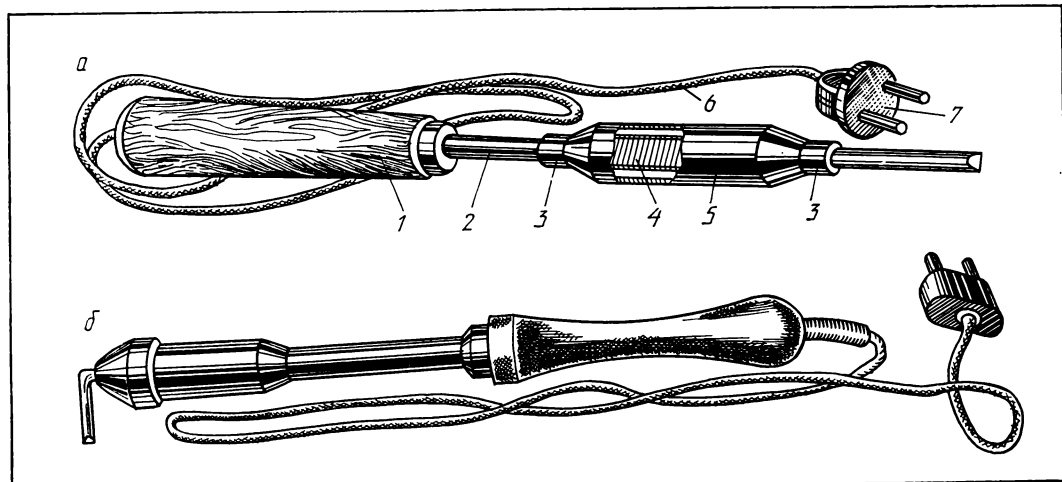


Рис. 9.2. Электрические паяльники:

а — прямой: 1 — рукоятка; 2 — стальная трубка; 3 — хомутики, скрепляющие боковины нагревательного элемента; 4 — нагревательный элемент; 5 — две накладные боковины; 6 — шнур; 7 — штепсельная вилка; б — угловой

Табл. 9.5. Основные флюсы для паяльных работ

Наименование	Область применения
Соляная кислота (раствор в воде)	Паяние мягкими припоями цинка, оцинкованной стали
Хлористый цинк (травленая цинком НСl)	Паяние мягкими припоями жести, меди, латуни
Нашатырь (хлористый аммоний)	Паяние мягкими припоями меди, латуни, облуживание паяльников
Канифоль	Паяние мягкими припоями меди, латуни
Бура	Паяние твердыми припоями стали, меди, латуни, бронзы, серебра, золота и др.
Борная кислота и бура (в равных весовых долях)	Паяние твердыми припоями полированных деталей (для сохранения блеска)

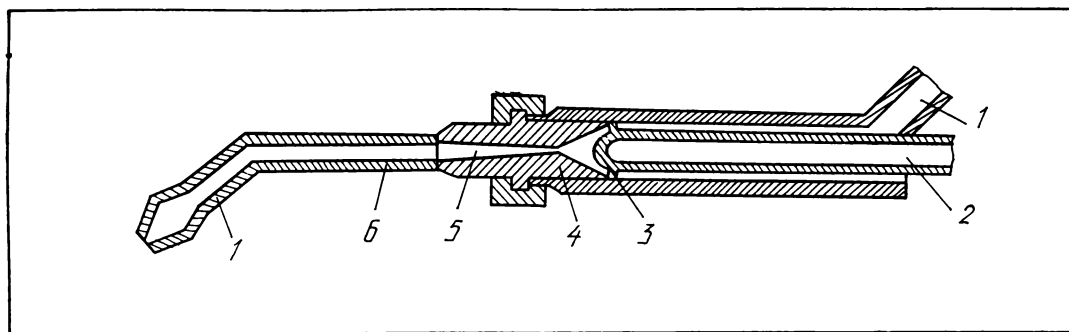


Рис. 9.3. Газовый паяльник:

1 — медная часть паяльника; 2 — стальной стержень; 3 — хомут, крепящий паяльник к горелке; 4 — ацетилено-кислородная горелка; 5, 6 — регулировочные вентили ацетилено-кислородной смеси; 7 — ручка горелки

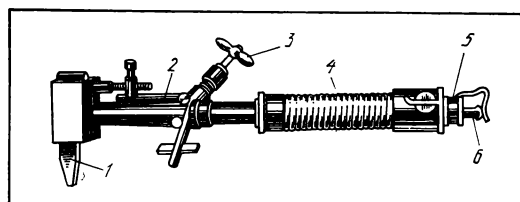


Рис. 9.4. Бензиновый паяльник:

1 — медная часть паяльника; 2 — горелка; 3 — вентиль подачи смеси бензина с воздухом; 4 — ручка-резервуар для бензина; 5 — устройство, закрывающее резервуар с насосом; 6 — ручка насоса

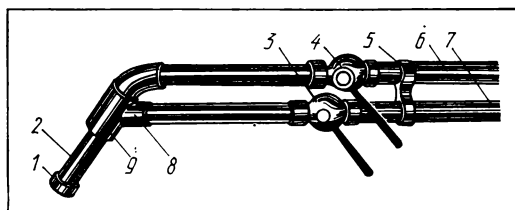


Рис. 9.5. Устройство газозвушной горелки:

1 — мундштук; 2 — смешительная камера; 3, 4 — пробковые краны; 5 — хомут, скрепляющий трубы; 6, 7 — трубы для подачи газа и сжатого воздуха; 8, 9 — патрубков, соединяющий трубы

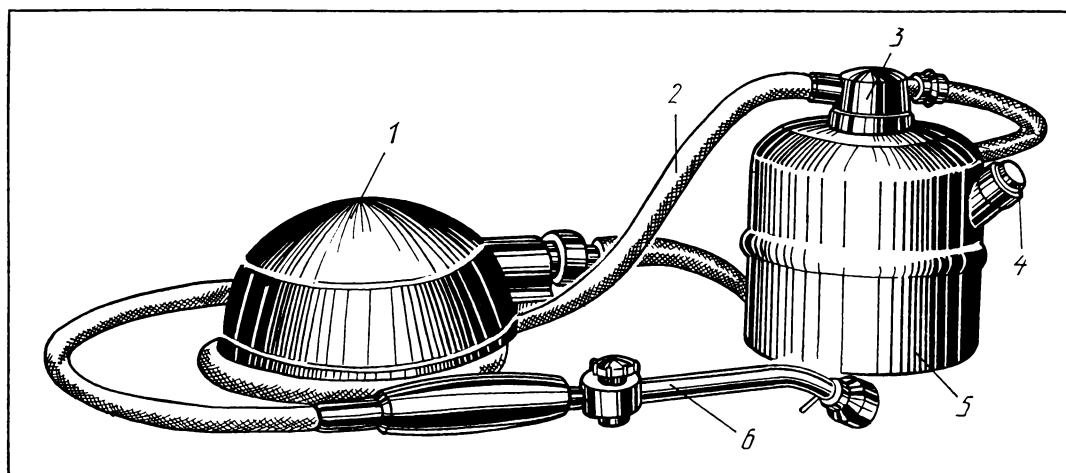


Рис. 9.6. Устройство бензинового паяльного аппарата:

1 — насос для подачи воздуха; 2 — резиновая трубка; 3 — рабочая пробка; 4 — заливное отверстие; 5 — бак; 6 — газовая горелка

видов и форм. Изготавливают их из деревянной плиты, на которую закрепляют асбестовый картон толщиной 5—10 мм (рис. 9.8).

Золотые и серебряные припои для ювелирных изделий. Предприятия, производящие ювелирные изделия, приме-

няют золотые и серебряные припои, которые отличаются пробой, цветом и имеют высокую температуру плавления (923—1373 К).

Золотые припои используются для пайки золотых и платиновых изделий, поэтому их проба должна соответ-

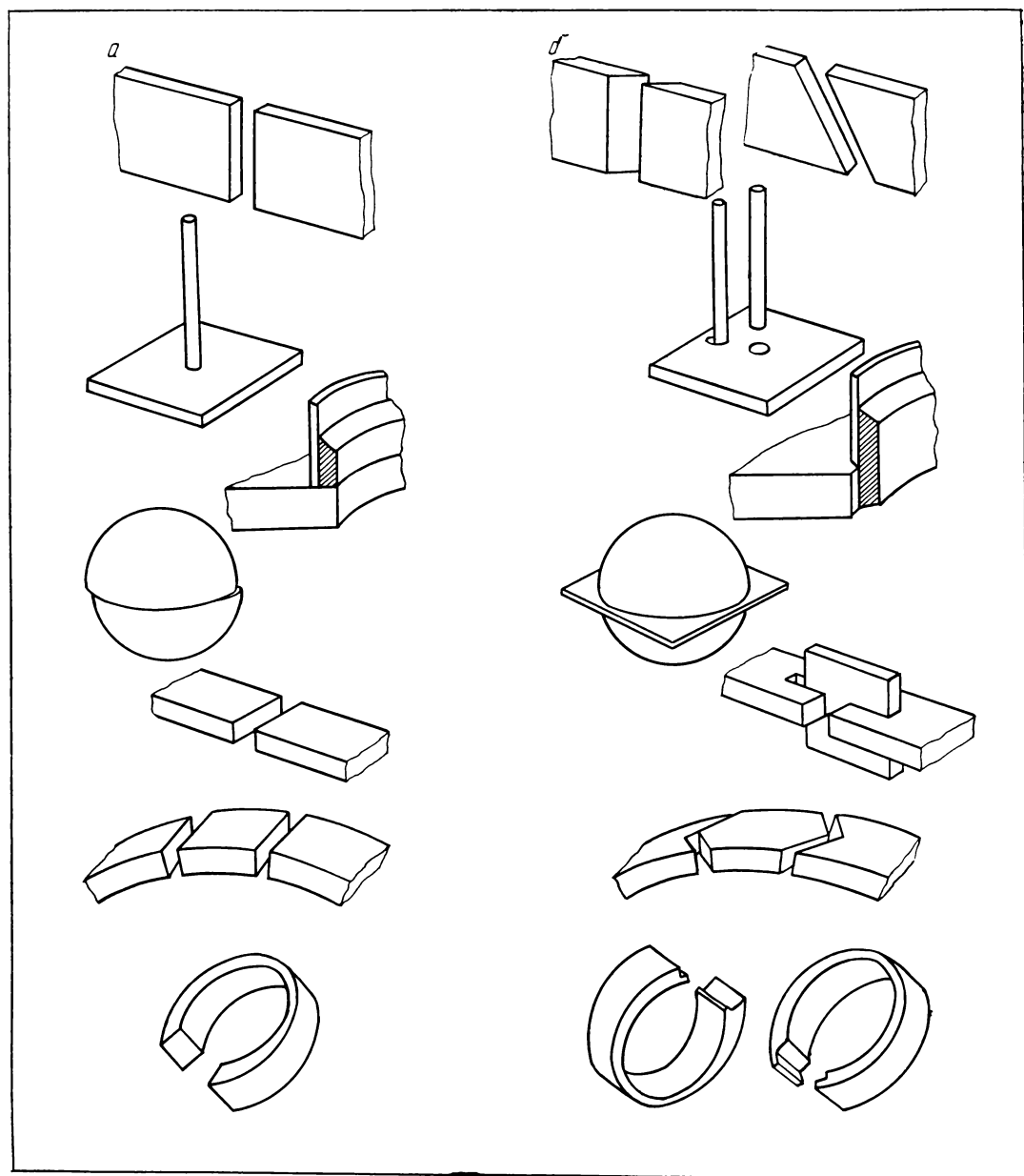


Рис. 9.7. Пропиловка и подгонка различных деталей при твердой пайке:

а — правильно; б — неправильно

ствовать пробе изделия. На каждую пробу предусмотрено несколько припоев различных по цвету и температуре плавления. Изменение технологических и физических свойств зависит от процентного содержания компонентов припоя. Например, никель и палладий придают припою белый цвет, повышают температуру плавления и прочность; кадмий — зеленоватый оттенок и понижает температуру плавления; цинк — ослабляет цвет, улучшает текучесть, понижает температуру плавления.

По цвету золотые припои делятся на желтые и белые (табл. 9.6—9.10).

Серебряные припои в отличие от золотых могут не соответствовать пробе изделия (табл. 9.11). Содержание в них серебра колеблется от 50

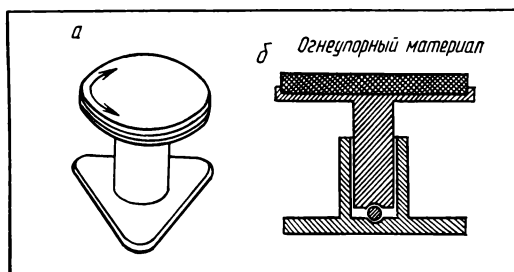


Рис. 9.8. Летки-вертушка:

а — общий вид; б — разрез

до 80%. Припои обладают высокой прочностью, пластичностью и отличной текучестью. Температура плавления 923—1083 К.

Табл. 9.6. Золотые припои 750-й пробы

Компоненты, %					Температура плавления припоев, К
золото	серебро	медь	кадмий	цинк	
75,0	3,0	10,0	12,0	—	993—1013
75,0	15,0	7,35	—	2,65	1093—1113
75,0	14,0	8,0	—	3,0	1073—1093
75,0	13,0	9,0	—	3,0	1133—1153
75,0	6,2	10,4	6,9	1,5	1013—1033
75,0	5,0	14,2	5,0	0,8	1023—1043
75,0	9,5	9,5	—	4,0	1033—1053
2,0 (олово)					

Табл. 9.7. Золотые припои 750-й пробы (белые)

Компоненты, %						Температура плавления припоев, К
золото	серебро	медь	палладий	никель	цинк	
75,0	13,0—11,0	—	12,0—14,0	—	—	1173—1373
75,0	10,5	4,5	10,0	—	—	1073—1273
75,0	13,0—9,0	4,0—6,0	8,0—10,0	—	—	1073—1273
75,0	—	10,0	—	10,5	4,5	1113—1133
75,0	9,67	7,14	—	3,78	4,41	1133—1173
75,0	7,5	5,5	10,0	—	2,0	1073—1273
75,0	7,0	6,0	—	4,0	8,0	1053—1093

Табл. 9.8. Золотые припои 583-й пробы

Компоненты, %					Температура плавления припоя, К
золото	серебро	медь	кадмий	цинк	
1	2	3	4	5	6
58,3	18,0	15,3	8,4	—	1073—1093
58,3	16,5	20,6	—	4,6	1093—1113
58,3	13,0	18,5	10,2	—	1053—1073

1	2	3	4	5	6
58,3	12,5	20,6	—	8,6	1073—1093
58,3	12,3	26,1	—	3,3	1093—1113
58,3	11,7	18,5	11,5	—	1073—1093
58,3	11,0	27,0	—	3,7	1073—1093
58,3	10,0	22,7	9,0	—	1053—1073
58,3	19,0	18,5	2,5	1,7	1093—1113
58,3	13,0	12,7	10,0	6,0	1013—1033
58,3	12,5	26,2	10,0	3,0	1033—1053
58,3	11,5	17,5	10,0	2,5	1033—1053
58,3	19,2	12,0	Остальное латунь		1093—1123
58,3	8,0	21,7	12,0	—	1093—1123

Табл. 9.9. Золотые припои 500-й пробы

Компоненты, %					Температура плавления припоя, К
золото	серебро	медь	кадмий	цинк	
50,0	30,0	20,0	—	—	1113—1133
50,0	25,0	18,7	—	6,3	1073—1093
50,0	20,0	20,0	10,0	—	1033—1053
50,0	25,0	16,0	7,4	1,6	993—1013

Табл. 9.10. Золотые припои 375-й пробы

Компоненты, %				Температура плавления припоя, К
золото	серебро	медь	цинк	
37,5	37,5	25,0	—	1113—1133
37,5	28,5	30,0	4,0	1073—1093
37,5	11,0	43,0	8,5	1093—1113

Табл. 9.11. Серебряные припои различных проб

Компоненты, %					Температура плавления припоев, К
серебро	медь	цинк	кадмий	олово	
80,0	12,4	7,6	—	—	1053—1073
80,0	2,5	15,5	—	2,0	973—1053
75,0	18,6	6,4	—	—	1048—1048
75,0	15,5	9,5	—	—	1018—1038
75,0	14,9	10,1	—	—	1013—1033
74,0	14,0	12,0	—	—	1013—1033
72,8	20,7	6,5	—	—	1013—1033
70,0	30,0	—	—	—	1043—1053
70,0	26,4	3,6	—	—	1018—1038
70,0	20,4	9,4	—	—	1003—1023
70,0	18,6	11,4	—	—	993—1013
68,4	22,9	8,7	—	—	1003—1023
68,0	32,0	—	—	—	1043—1063
66,6	24,3	9,1	—	—	993—1013
65,0	35,0	—	—	—	1063—1083
65,0	21,7	13,3	—	—	978— 998
50,0	16,0	16,0	18,0	—	923— 943

9.2. Сварка

Сварка — технологический процесс получения неразъемных соединений путем их местного сплавления или совместного деформирования, в результате чего возникают прочные связи между атомами (молекулами) соединяемых тел.

Простейшие приемы сварки были известны еще в глубокой древности. Изделия из меди предварительно нагревались, а затем сдавливались. В процессе деформации сминались неровности и разрушалась оксидная пленка на свариваемых поверхностях, что обеспечивало плотный контакт между ними и способствовало возникновению межатомных связей. Применялся и литейный способ сварки при изготовлении изделий из бронзы, меди, свинца и благородных 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 (горновая, или кузнечная, сварка). Эти способы сварки металлов применялись вплоть до XIX в.

В 1802 г. профессор Санкт-Петербургской медико-хирургической академии В. В. Петров (1761—1834) открыл электрическую дугу и описал явления, происходящие в ней, а также указал на возможность ее практического применения. В 1802 г. русский изобретатель Н. Н. Бенардос (1842—1905), а затем в 1888 г. русский инженер Н. Г. Славянов предложили первые практически пригодные способы сварки плавящимся металлическим электродом. Они и положили начало автоматизации сварочных процессов.

Современные способы сварки металлов можно разделить на две основные группы: сварка плавлением (газовая, аргоно-дуговая, высокочастотная, электродуговая) и сварка пластическим деформированием (горновая, холодная, газопрессовая, ультразвуковая, контактная, точечная и др.).

В производстве художественных изделий чаще всего применяют газовую и электродугую сварки, газокислородную резку; при изготовлении кованных

художественных работ — горновой способ сварки.

Газовая сварка осуществляется путем нагрева до расплавления свариваемых кромок и сварочной присадочной проволоки высокотемпературным газокислородным пламенем от сварочной горелки. В качестве горючего газа применяется ацетилен и его заменители (пропан-бутан, природный газ, пары жидких горючих и др.).

В комплект *газосварочного оборудования* входят: генератор или баллон с горючим газом, кислородный баллон, редуктор, сварочная горелка и шланги.

Ацетиленовый генератор (рис. 9.9.) предназначен для получения газообразного ацетилена из карбида кальция и воды. При наличии баллонов с горючим газом необходимость в ацетиленовом генераторе отпадает. На баллонах указывается вид газа, кроме того, они снабжены специальными вентилями для безопасности закрывания. Окрашены баллоны в белый цвет. Следует помнить, что кислород в контакте с жирами и маслами взрывоопасен.

Кислородные баллоны служат для подачи кислорода в смесительную камеру горелки. Окрашены в синий цвет.

Редуктор снижает давление газа, идущего из генератора или баллона, и одновременно поддерживает равномерное давление на выходе при понижении давления в баллоне или генераторе. На редукторе установлены два манометра — емкостный и рабочий. Емкостный показывает давление в баллоне или генераторе, рабочий — давление газа, поступающего в горелку.

В сварочной горелке горючий газ смешивается с кислородом и, сгорая, образует сварочное пламя. Горелки бывают низкого (инжекторные) и высокого (смесительные) давления. В основном используются инжекторные горелки.

С помощью шлангов осуществляется подача кислорода и горючего газа от редукторов кислородного и ацетиленового баллонов к горелке. Минимальная длина шлангов — 5—6 м.

В качестве присадочного материала применяются металлические стержни. Их толщина (1—8 мм) зависит от толщины свариваемого металла. Желательно, чтобы стержни были изготовлены из

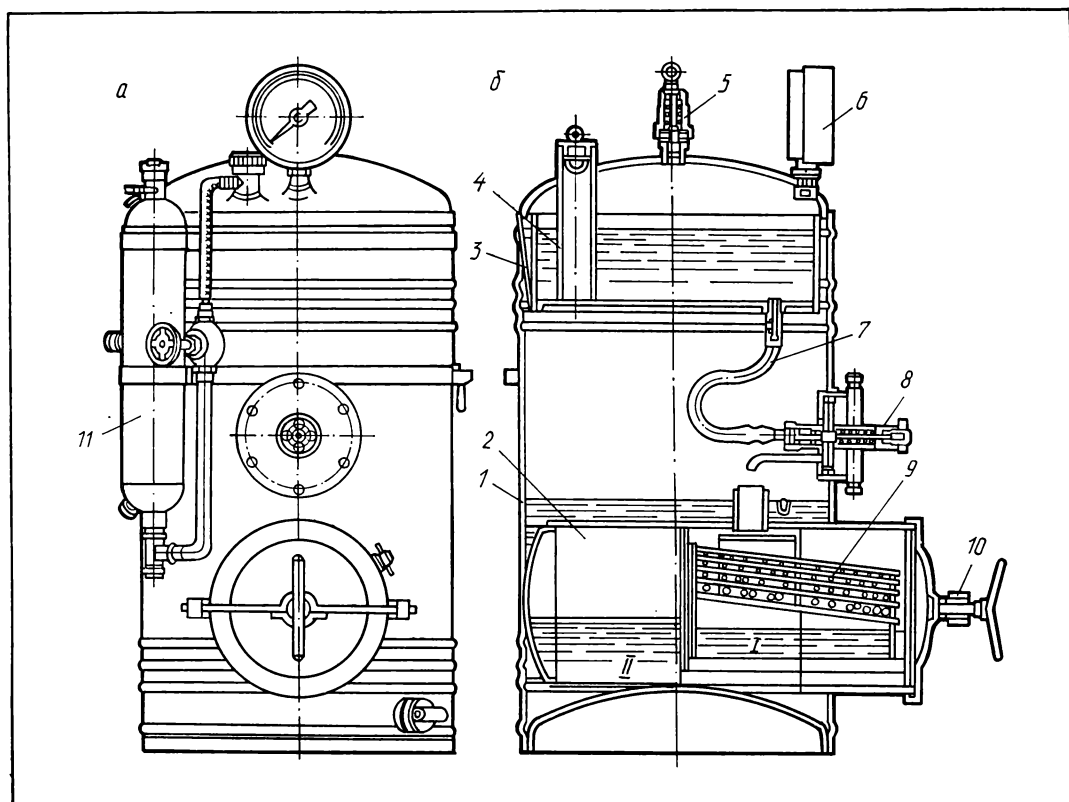


Рис. 9.9. Ацетиленовый генератор ГВР-1,25М:

a — общий вид; *б* — разрез; 1 — корпус; 2 — реторта с двумя отсеками I и II; 3 — бачок для воды; 4 — горловина для заполнения водой корпуса генератора и бачка 3; 5 — предохранительный клапан; 6 — манометр; 7 — трубка подачи воды в реторту; 8 — регулятор; 9 — корзина для карбида; 10 — винт, прижимающий крышку реторты; 11 — водяной предохранительный затвор

того же металла, что и свариваемые изделия.

Преимущество газовой сварки — сравнительно медленный нагрев свариваемого металла, что особенно важно при сварке легкоплавких деталей небольшой толщины.

Газовая сварка используется для соединения заготовок толщиной 0,5—3,0 мм из стали, чугуна, алюминия, меди, латуни и их сплавов.

Перед сваркой поверхность очищают от ржавчины, грязи, краски, масла и других загрязнений. У деталей толщиной до 1,5 мм свариваемые края отбортовывают (высота бортов 1,5—2,5 мм) и плотно (без зазора) устанавливают. Между кромками оставляют зазор 0,5—1 мм. Затем с помощью регулирующих

вентилей настраивают на нужное давление.

Для сварки стальных деталей используют *нейтральное пламя* (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 данном случае более длинный, не резкий и окружен вуалью. Пламя при сварке насыщает металл углеродом. *Окислительное пламя* с избытком кислорода применяют редко, оно окисляет расплавленный металл, и сварной шов получается потускневшим.

Процесс сварки происходит в следующем порядке: кромки свариваемых

деталей расплавляют, в пламя вводят присадочный пруток, который, расплавляясь, заполняет зазор, и медленным движением горелки вдоль шва производят сварку. При сварке тонких отбортованных деталей, присадочный пруток не применяют, а оплавливают отогнутые кромки. Во избежание коробления свариваемых изделий шов вначале прихватывают в отдельных местах, а затем проваривают по всей длине.

Газокислородная резка основана на способности металла, нагретого до высокой температуры, сгорать в струе технически чистого кислорода. Она может быть ручной, механизированной и автоматизированной. Металл нагревают пламенем газокислородной смеси до температуры воспламенения его в кислороде.

Нормальная резка обеспечивается в том случае, если температура плавления металла выше температуры его сгорания в струе кислорода, а температура плавления окислов ниже температуры плавления металла. Таким требованиям удовлетворяют железо, титан, углеродистые стали с содержанием углерода до 0,7%, низколегированные стали.

Газокислородную резку применяют в изготовлении художественных изделий для устранения дефектов литья, образования глубоких отверстий в металле, вырезания фасонных заготовок из листового металла толщиной до 20 мм и более.

Электродуговая сварка. Источником теплоты, осуществляющим местный нагрев и расплавление металла в зоне сварки, служит электрическая дуга, которая является мощным электрическим разрядом в ионизированной газовой среде, характеризуется ярким свечением и температурой около 6000 °С. В зависимости от степени механизации процесса и способа защиты расплавленного металла от воздействия окружающей среды различают сварку ручную, под флюсом и сварку в защитном газе.

Ручная дуговая сварка осуществляется покрытыми металлическими электродами.

К электроду и свариваемому металлу подводится переменный или постоянный ток, в результате чего возникает дуга, постоянную длину которой необходимо

поддерживать на протяжении всего процесса сварки. Длина последней зависит от диаметра электрода. Например, для электродов диаметром 4—5 мм нормальная длина дуги 4—6 мм. Дуга расплавляет металлический стержень электрода, его покрытие и основной металл. Капли металла расплавляющегося металлического стержня, покрытые шлаком, переходят в сварочную ванну, где смешиваются с расплавленным основным металлом. По мере плавления электрода покрытие образует газшлаковую защиту, изолирующую зону дуги и сварочную ванну от атмосферного воздуха. При удалении дуги происходит остывание и кристаллизация металла сварочной ванны и формирование шва. Часть расплавленного электродного покрытия (шлакообразующие компоненты) всплывает из сварочной ванны на поверхность металла шва, образуя слой шлака.

Дуговая сварка под флюсом заключается в следующем. Дуга горит под слоем сварочного флюса (толщина 30—50 мм) между концом непокрытой электродной проволоки и свариваемым металлом. При горении дуги и плавлении флюса создается газшлаковая оболочка, препятствующая отрицательному воздействию атмосферного воздуха на качество сварного соединения. В процессе сварки плавятся кромки свариваемого металла, электронная проволока и часть флюса, образуя при этом общую сварочную ванну. По мере удаления дуги происходит кристаллизация сварочной ванны и формирование шва, соединяющего свариваемые детали. Шлак всплывает на поверхность ванны и после затвердевания удаляется со шва. Нерасплавившийся флюс используется повторно.

Этим способом сваривают углеродистые и легированные стали, медь, алюминий и их сплавы.

Дуговая сварка в защитном газе производится как *неплавящимся* (чаще вольфрамовым), так и *плавящимся электродом*.

В первом случае дуга горит между электродом и свариваемым металлом в защитном инертном газе. Сварочная проволока вводится в зону сварки со стороны. Во втором — дуга горит в среде защитного газа между сварочной про-

волокой и основным металлом. В зону сварки проволока подается механически.

В качестве защитных газов применяют инертные (аргон, гелий, азот) и активные газы (углекислый газ, водород, кислород), а также их смеси.

Процесс сварки может быть ручным, механизированным, полуавтоматическим и автоматическим.

Дуговую сварку в защитной среде широко применяют для получения сварных соединений из углеродистых и легированных сталей, сплавов алюминия, меди, титана, циркония, тантала, ниобия, магния.

Газовая сварка. Сварка меди. Трудность сварки обусловлена физико-химическими свойствами этого металла. Медь склонна к окислению с образованием тугоплавких оксидов и поглощению газов расплавленным металлом, обладает высокой теплопроводностью, значительной величиной коэффициента линейного расширения при нагревании.

Поэтому при сварке следует применять специальные флюсы, защищающие расплавленный металл от окисления и растворяющие окислы (переводят их в шлаки), а также более мощное пламя, чем при сварке стали.

Свариваемость меди ухудшается при наличии в ней висмута, свинца, серы и кислорода. Содержание последнего в зависимости от марки меди колеблется от 0,02 до 0,15%. Висмут и свинец придают меди хрупкость и краснотекучесть. Чем чище медь и меньше в ней кислорода, тем лучше она сваривается.

Перед сваркой кромки необходимо очистить от загрязнения и оксидов (на участке не менее 30 мм от места сварки) стальными щетками вручную или механическим способом с помощью круглых шарошек.

Сварку меди толщиной до 3 мм выполняют без разделки кромок. В связи с ее повышенной жидкотекучестью в расплавленном состоянии тонкие листы сваривают встык без зазора, свыше 6 мм — на графитовых и угольных подкладках. Мощность сварочного пламени при сварке меди толщиной до 4 мм выбирают из расчета расхода ацетилена 150—175 дм³/ч на 1 мм и толщины свариваемого металла. Для уменьшения

теплоотвода сварку выполняют на асбестовой подкладке.

Величина пламени не должна превышать нормы, так как окислительное вызывает сильное окисление, а науглероживающее ведет к появлению пор и трещин. Оно должно быть мягким и направлено под большим, чем при сварке стали, углом. Сварка проводится восстановительной зоной, расстояние от конца ядра до свариваемого металла 3—6 мм; нагретый металл должен быть все время защищен пламенем.

На процесс газовой сварки большое влияние оказывает состав присадочной проволоки. В качестве присадки применяют прутки и проволока следующих марок: М-1, МСр 1, МНЖ 5-1, МНЖКТ 5-1-0, 2-0,2. Сварочная проволока МСр 1 содержит от 0,8 до 1,2% серебра. Диаметр зависит от толщины свариваемого металла. Желательно, чтобы температура плавления присадочной проволоки была ниже температуры плавления основного металла.

Для предохранения меди от окисления, раскисления и удаления в шлак образующихся оксидов выполняют сварку с флюсом (табл. 9.12). Последний изготовляют из оксидов, солей бора и натрия; применяют в виде порошка, пасты и газа.

Порошкообразный флюс посыпают на место сварки на 40—50 мм по обе стороны от оси шва; в виде пасты наносят на кромки свариваемого металла и на присадочный пруток. При сварке меди с применением газообразного флюса БМ-1 наконечник горелки увеличивают на один номер, чтобы снизить скорость нагрева и увеличить мощность сварочного пламени.

После сварки остатки флюса смывают 2%-ным раствором азотной или серной кислоты. Для улучшения механических свойств наплавленного металла, повышения плотности и пластичности шва место сварки проковывают (детали толщиной до 4 мм) или нагревают до 550—600 °С и охлаждают в воде. После отжига шов становится пластичным и вязким.

Сварка латуни. Основным затруднением при сварке является выгорание цинка, поглощение газа расплавленным металлом ванны, а также повы-

Табл. 9.12. Составы флюсов, применяемых для сварки меди

Составляющие компоненты	Состав флюсов, %						
	№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7
Бура	100	25	50	30	50	50	70
Борная кислота	—	75	50	50	35	—	10
Поваренная соль	—	—	—	10	—	—	20
Кислый фосфорнокислый натрий	—	—	—	10	15	15	—
Кварцевый песок	—	—	—	—	—	15	—
Древесный уголь	—	—	—	—	—	20	—

шенная склонность металла шва и околошовной зоны к образованию пор и трещин.

Для борьбы с испарением цинка при газовой сварке следует применять окислительное пламя, специальные флюсы и присадочные металлы, легированные кремнием и бором. Пары цинка ядовиты, поэтому при сварке необходимо пользоваться респиратором.

Металл толщиной до 1 мм сваривают с отбортовкой кромок, которые перед сваркой зачищают до блеска или протравливают в 10%-ном растворе азотной кислоты с последующей промывкой в горячей воде и просушкой. Мощность сварочного пламени берется из расчета расхода ацетилена 100—120 дм³/ч на 1 мм толщины свариваемого металла, чтобы избежать перегрева.

Для снижения испарения цинка конец ядра сварочного пламени должен находиться на расстоянии 70—100 мм от свариваемой поверхности, а конец присадочного металла — в зоне сварочного пламени. Применяют следующие марки присадочной проволоки: Л 63, ЛО 60-1, ЛК 62-0,5, ЛКБО 62-0,2-0,4-0,5 и сварочные прутки: ЛК 62-05, Л 63, ЛОК 59-1-0,3; для сварки латуней Л-62 и Л-68 — самофлюсующая присадочная проволока ЛКБО 62-0,2-0,04-0,5.

При сварке латунной проволокой ЛК-62-0,5, содержащей 0,5% кремния, практически отсутствует угар цинка, повышается прочность и пластичность сварного соединения. Для сварки используют почти те же флюсы, что и при сварке меди; из порошковых флюсов — № 1, 2, 3. Затем шов проковывают и отжигают при температуре 600—650 °С с последующим медленным охлаждением для

получения мелкозернистой структуры сплава.

Сварка алюминия. Основной трудностью является образование на поверхности алюминия оксидной пленки (Al₂O₃), температура плавления которой 2323 К. Это затрудняет плавление металла и сплавление свариваемых кромок. Кроме того, при нагреве алюминий не меняет цвет, и поэтому трудно уловить момент начала его плавления.

Металл имеет низкую температуру плавления и высокую теплопроводность, что требует правильного выбора мощности сварочного пламени. Для сварки используют следующие марки присадочной проволоки: Св-А-97, Св-А5с, Св-АМц, Св-Мч3, Св-АМг5, Св-АМг6, Св-АМг7, Св-АК3, Св-АК5, Св-АК10, Св-АК12 диаметром 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2; 2,5; 2,8; 3,0; 3,2; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10; 11; 12 мм.

Виды соединений — стыковые. При изменять тавровые, угловые и нахлесточные соединения не рекомендуется. Величины зазора между свариваемыми деталями приведены в табл. 9.14.

Стыковые соединения деталей толщиной до 4 мм выполняются без скоса кромок, зазор — 0,5—2 мм. Кромки свариваемых деталей и присадочный материал перед сваркой тщательно очищают от грязи и масла (напильником или металлической щеткой) на ширину 30—40 мм с каждой стороны шва, промывают в течение 10 мин в щелочном растворе (20—25 г едкого натра и 20—30 г углекислого натрия на 1 дм³ воды) при температуре 65 °С, а затем в проточной воде; травят 2 мин в 25%-ном растворе ортофосфорной или в 15%-ном растворе азотной кислоты, опять промывают

Табл. 9. 14. Выбор зазора в зависимости от толщины металла и расстояния между прихватами, мм

Толщина деталей в стыковом соединении	Величина зазора	Расстояние между прихватами
До 1,5	0,5—1,0	20—30
1,6—3,0	0,8—2,0	30—50
3,1—5,0	1,8—3,0	50—80
5,1—10,0	2,5—4,0	80—120
10,1—15,0	3,5—5,0	120—200
15,1—50,1	4,5—6,0	200—360

Табл. 9.15. Состав флюсов для газовой сварки алюминиевых сплавов, %

Номер флюса	Хлористый натрий	Хлористый калий	Хлористый литий	Хлористый барий	Фтористый натрий	Фтористый калий	Фтористый кальций	Фтористый магний	Кислый сернокислый натрий	Криолит
1	30	45	15	—	—	7	—	—	3	—
2	45	30	10	—	—	15	—	—	—	—
3	33	45	15	—	—	7	—	—	—	—
4	19	29	—	48	—	—	4	—	—	—
5	39	50	—	—	8	—	—	—	3	—
6	41	51	—	—	8	—	—	—	—	—
7	32	46	—	—	9	4	—	3	—	6

в горячей и холодной воде, высушивают ветошью.

Для удаления окислов алюминия из сварочной ванны и разрушения оксидной пленки применяют флюсы, содержащие легкоплавкие смеси хлористых соединений щелочных и щелочноземельных элементов, к которым добавляют (в малом количестве) фтористые соединения (табл. 9.15).

Флюсы наносят на свариваемые кромки или нагретую сварочную проволоку в виде порошка или пасты, приготовленной на воде или спирте. Состав разводят в фарфоровой, стеклянной или эмалированной посуде в необходимом количестве, так как срок его хранения — 4—5 ч. Наибольшее применение при газовой сварке алюминия и его сплавов получил флюс № 6 (марка АФ-4А). Флюс наносят на место сварки чистой кистью или погружают в него конец присадочной проволоки. Пламя не должно превышать нормы. Избыток кислорода и горючего газа не допускается; в первом случае окисляется алюминий, во втором — создается сильная пористость шва. Мощность сварочного пламени вы-

бирается из расчета расхода ацетилен 75 дм³/ч на 1 мм толщины свариваемого изделия.

Сварка выполняется восстановительной зоной пламени, расстояние от конца ядра до свариваемой поверхности 3—5 мм. Угол наклона мундштука горелки к поверхности свариваемого металла в начале сварки — 90°, а по мере его прогрева — 20—45° (в зависимости от толщины деталей). Угол наклона присадочной проволоки во всех случаях составляет 40—60° к свариваемой поверхности. Сварочный процесс должен выполняться непрерывно, отрыв сварочного пламени от ванны расплавленного металла не допускается. Детали толщиной более 10 мм перед сваркой рекомендуется подогреть до температуры 300—350 °С в электрических, газовых печах или газовыми горелками.

9.3. Клепка

Клепкой называется получение неразъемных соединений деталей при помощи заклепок. Клепочные соедине-

ния используют при изготовлении кованых и чеканных художественных изделий, в ювелирном деле.

В зависимости от величины и места применения заклепок клепка может быть *холодной* или *горячей*, а соединения — *неподвижными* (ограждения, решетки) и *подвижными* (ножницы, плоскогубцы). В изделиях с шарнирными соединениями заклепки устанавливают с зазором.

При диаметре заклепки 10 мм и выше применяют горячую клепку, до 10 мм — холодную.

Заклепка представляет собой цилиндрический стержень, заканчивающийся головкой определенной формы. Если последняя выполнена вместе со стержнем, то она называется *закладной*.

Вторая головка, которая получается в процессе клепки из части стержня, выступающего над поверхностью соединяемых деталей, является *замыкающей*.

По форме головок заклепки делятся на пять видов (рис. 9.10). Они изготовляются из вязких и пластичных металлов (сталь, медь, латунь, алюминий, серебро и др.).

Сам процесс клепки состоит в просверливании отверстий в скрепляемых листах или деталях, постановке в отверстия заклепок и расклепывании свободных концов их стержней. Место соединения деталей заклепками называется *заклепочным швом* (рис. 9.11).

В зависимости от применяемого инструмента и оборудования, а также способа нанесения ударов или давления на выступающую часть стержня заклепки, клепка классифицируется на три вида: ударная ручная, ударная пневмомолотками и прессовая.

Ударная ручная клепка применяется при производстве художественных изделий, где имеется небольшой объем клепальных работ и наличие труднодоступных мест.

Прессовая клепка и клепка пневмомолотками отличается от ручной высоким качеством и производительностью, низкой стоимостью.

При ручной клепке применяют ударный и опорный инструменты (рис. 9.12). К ударному относятся слесарные молот-

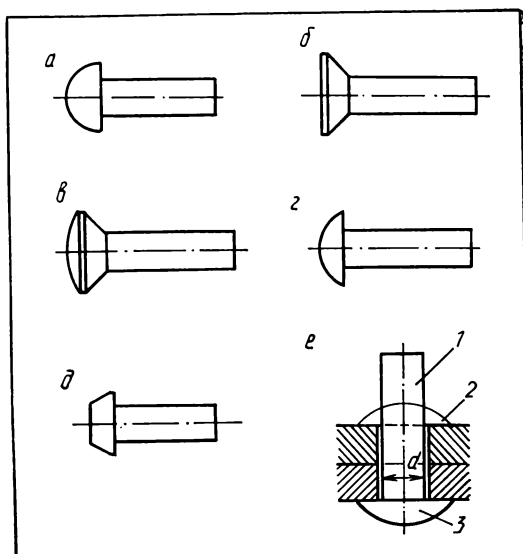


Рис. 9.10. Виды заклепок:

а — заклепка с полукруглой головкой; б — с потайной головкой; в — с полупотайной головкой; г — с полукруглой низкой головкой; д — с плоской головкой; е — (d — диаметр стержня заклепки): 1 — стержень; 2 — замыкающая головка, 3 — закладная головка

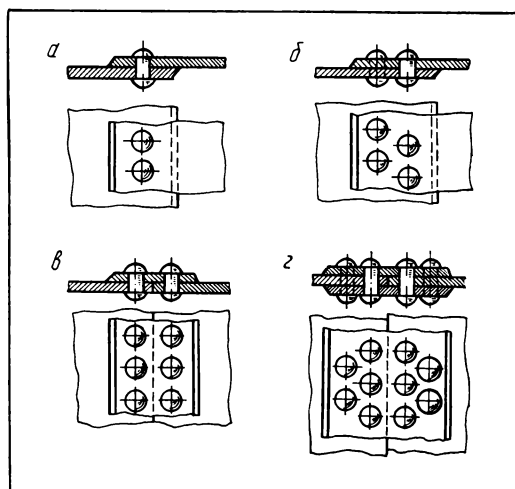


Рис. 9.11. Заклепочные швы:

а — внахлестку однорядный; б — внахлестку двухрядный; в — встык с одной накладкой однорядный; г — встык с двумя накладками двухрядный

ки различного веса, обжимки и натяжки, к опорному — поддержки.

Молотки служат для нанесения ударов по обжимке, натяжке и стержню

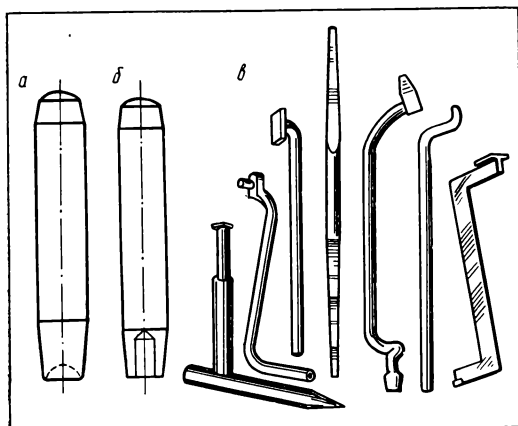


Рис. 9.12. Инструменты для ручной клепки:

а — обжимка; б — натяжка; в — поддержка

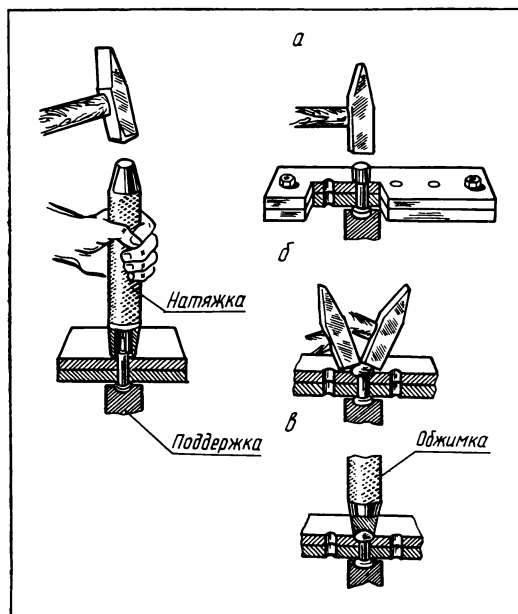


Рис. 9.13. Процесс клепки:

а — сжатие листов; б — осаживание заготовки; в — формирование головки

заклепки при образовании замыкающей головки; *обжимка* (рис. 9.12, а) — для образования замыкающих головок заклепок. Представляют собой цилиндрический стержень, имеющий на одном конце углубление по форме головки заклепки. Изготавливаются из углеродистой стали у8, у8А соответственно фор-

ме и размерам головок заклепок. Рабочую часть и хвостовик обжимки термически обрабатывают; *натяжка* (рис. 9.12, б) — для обжатия (осаживания) склепываемого материала вокруг стержня заклепки перед ее расклепыванием. Это также стальной цилиндрический стержень с глухим отверстием на одном конце. Диаметр и глубина отверстия должны быть несколько больше выступающей части заклепки; *поддержка* (рис. 9.12 в) — для поддержания заклепок в рабочем положении и плотного прижатия закладной головки заклепки к склепываемым деталям. Их подбирают в зависимости от диаметра заклепки. Качество заклепочного шва зависит от массы поддержек. Они должны быть большего веса.

Последовательность операций при клепке (рис. 9.13):

подготовить (подогнать) поверхность склепываемых листов или деталей — оправить, пропилить, срубить заусеницы;

разметить центры отверстий под заклепки, просверлить отверстия. Расстояние от центра заклепки до края склепываемой детали должно быть 1,5 диаметра заклепки, а между центрами заклепок в ряду — 3—4 диаметра. Диаметр сверленных отверстий на 0,1—0,2 мм больше диаметра стержня заклепки;

вставить заклепку головкой на поддержку и ударами молотка по натяжке плотно сжать склепываемые детали;

снять натяжку, сильными ударами молотка осадить заклепку (удары сверху) и боковыми ударами грубо сформировать ее головку.

Чистовое завершение формирования головки выполняется обжимкой. В механизированном производстве эти операции производятся пневмомолотками и клепальными прессами.

Наиболее распространенные виды брака при клепке:

1. Смещена ось головки заклепки — косо просверлено отверстие.

2. Смещение замыкающей головки — скошен торец стержня.

3. Часть стержня между склепываемыми деталями расплющилась — детали слабо прижаты друг к другу.

4. Замыкающая головка мала — свободная часть стержня заклепки имеет малую длину.

5. Стержень заклепки изогнут — свободная часть стержня велика или его диаметр по отношению к диаметру отверстий мал.

6. Неплотно прилегает замыкающая головка — свободный конец стержня заклепки неправильно осажён.

9.4. Склеивание

Склеивание — получение неподвижных неразъемных соединений деталей с помощью клея. Используется при изготовлении изделий из стали, алюминия, латуни, текстолита, гетинакса, стекла, древесины, ткани, пластмассы, резины, кожи и др.

Склеивание обеспечивает достаточную прочность, герметичность швов, снижает массу соединения и трудоемкость работ, может заменять сварку и клепку при сборке изделий. Недостатками являются: малый срок службы по сравнению со сварными и заклепочными соединениями (при резких колебаниях температуры) и низкая прочность на односторонний неравномерный отрыв.

При склеивании металлических и неметаллических деталей применяют клеи различных типов (табл. 9.16—9.18).

Процесс склеивания включает следующие операции:

Табл. 9.16. Синтетические терморезактивные клеи

Тип клея	Склеиваемые материалы
Фенолокаучуковый	Металл, терморезактивный пластик, силикатное стекло
Фенолоформальдегидный	Древесина, фенопласты, графит
Фенолополивинилацетатный	Металл, пластмасса, керамика и др.
Эпоксидный	Металл, неметаллические материалы
Полиэфирный (на основе ненасыщенного полиэфира со стиролом)	То же
Полиуретановый	»
Резиновый (на основе полихлоропрена)	Резины, неметаллические материалы, металл, стекло
Карбамидный (мочевиноформальдегидный)	Древесина
Кремнийорганический	Металл, неметаллические материалы

Табл. 9.17. Синтетические термопластичные клеи

Тип клея	Склеиваемые материалы
Карбинольный	Металл, керамика, пластмасса
Полиакриловый	Неметаллические материалы, металл
Полиамидный	То же
Поливинилацетатный	Бумага, кожа, ткань, пластмасса
Перхлорвиниловый	Пластифицированный и непластифицированный поливинилхлорид, ткань, пластмасса
Полибензимидазольный	Металл, стеклопластик
Полиимидный	То же

Табл. 9.18. Природные клеи

Тип клея	Склеиваемые материалы
Казеиновый	Древесина, бумага, кожа, ткань
Глютиновый (столярный)	Древесина

подготовить склеиваемые поверхности (очистить от грязи, обезжирить в ацетоне или в горячем щелочном растворе, подогнать соединяемые поверхности и придать им шероховатость);

нанести ровный и в одну сторону слой клея (в этом случае в него не попадают пузырьки воздуха) на соединяемые поверхности — кистью, шпателем или пульверизатором;

выдержать детали на воздухе при комнатной температуре (для удаления из клея летучих веществ и влаги, чтобы он приобрел необходимую вязкость и дал меньшую усадку);

соединить склеиваемые поверхности (детали установить в специальные приспособления и сжать с определенным давлением);

выдержать сжатые детали при определенной температуре (время и температура для разных марок клея неодинаковы);

очистить детали от наплывов клея и проверить прочность соединения.

Наиболее употребительными являются следующие марки клея: кремнийорганический КТ-15, полиамидный МПФ-1 № 88-Н, эпоксидный горячего отверждения, эпоксидный холодного отверждения.

Клей кремнийорганический КТ-15 — раствор кремнийорганической смолы в толуоле с отвердителем. На поверхность металла, подготовленную к склеиванию, наносят равномерный тонкий слой клея и высушивают его при температуре 18—23 °С в течение 2,0—2,5 ч. Затем операцию повторяют, но высушивают в течение 15—30 мин. Детали соединяют и помещают в сушильный шкаф, температуру повышают до 200 °С в течение 2—3 ч и выдерживают еще 1 ч; охлаждают в сушильном шкафу, вынимают и оставляют под давлением 0,2—0,3 Мн/м² на 24 ч.

Клей полиамидный МПФ-1 — спиртовой раствор метилополиамидной смолы и бакелитового лака. На склеиваемые поверхности наносят первый слой клея, выдерживают на воздухе в течение 30 мин при температуре 18—23 °С, затем в сушильном шкафу в течение 15 мин при температуре 50—60 °С. После охлаждения наносят второй слой клея и выдерживают 30 мин на воздухе,

15 — в сушильном шкафу при температуре 50—60 °С и 15 — при температуре 80—90 °С. После охлаждения склеиваемые поверхности соединяют, стягивают струбцинами и опять помещают в сушильный шкаф на 1 ч при температуре 150 °С, затем охлаждают до 50—60 °С.

Клей № 88-Н — раствор резиновой смеси № 31 и бутилфенолоформальдегидной смолы в смеси этилацетата с бензином (2 : 1). Поверхности, подготовленные к склеиванию, покрывают тонким равномерным слоем клея и выдерживают на воздухе при 18—20 °С в течение 6—8 мин. Затем наносят второй слой клея и снова выдерживают на воздухе в течение 3—4 мин. Склеиваемые детали соединяют и стягивают струбцинами, выдерживают под давлением 0,2—0,3 Мн/м² в течение 48 ч при температуре 18—20 °С.

Клей эпоксидный горячего отверждения — смесь эпоксидной смолы ЭД-5 или ЭД-6, отвердителя, пластификатора и наполнителя (пылевидного кварца, окиси алюминия). Приготавливают непосредственно перед употреблением. Склеиваемые поверхности нагревают до температуры 50—70 °С, кистью или шпателем наносят тонкий слой клея, соединяют и стягивают струбцинами. Изделие помещают в сушильный шкаф и выдерживают по одному из следующих режимов: при температуре 100—120 °С в течение 8—10 ч или при 150—160 °С в течение 6—7 ч. Затем температуру в сушильном шкафу понижают до 20—25 °С.

Клей эпоксидный холодного отверждения — смесь эпоксидной смолы ЭД-5 или ЭД-6 и отвердителя (полиэтиленполимера или гексаметилендиамина). Наполнителем служит пылевидный кварц, окись алюминия и др. Приготавливают непосредственно перед употреблением. На склеиваемые поверхности наносят тонкий слой клея и стягивают струбцинами. Полимеризация клеевого шва происходит по одному из следующих режимов: при температуре 18—20 °С в течение 24 ч или 100—120 °С в течение 4—6 ч.

Склеиваемые поверхности зачищают, обезжиривают, затем щетинной кистью наносят на поверхность тонкий слой клея и стягивают струбцинами.

ГЛАВА 10. МЕХАНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОТДЕЛКИ ИЗДЕЛИЙ

10.1. Декоративное шлифование, полирование и другие виды механической отделки изделий

Для повышения художественной ценности, выразительности, антикоррозийной стойкости и износостойкости изделий, а также придания им законченного вида применяют целый комплекс различных отделочных операций.

Отделочные операции классифицируются по трем видам: механическая, химическая и электрохимическая (гальваническая).

Шлифование — чистовая обработка поверхностей деталей абразивными инструментами.

Шлифование металлических деталей осуществляют на шлифовальных станках вращающимися абразивными кругами, сегментами или брусками.

Механический процесс шлифования можно проследить на примере работы *шлифовального круга*, который состоит из абразивного и связующего материала (рис. 10.1). На войлочные или фетровые круги наклеивают абразивный порошок из корунда, наждака, жженой извести и др. Круг устанавливают на шлифовальный станок. Изделие прижимают к вращающемуся шлифовальному кругу, и остроугольные абразивные кристаллы действуют на его поверхность как зубья фрезы (снимают тонкий слой металла, устраняют неровности, бугорки, царапины). В процессе шлифования абразивные зерна по мере их затупления скалываются и выпадают из связующего вещества, обнажая новый слой незатупившихся. Происходит как бы самозатачивание круга. При очень прочном удержании связующим веществом абразивного материала круг быстро «засаливается» (забивается стружками пространства между зернами абразива) и его режущая способность резко снижается. Поэтому необходимо следить, чтобы зерна абразивного материала, затупившись, своевременно выпадали из

круга и высвобождали новые зерна. Глубина захвата резания и качество обработки зависит от величины кристаллов (зерен) абразивного материала, твердости и пластичности обрабатываемых изделий. Мягкие, пластичные металлы (медь, алюминий) быстро «засаливают» круг, поэтому его следует периодически очищать; хрупкие и твердые — вызывают преждевременное скалывание кристаллов, что ускоряет износоустойчивость круга.

Полирование является продолжением процесса шлифования, когда гладкую, матовую поверхность изделия с помощью полировников или мелкозернистых полировочных абразивных паст доводят до зеркального блеска, т. е. достигается высокий класс чистоты. Это не всегда последний процесс отделки изделий. Иногда ювелирные изделия (кольца, серьги, кулоны) подвергаются дальнейшей отделке (золочение, серебрение), и полирование служит лишь подготовительной операцией подобно шлифованию.

При отделке оксидированных художественных изделий, выполненных техникой чеканки, художественнойковки, литьем, полировка является завершающей стадией отделки, когда надо подчеркнуть отдельные выпуклые формы, усилить их значимость, выразительность всей композиции.

В процессе полирования стружка с поверхности обрабатываемых изделий не снимается (как при шлифовании), а давлением (обработка полировником) сглаживаются микронеровности, что придает металлу гляцевый вид.

Под действием очень тонких зерен полировочных паст на жировой основе при полировании на полировочном круге в месте касания поверхности обрабатываемой детали с кругом металл сильно нагревается, его тягучесть и пластичность увеличиваются. Силы трения сдавливают мельчайшие неровности, заполняют ими микроуглубления без отделения стружки, сминают и разглаживают бугорки, в результате чего поверхность изделия получает зеркальный блеск.

Различают три вида полирования: ручное, механическое и электрохимическое.

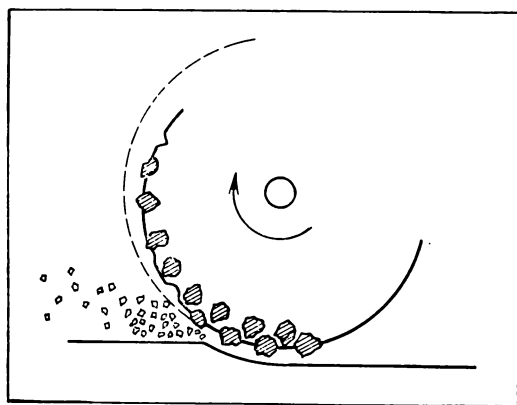


Рис. 10.1. Схема процесса шлифования

Ручное полирование применяют при отделке изделий из драгоценных металлов с помощью специальных полировников; *механическое* производят на тех же станках, что и шлифование. Отличие лишь в более мягких кругах из шерстяной или хлопчатобумажной ткани, на которые наносят специальные полировочные пасты; *электрохимическое полирование* — это анодное травление изделий в среде электролита под действием электрического тока. Имеет ряд преимуществ перед другими видами полирования — возможность обработки труднодоступных мест, сокращение потерь драгоценных металлов, равномерное сглаживание металла по всей поверхности, полное сохранение конфигурации изделия.

Крацевание — обработка изделий при помощи металлических щеток. Применяется как самостоятельный вид отделки художественного литья или как подготовительная операция перед химической или гальванической отделкой. Крацевание производят вручную (ручными щетками) и на полировальных станках (стальными или латунными круглыми вращающимися щетками). Щетки изготовляют из стальной, латунной, нейзильберовой проволоки диаметром 0,15—0,2 мм. Изделия из твердых металлов (сталь, чугун) крацуют стальными жесткими щетками; из мягких (цинк, медь, алюминий и др.) — мягкими латунными щетками; из драгоценных металлов — тонкими нейзильберо-

выми щетками с диаметром проволоки 0,15—0,25 мм.

При крацевании изделие смачивают 3%-ным раствором поташа или специальным мыльным препаратом, что облегчает скольжение проволочек и предотвращает засаливание щетки. Чтобы избежать образования полос на поверхности изделия, направление движений щетки нужно многократно изменять (крацевание ручное и на полировальных станках).

Шабровка называется срезание (соскабливание) тонких частиц металла с поверхности обрабатываемой детали с помощью шабера. Осуществляется ручными или механизированными инструментами — *шаберами*, которые представляют собой металлические стержни с режущей кромкой на концах. По форме режущей части различают шаберы плоские, трехгранные и фасонные; по конструкции — цельные и со вставными режущими пластинами. Применяют данный вид обработки для получения гладких, ровных и чистых поверхностей литых и ювелирных изделий; при гравировании на металле для удаления заусениц («барб»), а также для выравнивания зернистой поверхности металлической доски при гравировании в технике меццо-тинто и др.

Производят шабровку попеременно в двух взаимно перпендикулярных направлениях, что позволяет получать наиболее ровные поверхности. При шабровке в одном направлении возникает волнистость. Толщина стружки при черновой шабровке 0,05—0,02, при чистовой — не более 0,02—0,01 мм.

Галтование — это полирование (в мыльном растворе) давлением мелких изделий во вращающихся барабанах при помощи стальных шариков, конусов, цилиндриков.

Этот вид отделки является дальнейшим развитием метода полирования стальными полировниками. Изделия укладывают в барабан, наполненный стальными шариками и мыльным раствором. При вращении барабана мелкие шарики и изделия непрерывно перемешиваются, шарики, перекатываясь по поверхности, сглаживают неровности и шероховатости. Шарiki изготовляют из хромистой стали и закаляют, диаметр

1—5 мм. Продолжительность обработки: для латунных штампованных изделий 2—8; для бронзовых литых 10—15; для изделий из ковкого чугуна 24—48; из серого чугуна 70—80 ч.

Галтование значительно дешевле ручного полирования гладилом, но имеет ряд недостатков: применяется только в массовом производстве, когда в барабан одновременно можно заложить много однотипных предметов. Для полых и очень нежных изделий этот метод вообще непригоден, так как шарики могут повредить их. В этом случае вместо шариков в барабан кладут обрезки замши, деревянные опилки, песок.

Пескоструйная отделка — обработка в пескоструйных аппаратах поверхности изделий сухим песком, который подается под давлением по резиновому шлангу при помощи сжатого воздуха. В результате отделки изделия приобретают мелкозернистую, равномерную матовую поверхность.

Пескоструйный аппарат представляет собой цилиндрический сосуд конусообразной формы с насадкой для гибкого шланга, к которому подключается сильный центробежный вентилятор. На цилиндре имеется смотровое окошко, которое позволяет следить за ходом рабочего процесса.

Нижняя часть сосуда заполняется мелким кварцевым песком, изделия загружаются через два боковых, облицованных тканью отверстия. При включении вентилятора крупинки песка под действием сжатого воздуха с огромной скоростью подбрасываются вверх, обстреливают поверхность изделий, оставляя на нем крохотные вмятинки, тем самым создавая матовую бархатистость.

От размера крупинок зависит фактура изделия: для чеканных и штампованных из тонкого листового металла — 0,05—0,15; для подлочной стали и литья — 0,2—0,5; для крупных деталей экстерьерного декора из чугуна, бронзы, алюминия — 0,5—1,5 мм.

Виброобработка — схожий с галтовкой процесс полирования в среде наполнителя, но не во вращающемся барабане, а в вибрирующем контейнере. Поверхность изделий сглаживается в результате взаимного трения. Процесс происходит в закрытом контейнере

виброустановки, куда вместе с изделиями помещают наполнитель (стальные и стеклянные шарики, древесная мука) и моющий раствор (г/л): нашатырный спирт 25—15; мыльная стружка — 15; моющее средство — 10; хлорная известь — 8; двууглекислый натрий — 7; хлористый натрий — 2. В контейнер вначале загружают стальные и стеклянные шарики, а после включения виброустановки — химические компоненты, древесную муку (10 г/л) и воду. После тщательного перемешивания наполнителя и моющего состава загружают изделия.

Преимущество этого способа в том, что на полирование затрачивается значительно меньше времени, чем на галтование.

10.2. Шлифующие и полирующие материалы

Шлифование и полировка поверхности готовых изделий до зеркального блеска производится с помощью различных абразивных материалов, изготовленных из природных минералов, пород вулканического происхождения или окисей металлов с примесью специальных добавок.

Наждак — минерал темно-серого или черного цвета, состоящий из оксида алюминия (Al_2O_3), смешанного с магнетитом, гематитом, пиритом и кварцем. Глыбы минерала размалывают и полученный абразивный материал прессуют в шлифовальные круги или наклеивают на бумажную и тканевую основу (шлифовальные шкурки). Наждаком шлифуют металлы, драгоценные камни, стекло и другие материалы. Мелкозернистый мягкий наждак используют для полирования.

Карборунд (карбид кремния SiC) — бесцветный кристалл с алмазным блеском. Применяется как абразив, который получают нагреванием кокса и кварцевого песка с добавлением опилок и поваренной соли в электропечи при температуре 2000—4000 °С. Кристаллы соединяются керамическим раствором. Карборундом шлифуют стальные инструменты, драгоценные

камни и другие твердые и хрупкие материалы.

К в а р ц (диоксид кремния SiO_2) — минерал, составляет до 12% земной коры. Применяется в виде кварцевой муки или песка при изготовлении наждачной бумаги и в пескоструйных аппаратах; в виде порошка и паст — для чистки предметов домашнего обихода.

Т р е п е л — легкая пористая осадочная порода. Желто-коричневого цвета. Смешивается с маслом и используется для полировки металлов драгоценных камней, стекла.

П е м з а — пористая вулканическая порода (лава). Применяется для шлифовки. Кусковой или порошковой пемзой шлифуют предварительно смоченные водой мягкие металлы, камни, кости; кусковой нешлифованной пемзой очищают пробирный камень от штрихов металлических сплавов; порошковой пемзой протирают чеканные изделия, покрытые патиной.

В е н с к а я и з в е с т ь (жженная известь) — изготавливается из минерала доломита. Неустойчива на воздухе, поэтому должна храниться в закрытых сосудах. Применяется для полировки мягких металлов, органического стекла и других материалов.

М а г н е з и я (оксид магния MgO) — белый легкий порошок. Наиболее мягкое полировочное средство. Применяется в смеси с оксидом алюминия, венской известью и другими добавками в виде белой политуры.

И з в е с т ь (углекислый кальций CaCO_3) — отмученный мел. Получена из натурального мела. Используется как основа для различных полировочных паст и порошков.

К р о к у с (красная политура) — натуральный оксид железа с примесью глины или кремния. Полировальный порошок изготавливается из размолотого и промытого красного железняка или путем искусственного окисления железных опилок.

О к с и д х р о м а (Cr_2O_3) — порошок серо-стального цвета. Образует зеленую политуру, которая используется для обработки твердых металлов.

Д и о к с и д о л о в а (SnO_2) — серый, очень мягкий порошок мелкозер-

нистого строения. Получен при сжигании олова. Применяется как утонченное полировочное средство для изящных изделий.

О к с и д ц и н к а (ZnO) — получен при сжигании металла на воздухе. Применяется как утонченное полировочное средство для изящных изделий.

К о р у н д (оксид алюминия Al_2O_3) — минерал, природный безводный глинозем. Применяется для шлифования и полирования твердых металлов.

Г е м а т и т (оксид железа Fe_2O_3) — минерал серо-стального цвета. Используют для ручного полирования, подобно стальному полировнику.

М ы л ь н ы й к о р е н ь (мыльник) — служит для очистки изделий после протравливания, обезжиривания и покрытия металлами в гальванических ваннах. Отваром мыльного корня смачивают крацовочную щетку.

Ш л и ф о в а л ь н ы е и п о л и р о в а л ь н ы е п а с т ы — содержат тонкие абразивные порошки, жировые связки и специальные добавки. Абразивным материалом являются оксиды хрома и кремния, крокус. В качестве связок в пастах используют стеарин, парафин, техническое сало, цезерин, воск. Специальными добавками служат двууглекислая сода и олеиновая кислота — вводятся для активизации процесса полирования, скипидар и керосин — для изменения вязкости.

Оксид хрома придает пастам зеленый цвет, оксид железа — красный, технический мел — белый (табл. 10.1—10.3).

Табл. 10.1. Паста на основе оксида кремния (крокусно-кремнеземная)

Компоненты	Содержание, %
Оксид кремния	45
Парафин	37
Минеральное масло	10
Цезерин	6
Оксид железа	2

При ручном и механическом полировании полировочные части промывают в растительном или техническом масле.

Табл. 10.2. Паста на основе оксида хрома (паста ГОИ)

Компоненты	Содержание, %		
	грубая	средняя	тонкая
Оксид хрома	81	76	74
Стеарин	10	10	10
Расщепленный жир	5	10	10
Керосин	2	2	2
Силикагель	2	2	1,8
Олеиновая кислота	—	—	2
Сода двууглекислая	—	—	0,2

Табл. 10.3. Паста на основе оксида железа (крокусная)

Компоненты	Содержание, %		
	грубая	средняя	тонкая
Оксид железа	78	72	49
Стеарин	10,7	14	18
Олеиновая кислота	1,3	—	25
Техническое сало	8	—	—
Скипидар	2	—	—
Петролатун окисленный	—	14	—
Парафин	—	—	8

10.3. Оборудование и инструменты

Шлифование и полирование производят на станках быстровращающимися кругами из различных материалов и вручную — кательниками, брусками, полировниками из металла и другими приспособлениями.

Различают два типа приводных станков для шлифования и полирования: шлифовально-полировальный станок и электрическая бормашина с гибким валом (рис. 10.2).

Шлифовально-полировальный станок снабжен двигателем переменного тока с короткозамкнутым ротором. Мощность не менее 184 Вт; скорость вращения при полировании — 2800—3000, при крацевании — 700—750 об/мин. Для того чтобы снизить скорость вращения и сохранить полную мощность двигателя, применяют редуктор с передаточным отношением 4:1. Шлифовально-полировальные инструменты крепятся на удлиненном с обеих сторон валу.

Бормашина с гибким валом применяется для тонких работ,

где требуются более мелкие шлифовально-полировальные инструменты. Последние крепятся в зажимном патроне гибкого вала.

Абразивный инструмент изготавливается из абразивных материалов и предназначен для механической обработки металла и других материалов. Его можно разделить на два основных типа: жесткий (шлифовальные круги, головки, сегменты и бруски) и гибкий (шлифовальная шкурка и изделия из нее — ленты, диски и др.).

Для изготовления шлифовальных кругов и другого инструмента применяют электрокорунд, карбид кремния, синтетические и природные алмазы. Абразивный инструмент выпускается на керамической, бакелитовой, вулканитовой, силикатовой, глифталевой и магнезиальной связках, скрепляющих отдельные абразивные зерна.

Шлифовальные круги из электрокорунда и карбида кремния изготавливаются диаметром 3—1100, толщина 0,5—200 мм, диаметр посадочных отверстий 1—305 мм; из алмазных зерен — диаметром 6—300, толщина рабочего кольца 1,5—5, ширина 3—20 мм.

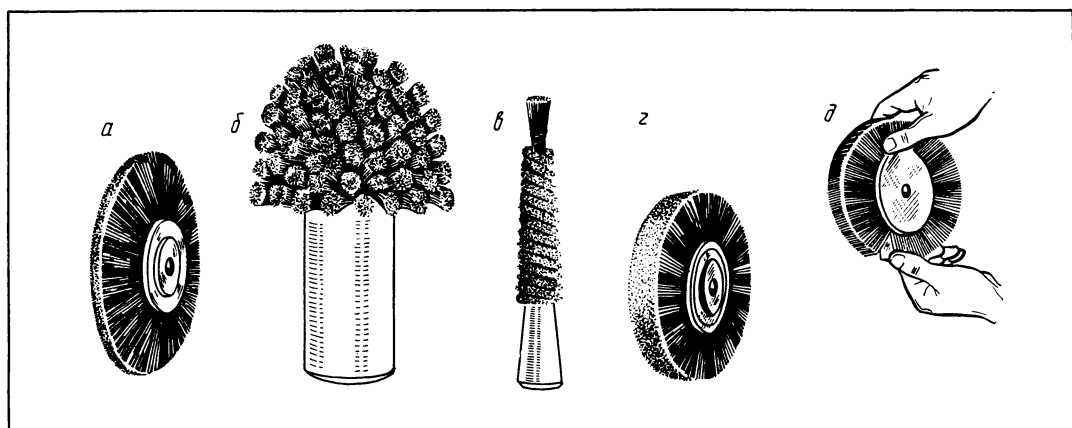


Рис. 10.2. Полировочные круги и насадки для шлифовально-полировального станка и бормашины:

а — латунная крацовка; б — щетинный полировальный конус (дори); в — дори в виде кисти (для полировки колец и труднодоступных мест в изделиях); г — щетинная полировочная щетка; д — полировальный круг из наждачных полосок

Шлифовальная шкурка и изделия из нее выпускаются на основаниях из ткани и бумаги, с режущими зёрнами из электрокорунда, карбида кремния, стекла и кремния. Применяется для ручных и механизированных шлифовальных работ. В зависимости от требуемой прочности изготавливается на основаниях из бязи, саржи, полудвунитки или бумаги. Наиболее прочной основой является саржа. Связывающим средством для наклеивания абразивного материала служит клей из кожи и костей. Величина зёрен абразива определяет тонкость шлифовальной шкурки.

Эластичный полировальный круг, фетровый круг применяются для полирования гладких, ровных и выпуклых поверхностей. Их размеры определяют внешним диаметром. В центре круга имеется отверстие для крепления (с помощью фланцев и гайки) на вал станка.

На вращающийся круг наносят полировочную пасту, которая прочно удерживается частицами фетра. Круги из фетра являются высококачественным стойким в эксплуатации полировальным инструментом.

Войлочный круг применяется для шлифования и полирования изделий. В первом случае используются круги из

волос и шерсти животных, во втором — мягкие из чистой шерсти.

Волосяной круг (дисковые щетки) имеет деревянную основу, на которой по всей окружности укреплены торчащие волосные кисти. Применяется для полирования изделий сложной конструкции. Эластичность дисковых щеток зависит от толщины и длины волоса. Крепится на станке так же, как войлочный и фетровый.

Матерчатый круг служит для заключительного полирования. Представляет собой выкроенные из материала (бязь, полотно, фланель) диски, сшитые концентрическими швами между собой. Чем чаще строчки швов, тем жестче круг. Матерчатые круги хорошо удерживают пасту и полируют поверхность любого вида. Долговечны в работе.

Нитяной круг (пушок) применяется для наведения блеска на поверхность изделия. Похож на волосной круг, но вместо волосного имеет нитяной покров. Является мягким и тонким полирующим инструментом.

Все вышеперечисленные шлифовально-полировальные круги относятся к инструменту для механической отделки изделий.

Инструмент для полирования и шлифования вручную. Н а ж д а ч н ы е

бруски и напильники изготавливаются из дерева и оклеиваются наждачной бумагой, или абразивный материал укрепляется непосредственно на дереве. По форме и действию напоминают напильники. Используются для обработки ровных плоскостей.

Точильный камень (брусок) — представляет собой плоский камень прямоугольного сечения, длиной 200—300 мм. При обработке на бруске изделие равномерными движениями перемещают вперед и назад по плоскости до тех пор, пока поверхность детали не будет обработана. Направление шлифования необходимо менять, чтобы не допустить образования царапин и рисок на поверхности.

Напильники из карбида кремния (карборунда) — стержнеобразные камни длиной 150 мм с разнообразными формами сечения: круглой, полукруглой, треугольной, квадратной. Имеют различную зернистость. При работе используются как напильники, но смачиваются водой, чтобы микростружка не забивала их поры.

Шлифовальные угли — приготовленные особым способом древесные угли. Изготавливаются в виде брусков квадратного сечения. Используются для окончательной шлифовки металла.

К шлифующим порошковым материалам относятся пемзовая мука, трепел и венская известь.

Пемзовая мука — применяется для предварительной грубой обработки больших поверхностей (чеканное панно). Представляет собой размолотый пемзовый камень, приготовленный в виде кашицы. При смешивании с водой используется для жесткой шлифовки, при смешивании с маслом — для тонкой.

Трепел служит для шлифовки и полирования ювелирных изделий. Приготавливают его тем же способом, что пемзовую муку. Кашицу наносят на обрабатываемую поверхность с помощью фланелевой тряпочки или кисти и продольными или круговыми движениями прошлифовывают изделия (например, обработанные серной печенью). Для этой же цели применяют и порошок *венской извести*.

Шлифовальные и полировальные деревянные палочки изготавливаются из твердой и вязкой древесины бересклета. Из брусков вырезают нужной формы стержень, который используется при отделке труднодоступных углублений изделия. Стержень обмакивают в кашицу из шлифующего порошка, частички абразива прилипают к нему, а при обработке вдавливаются в древесину, что способствует удержанию шлифующего вещества на инструменте.

Натянутая нить — служит для полирования звеньев цепочек и мелких отверстий. Для крупных отверстий используют пучок сплетенных нитей, который смазывают полирующим веществом (жирный трепел), надевают на крючок, пропускают через отверстие, туго натягивают и водят по ней обрабатываемую деталь.

Полировник (гладило) изготавливается из высококачественной закаленной стали. Кромка рабочего конца должна иметь закругленную, хорошо отполированную поверхность. Полировник имеет деревянную рукоятку. Полирование гладилом обеспечивает изделию высокий блеск. Поверхность металла уплотняется и наклепывается, что повышает твердость и долговечность изделия. Перед началом работы изделие обезжиривают, чтобы не засаливать гладило, и смачивают мыльным раствором с нашатырным спиртом для уменьшения трения. Затем с равномерным давлением проводят по поверхности штрих за штрихом. Вторичную полировку производят в противоположном направлении, чтобы избежать образования полос.

При полировании гладилом отсутствуют потери металла. Недостатки метода: длительность процесса; необходимость наличия высокой квалификации и опыта у работающего; удорожание обработки.

Полировочный камень — дает более высокое качество полировки, чем металлические полировники. В качестве такого камня используют гематит, форма и размеры которого соответствуют форме и рабочей части металлического гладила. К деревянной рукоятке камень крепится с помощью латунной трубки.

ГЛАВА 11. ХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОТДЕЛКИ ИЗДЕЛИЙ

11.1. Отделка изделий из меди

Химическая отделка изменяет и обогащает однообразный цвет металлов. Сущность ее заключается в следующем: 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). В первом случае процесс называют окислением, во втором — патинированием. Химической отделкой получают защитные пленки, обладающие декоративно-антикоррозийными качествами и значительно расширяющие цветовой тон изделий.

Окисление меди азотной кислотой. Это один из старых, простых и надежных способов придания меди черного цвета.

С помощью щетинной кисти на изделие наносят концентрированную азотную кислоту. При этом на поверхности изделия возникает бурная реакция с выделением ядовитого газа (работу необходимо производить в вытяжном шкафу, соблюдая меры предосторожности). Поверхность изделия приобретает зеленый, а затем черный цвет. После прекращения реакции изделие равномерно нагревают до полного испарения азотной кислоты, охлаждают, тщательно промывают в горячей воде, просушивают в древесных опилках и шлифуют (нужные места) пемзовым порошком. Кисть, после нанесения кислоты, сразу же промывают в проточной воде (это продлевает срок ее службы). Тампонами из ткани и ваты для нанесения кислоты на металл пользоваться не следует, так как они сразу же распадаются (сгорают) и загрязняют продуктами распада обрабатываемую поверхность.

От концентрации кислоты и продолжительности нагрева зависит цвет отделки (от коричневого, серого до черного). Отделка очень прочная.

Патинирование серной печенью. Серную печень получают из поташа (K_2CO_3) и серы (S), которые берут в соотношении 1:1. Компоненты хорошо перемешивают, помещают в металлическую посуду и подогревают при постоянном помешивании до расплавления, т. е. до получения темно-коричневой вязкой массы. Последнюю выливают на лист жести, дают остыть, разбивают на мелкие кусочки и укладывают в стеклянный сосуд с хорошо притертой пробкой. Хранят в темном месте.

Подготовленное изделие, отбеленное в 10—15%-ной смеси азотной и серной кислот и промытое (обязательно для всех видов химической отделки), помещают в раствор (серная печень — 12—15, аммиак — 15, вода — 1 л).

Процесс протекает при комнатной температуре. При появлении черного цвета изделие извлекают из ванны, промывают, просушивают в древесных опилках, дают высохнуть и обрабатывают латунной крацовкой или абразивными порошками.

Цвет от красно-бурого до темно-бурого получают смачиванием изделия в растворе 2—3 г серной печени на 1 л воды (раствор хранят не больше суток); *цвет старой меди* — в растворе 12 г серной печени и 15 г аммиака на 1 л воды. После патинирования протирают порошком пемзы до тех пор, пока не получат нужный цвет; *светло-бурый и каштановый* — 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 0,5—2 мин в нагревом до кипения растворе. Изделие погружают несколько раз и очищают щеткой до получения желаемого цвета, затем промывают и сушат в опилках; *цвет медной зелени* — в растворе 120 г тиосульфата натрия и 40 г уксусно-кислого свинца на 1 л воды. Температура раствора до 60 °С. Процесс окрашивания хорошо наблюдается и протекает быстро. После появления зелено-голубой окраски изделие промывают и сушат. Цвет в зависимо-

сти от выдержки — от светло-голубого до серовато-белого.

Патинирование сернистым аммонием. Цвет от светло-коричневого до черного получают при отделке меди сернистым аммонием (на 1 л воды 20 г сернистого аммония). 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; *глубокий черный цвет* образуется в результате обработки изделия в растворе 50 г каустической соды, 14—16 г персульфата калия на 1 л воды. Раствор нагревают до температуры 60—65 °С. Время обработки — 3—5 мин. Очистка пемзой выпуклых частей изделия делает его более декоративным.

11.2. Отделка изделий из латуни

Химическая обработка придает латуни разнообразные цветové тона: от желтых, оранжевых, красных до голубых, фиолетовых, синих и черных. Причем на одном изделии можно получить переходные тона различных цветовых оттенков.

Патинирование смесью растворов гипосульфита натрия и уксусно-кислого или азотно-кислого свинца. Позволяет получить на поверхности латунного изделия *радужные оттенки*: желтый, оранжевый, малиновый, фиолетовый, синий, черный.

Для этого берут сосуд и в 1 л горячей воды растворяют 130 г гипосульфита натрия, в другом сосуде в 1 л воды растворяют 35 г уксусно-кислого или азотно-кислого свинца. Раствор смешивают, подогревают до температуры 80—90 °С и опускают в него протравленное и промытое изделие. Поверхность последнего быстро окрашивается в *желтый, оранжевый, красно-малиновый*, сменяющийся *фиолетовым*, цвета. При дальнейшей выдержке фиолетовый цвет переходит в *синий, серый и черный*. Затем реакция прекращается. Тона быстро сменяют друг друга, и поэтому при получении необходимого тона изделие нужно вынуть из раствора, промыть и просушить.

Если изделие вынимать медленно, цвета будут плавно переходить друг в друга.

Патинирование с помощью гипосульфита натрия и азотной кислоты. Предварительно нагретое латунное изделие опускают в раствор (на 1 л горячей воды 40—60 г гипосульфита натрия и 4—5 г азотной кислоты) и наблюдают за потемнением его поверхности, которая приобретает *серовато-синие или коричневато-фиолетовые оттенки*. При появлении нужного цвета изделие вынимают, промывают в горячей воде. Пемзовым порошком протирают выпуклые места, вновь промывают холодной водой и просушивают в опилках. Раствор очень быстро теряет свои свойства (срок действия 15—20 мин). Патинировка непрочная, требует защитных покрытий. Работу производят в защитных перчатках в вытяжном шкафу.

Оксидирование азотной кислотой. Латунные изделия, покрытые слоем кислоты, при нагревании окрашиваются в *голубовато-зеленый* цвет. Образуется азотно-кислая медь. С ростом температуры медь разлагается и на поверхности изделия появляется налет *черного* цвета. Изделие охлаждают, промывают, высушивают, прошлифовывают (нужные места). Оксидирование азотной кислотой дает очень прочную оксидную пленку.

Желто-бурый цвет получают при обработке изделия в растворах: первый (на 10 л воды по 60 г серной печени и шпипсово́й 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 желаемого цвета, затем изделие промывают и сушат; *темно-бурый* — в растворе (на 1,5 л воды 30 г сульфата меди, 15 г хлората калия и 10 г перманганата калия). Температура раствора 100 °С. Для получения золотистой окраски погруженное в ванну изделие протирают щеткой. По окончании процесса его промывают и сушат; *коричневый* — в растворе (на 1 л воды 50 г медного купороса и 5 г марганцово-кислого калия); *темно-коричневый до черного* — в растворе (на 1 л воды 20 г бертолетовой соли и 25 %, или 40 г, нашатырного спирта). Темпе-

ратура 70—80 °С. Продолжительность обработки 5—7 мин; *оливковый* и *коричневый* — в растворе (на 1 л воды 50 г бертолетовой соли, 40 г азотно-кислой меди, 80 г хлористого аммония). Температура 60—70 °С. Изделия выдерживают в растворе до получения желаемого цвета, затем промывают и сушат; *бархатисто-черный* цвет — в растворе хлористой сурьмы, которую наносят кистью на поверхность изделия и натирают жесткой щеткой. В зависимости от концентрации раствора и времени обработки создаются цвета от *светло-серого* до *черного*. Работу выполняют в резиновых перчатках. Изделие промывают в теплой воде и сушат в опилках. Отделка очень прочная, подвергается шлифованию и полированию.

11.3. Отделка изделий из алюминия

Алюминий и его сплавы по своей химической природе (находятся как бы на границе между металлами и неметаллами) значительно отличаются от других металлов и сплавов, наиболее часто применяемых в промышленности. Вследствие этого химические приемы обработки, пригодные для многих цветных металлов, при отделке алюминия не годятся.

Тонирование графитом. Наиболее простой и декоративный прием отделки чеканных рельефов, с его помощью хорошо выявляются все детали и изделие приобретает законченный вид. Процесс сводится к следующему: отполированную поверхность изделия покрывают тонким слоем восковой мастики (можно использовать растительное масло) и припудривают порошкообразным графитом. Чистой ветошью мастику с графитной пудрой равномерно растирают по всей плоскости рельефа. Ветошь впитывает излишки графита и мастики, поэтому по необходимости ее заменяют чистой и продолжают тонирование до получения равномерного *светло- или темно-серого* цвета. Выступающие части рельефа высветляют и протирают ветошью, смоченной в бензине или растворителе. Затем шерстяной тряпочкой, натертой пастой ГОИ, заполировывают

эти места, т. е. получают мягкий переход от светлого к темному. Тонирование чеканных изделий графитной пудрой гасит излишние блики на полированном рельефе, ярче проявляет декоративные качества алюминия.

При отделке чеканных работ может применяться и другой метод. Чеканку полируют, протирают бензином, удаляя остатки полировочной пасты и других загрязнений, а затем кистью, смоченной в льняном или другом растительном масле, равномерно покрывают поверхность. Чеканную пластину ставят в горизонтальное положение и с обратной стороны начинают подогревать ее паяльной лампой. Подогревать следует равномерно по всей площади и не задерживать пламя на одном месте, так как металл может расплавиться и работа будет испорчена. После испарения масла рельеф (в зависимости от продолжительности нагрева) приобретает *светло- или темно-коричневый* цвет. При светлой окраске металл просвечивается сквозь пленку тонировки, а при более продолжительной выдержке при нагреве пленка получается глухой. Черное тонирование с последующей полировкой делает алюминиевые изделия похожими на серебряные.

Химических методов чернения алюминия практически почти не существует, потому что как поделочный материал его начали применять гораздо позже других металлов.

11.4. Отделка изделий из железных сплавов

Воронение стальных изделий. Красивый *синий* и *синевато-черный* тон с металлическим блеском образуется при оксидировании стальных изделий в растворе 400 г едкого натра, 600 г воды и по 10 г калийной селитры и азотно-кислого натрия. Изделие погружают в нагретый до 100 °С раствор, выдерживают до необходимого оттенка и прокаливают до получения равномерной окраски по всей чеканке.

Существует и другой способ. Изделие погружают в расплавленную (310—350 °С) натриевую селитру. Через 3—5 мин на поверхности образуется тон-

кая, но очень прочная пленка *синего* цвета. Для получения синего цвета составляют два раствора: на 1 л воды 140 г гипосульфита; на 1 л воды 35 г уксусно-кислого свинца. Перед употреблением их смешивают и нагревают до кипения. Отполированные и обезжиренные изделия погружают в этот раствор и держат до образования желаемого цвета. Затем промывают в горячей воде, сушат и слегка протирают тряпочкой, смоченной касторовым или чистым машинным маслом.

Черная или темно-синяя окраска достигается при следующей обработке. Тщательно отполированное и обезжиренное в щелочах изделие промывают и прогревают при температуре 60—70 °С; помещают в муфельную печь и нагревают до 320—325 °С. Ровная окраска зависит от равномерного прогрева. Обработанное изделие быстро протирают тряпкой, смоченной в конопляном масле, снова слегка прогревают и вытирают насухо. Антикоррозийная стойкость изделия невелика из-за очень тонкой (доли микрона) оксидной пленки.

Светлые и темно-серые тона образуются при обработке чеканки слабым раствором азотной кислоты (1 ч. кислоты на 10 ч. воды). При продолжительном нахождении в растворе изделие начинает разрушаться, так как скорость реакции прогрессирует за счет выделения теплоты.

Черно-коричневый оттенок можно получить следующим образом. Готовое изделие покрывают маслом или олифой и нагревают до 300—400 °С. Равномерная тонировка достигается равномерным нагревом.

Чернение стальных изделий. Очищенное и отшлифованное изделие погружают в ванну с концентрированным раствором гидрата оксида нитрита и нитрата натрия, нагретого до 129 °С. Время обработки 7—10 мин. Затем изделие промывают и сушат.

11.5. Отделка изделий из серебра

Существует целый ряд рецептов для химической отделки изделий из серебра. Приведем наиболее простые.

Черный цвет с *синим* оттенком получают при обработке изделий в подогретом до 60—70 °С растворе серной печени. Время обработки 3—5 мин; *черный, серый, черный с синеватым* оттенком цвета — в растворе на 1 л воды 5 г серной печени и 10 г углекислого аммиака; *глубокий черный* цвет — в растворе на 1 л воды 25 г сернистого калия и 10 г углекислого аммония; *светло-коричневый* цвет — в растворе 10 ч. медного купороса, 5 ч. нашатырного спирта и 100 ч. уксусной кислоты; *черный с коричневатым или сероватым* оттенком — в растворе 2 ч. медного купороса, 1 ч. азотно-кислого аммония, 2 ч. нашатырного спирта и 10 ч. уксусной кислоты; *темно-коричневый* тон — в растворе на 1 л воды 20 г сернистого аммония; от *светло-серого* до *темно-голубого* — в растворах на 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 — в растворе 3 ч. концентрированной соляной кислоты и по 1 ч. йодистого калия и воды. При приготовлении последнего раствора йодистый калий вначале размешивают в воде, а затем полученную смесь вливают в кислоту.

Химическое пассивирование (получение бесцветной защитной пленки). Широко применяется в промышленности. На поверхности изделий образуется тонкая, плотная и эластичная пленка, которая длительное время сохраняет блеск полированного металла. Состав раствора: на 1 л воды 10 г двуххромовокислого калия и 1 г окиси хрома. Температура раствора 18—25 °С, время обработки 1—2 с. Изделия быстро промывают и сушат.

Технология получения различных тоновых оттенков на поверхности серебряных изделий для всех растворов, приведенных выше, аналогична.

Чернение. Вид декоративной отделки, заключающийся в наложении на поверхность изделий легкоплавкого сплава серебра, свинца и серы, а также других компонентов. Этот сплав называют *чернью*. Лучше всего поддаются чернению сплавы серебра и золота. В первом случае создается сильный цветовой контраст, что особенно украшает изделие. Медные заготовки также можно чер-

нить, но коэффициенты усадки сплава черни и меди имеют небольшие различия, поэтому при остывании чернь крошится и отслаивается от поверхности чеканки. Чернь в основном является отделкой для изделий из серебра.

Технология чернения заключается в следующем. На изготовленном изделии прорезают плоские канавки глубиной до 0,3 мм (техником чеканки, гравированием, травлением или тиснением штампами). Эти углубления — места наложения черни.

Рецепт приготовления черни (компоненты даны в массовых частях):

- 1) серебро — 3, медь — 2, свинец — 2;
- 2) серебро — 3, медь — 1, сера — 3;
- 3) серебро — 1, медь — 2, олово — 3, бура — 6;
- 4) серебро — 1, медь — 3, свинец — 3, бура — 6;
- 5) серебро — 2, медь — 4,5, свинец — 4,5, сера — 24, бура — 1;
- 6) серебро — 2, медь — 5, свинец — 3, сера — 24, бура — 1;
- 7) серебро — 1, медь — 2, свинец — 3, сера — 12, бура — 1;
- 8) серебро — 1, медь — 5, свинец — 7, сера — 24, бура — 4;
- 9) серебро — 1, медь — 4,5, свинец — 1,4, сера — 10,7, бура — 1;
- 10) серебро — 1, медь — 2, свинец — 1,4, сера — 10,7, бура — 1;
- 11) серебро — 9, медь — 1, свинец — 1, сера — 30, висмут — 1.

Существует несколько способов приготовления черни. Различие их в том, что в одних случаях металлы вначале сплавляют между собой, а потом добавляют серу, в других — вначале получают сернистые металлы и затем их сплавляют.

Первый способ — в графитовом тигле под слоем буры сплавляют серебро с медью с добавлением нужного количества свинца или олова. Расплав очищают от шлака, вводят в него серу и другие компоненты, тщательно перемешивают, удаляя шлак. Чистый расплав выливают в воду и дают остыть; твердый сплав измельчают и повторяют плавку с добавлением буры и серы до образования однородной массы. Чернь считается качественной при трехкратном повторении плавки. Затем ее опять измельчают и просеивают через малое сито.

Второй способ — каждый из металлических компонентов (серебро, медь,

свинец) смешивают с серой и выдерживают в муфельной печи при температуре 300—400 °С. Соотношение серебра и свинца с серой выражается как 5 : 1, меди с серой — 3 : 1. Сернистые соединения каждого металла измельчают и берут (в массовых частях): 1,1 сернистого серебра; 4,5 сернистой меди; 4,4 — сернистого свинца. Смесь сернистых соединений плавят в тигле при температуре 800 °С. Не доводя до полного нагрева, в расплав вводят хлористый аммоний (1 ч. на 3,5 ч. расплава). Затем сплав выливают на подогретую чугунную плиту и дают остыть.

Составные части: 1 — серебра, 8 — меди, 4 — свинца, 3,5 — серы, 2,8 — хлористого аммония.

Хорошо измельченный порошок черни разбавляют раствором буры, поташа и поваренной соли. В качестве флюса можно использовать нашатырный спирт. Полученную кашку накладывают на участки, подготовленные для чернения и уплотняют шпателем, излишки убирают. Изделие просушивают, обжигают в муфельной печи при температуре 300—400 °С до полного расплавления черни и подвергают механической обработке (опиливают надфилями, напильниками излишки черни, шабруют, полируют). При образовании сколов или других дефектов плавку повторяют с добавкой черни.

ГЛАВА 12. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ (ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ) СПОСОБЫ ОТДЕЛКИ

12.1. Подготовка поверхности изделия под покрытия

Гальваностегия — нанесение защитных или декоративных металлических покрытий на изделия электролитическим осаждением.

Сущность гальваностегии заключается в следующем. Растворенные в воде соли распадаются на положительные и отрицательные частицы (ионы). Если через раствор пропустить постоянный электрический ток, ионы, заряженные положительно, устремляются к отрица-

тельному электроду, а заряженные отрицательно — к положительному. Электрод, служащий положительным полюсом, называется *анодом*, а отрицательным — *катодом*. Так как ионы металлов положительны, то они направляются к отрицательному полюсу и осаждаются на изделии, которое служит катодом (рис. 12.1).

Все процессы гальванопокрытий протекают в гальванических ваннах. Последними часто называется состав находящегося в них электролита. Ванны изготавливаются из керамики, эмалированного чугуна и стали, органического стекла, винипласта и других кислотоупорных материалов. Постоянный ток для электролиза получают от селеновых и кремниевых выпрямителей, плотность тока регулируется многоступенчатым трансформатором.

Перед покрытием поверхность изделия очищают (для более прочного сцепления основного металла с осажденным). Применяют три вида обработки: механическую, химическую и электрохимическую.

К *механической* относятся: шлифование, полирование, крацевание и пескоструйная обработка изделий.

Цель *химической* обработки — удалить с поверхности изделия после шлифования и полирования оксидную пленку — травлением; остатки флюса — отбеливанием; жировые пленки и загрязнения — обезжириванием.

Для травления меди и медных сплавов используются следующие растворы: 5 л азотной, 1 л серной кислоты и 50 г поваренной соли; смесь азотной и серной кислот в равных количествах с добавкой 5—10% поваренной соли и небольшого количества сажи. Серная кислота добавляется в азотную в несколько приемов, раствор перемешивают, охлаждают и вводят в него соль и сажу.

Отбеливание осуществляется слабым раствором серной кислоты (на 100 г воды 5—15 г серной). Обезжиривание выполняется в следующем порядке: изделие промывают в бензине, ацетоне, дихлорэтаноле; протирают венской известью (щеткой); промывают в горячей щелочи в течение 5—10 мин (на 1 л горячей воды 10—20 г едкого кали), а затем в горячей воде.

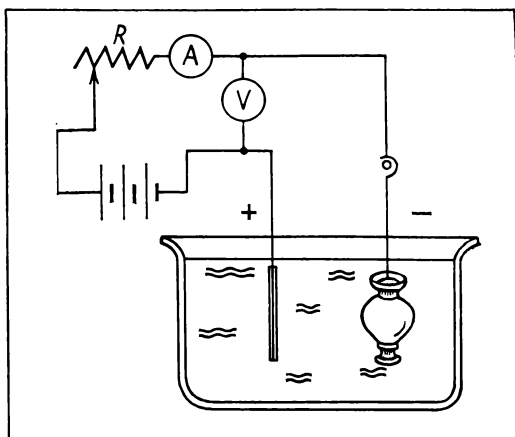


Рис. 12.1. Схема гальванической установки:

B — реостат; A — амперметр;
V — вольтметр; + — анод;
— — катод (изделие)

Электрохимическая обработка позволяет наиболее качественно очистить загрязненные изделия. Применяется для обезжиривания.

Изделие погружают в раствор электролита, анодом служит лист нержавеющей стали. При прохождении тока ионы водорода движутся к катоду и механически сбивают частицы жира с обрабатываемого изделия.

В состав раствора входят: 1 л воды, 15—25 г едкого натра, по 15 г углекислого натрия и тринатрийфосфата, 3 г жидкого стекла. Напряжение 6—9 В; плотность тока 300—1000 А/м². Продолжительность процесса 3—5 мин. Поверхности анода и катода должны быть примерно равными по площади. Медь обезжиривают в холодной, сталь — в нагретой до 90—95 °С ванне.

Недостаток обработки заключается в том, что водород поглощается металлом и последний становится хрупким. Чтобы предупредить это явление, необходимо на несколько минут переключать катод на анод (водород выйдет из металла).

Гальваностегию широко используют в ювелирной промышленности. Нанесение на изделия покрытий из золота, серебра, родия повышает их антикоррозийную стойкость, износостойкость и улучшает декоративные качества.

12.2. Электролитические покрытия

В качестве электролитических покрытий в ювелирном деле применяются: меднение, латунирование, никелирование, хромирование, серебрение, золочение и родирование.

Меднение. Для антикоррозионных целей используется редко, так как медь на воздухе легко окисляется (темнеет, а затем чернеет).

Применяется как подслои при многослойных покрытиях декоративного характера в никелировании, хромировании, серебрении, золочении, для декорирования с последующей патиновой. Меднение производят в цианистых или серно-кислых ваннах.

Состав цианистых электролитов: на 1 л воды 106 г цианистой меди, 90 г цианистого калия, 50—80 г углекислого натрия.

Режим работы: напряжение 3—6 В; температура раствора 25—30 °С. Плотность тока: для меднения цинка 70—80, стали — 100—150 А/м². В цианистых ваннах получают очень тонкие слои меди (5—10 мкм), дальнейшее наращивание происходит в кислых ваннах, где процесс протекает гораздо быстрее. Аноды изготавливают из чистой меди, отжигают и протравливают в азотной кислоте (толщина 3—10 мм). Расстояние между анодом и катодом (изделием) не меньше 100 мм. Процесс ускоряется, если поверхность анода больше поверхности катода. Меднение начинается через 0,5—1 мин после погружения обрабатываемого изделия и заканчивается спустя 15—30 мин.

После десятиминутной обработки изделие вынимают, крацуют, обезжиривают, промывают и вновь опускают в ванну. По окончании процесса изделие тщательно промывают. Главным недостатком цианистых ванн является их сильная ядовитость.

Серно-кислые электролиты неядовиты, просты по составу, устойчивы в работе. В их состав входят: 200—250 г медного купороса и 50—70 г серной кислоты.

Режим работы: температура раствора 18—20 °С (без перемешивания). Плотность тока 100—200 А/м².

Недостатком серно-кислых ванн является то, что осаждать медь непосредственно на сталь нельзя, так как начинается процесс его травления в серной кислоте.

Латунирование. Применяется как самостоятельное декоративное и антикоррозионное покрытие и как подслои вместо меднения. Состав электролита: 1 л воды, 27 г цианистой меди, 9 г цианистого цинка, 54 г цианистого натрия.

Режим работы: рабочая температура электролита 20—40 °С; плотность тока 10—30 А/м². Аноды изготовлены из латуни.

Никелирование. Служит в качестве защитно-декоративного покрытия. Толщина последнего зависит от места эксплуатации изделия или условий работы: при легких условиях (закрытое, сухое, теплое помещение) подслои меди — 10, никеля — 5 мкм; при средних (открытый воздух) подслои меди — 20, никеля — 10 мкм. Самое прочное никелирование образуется на меди и латуни, для других металлов применяют многослойные покрытия.

Состав электролита: на 1 л воды 140 г серно-кислого никеля, 30 г серно-кислого магния, 50 г серно-кислого натрия, 20 г борной кислоты, 5 г хлористого натрия.

Режим работы: рабочая температура электролита 20—30 °С; плотность тока 100 А/м². Скорость осаждения 1 мкм — 5 мин.

Хромирование. Наиболее распространенный вид покрытия. Объясняется это следующим: твердость хромовых покрытий превосходит твердость закаленной стали; хромированные изделия обладают повышенной жаростойкостью, устойчивы против химической коррозии, приобретают новые декоративные свойства — холодный серо-голубой цвет с красивым блеском.

Технология гальванопокрытий хромом самая сложная. Слабая рассеивающая способность электролита ведет к плохому хромированию углублений изделия, поэтому необходимо поддерживать высокую плотность тока 3500—6000 А/м², а вместо растворимых применять нерастворимые аноды (свинцовые или свинцово-сурьмяные).

В декоративных целях применяют хромирование до 1 мкм по медно-никелевому подслою: слой меди цианистой — 3 мкм, слой меди кислой — 12, слой никеля — 10 мкм. Медно-никелевый подслоя перед хромированием тщательно шлифуют.

Состав электролита: 300—350 г хромового ангидрида и 3—3,5 г серной кислоты.

Режим работы: рабочая температура раствора 40° С, плотность тока 1500—2000 А/м². Суммарная поверхность анодов должна быть меньше поверхности катодов в два раза.

Серебрение. Применяется как подслоя при родировании. Покрываются изделия из недрагоценных металлов в декоративных целях. Толщина покрытия зависит от назначения изделий: для столовых приборов — 15—30, для ювелирных — 60—100 мкм. Осаждение серебра производят в цианистых и бесцианистых ваннах.

Составы цианистого электролита. *Рецепт 1:* на 1 л воды 30—35 г цианистого серебра, 30—40 г цианистого калия. *Режим работы:* температура электролита 18—25° С; плотность тока 30—100 А/м².

Рецепт 2: на 1 л воды 33—39 г хлористого серебра, 20—35 г цианистого калия. *Режим работы:* температура электролита 15—25° С; плотность тока 50—100 А/м².

Рецепт 3: на 1 л воды 40—50 г азотно-кислого серебра, 20—35 г цианистого калия. *Режим работы:* температура электролита 18—25° С; плотность тока 30—100 А/м².

Для серебрения в цианистых электролитах применяют переменный ток.

Состав бесцианистого электролита: на 1 л воды 6—8 г хлорного серебра и по 18 г желтой кровяной соли и кальцинированной соды.

Режим работы: температура раствора 18—25° С, плотность тока 10—30 А/м². Аноды — угольные или из чистого серебра.

Наращивание ведут в два-три приема. В промежутках изделие обрабатывают краповкой со слабым раствором поташа и промывают в проточной воде. Перед серебрением детали амальгамируют (покрывают ртутью — 50 г азотно-кислой

ртути на 10 л воды). Хранят электролит в темноте или при красном свете. Цвет осажженного серебра — снежно-белый.

Золочение. Производят с целью реставрации старых украшений. Это самый красивый и дорогой способ отделки художественных изделий. Золочению подвергают ювелирные изделия из серебра, золота и недрагоценных металлов. Толщина покрытия 2 мкм. Его твердость превышает твердость литого золота более чем в два раза.

Состав цианистого электролита (блестящего): на 1 л воды 15 г цианистого калия, 2 г металлического золота, 0,2 г олеата натрия, 80—100 г поташа (олеат натрия является блескообразующей добавкой).

Режим работы: рабочая температура ванны 50—60° С, плотность тока 50—60 А/м². Время обработки 5—10 мин. Сушат изделия в сушильных шкафах при температуре 70—110° С.

Состав бесцианистого электролита: на 1 л воды 2—3 г хлорного золота, по 7,5 г желтой кровяной соли и кальцинированной соды.

Режим работы: рабочая температура 60—80° С, плотность тока 10—20 А/м². Аноды — чистое золото, платина, уголь.

Родирование. Придает ювелирным изделиям высокие оптические свойства, красивый внешний вид, износостойкость и химическую стойкость. Твердость электролитического родия в 8—10 раз выше металлургического. Покрытия родием не требуют предварительного нанесения подслоя на изделия из меди, латуни, мельхиора, никеля, серебра, золота, платины, палладия и их сплавов. Осаждение родия на поверхности изделий происходит в электролитах, содержащих большое количество кислоты. Для покрытий используют серно-кислые и фосфорно-кислые электролиты. Серно-кислые имеют большую рассеивающую способность, мало чувствительны и менее подвержены загрязнению, чем фосфорно-кислые.

Состав серно-кислого электролита: на 1 л воды 45—90 г серной кислоты, 2—4 г металлического родия.

Режим работы: температура ванны 30—40° С, плотность тока 80—150 А/м². Для покрытия слоем 0,3—0,5 мкм время

электролиза 4—6 мин. В качестве анодов применяют платиновые пластинки, в пять раз превышающие площадь катода.

Состав фосфорно-кислого электролита: на 1 л воды 50 г ортофосфорной кислоты, 2 г металлического родия.

Режим работы: рабочая температура электролита 18—20° С, плотность тока 30—100 А/м². При повышении температуры электролита до 40—60° С плотность тока увеличивают до 300—500 А/м².

После покрытия родием изделия промывают в двух ваннах с улавливателем

(в дистиллированной и горячей воде), затем в этиловом спирте и сушат при температуре 100 °С в сушильном шкафу.

Применение электролитических покрытий в изготовлении ювелирных изделий в сравнении с химической отделкой имеет ряд преимуществ: повышается антикоррозийная устойчивость, улучшается внешний вид, декоративные, оптические свойства изделия, твердость, износостойкость, долговечность. В большинстве случаев электролитические покрытия не требуют дополнительной обработки, дают большую экономию расхода драгоценных и цветных металлов.

ЧАСТЬ III

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА, ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

Глава 13. Безопасность труда на территории предприятия и в учебных мастерских

- 13.1. Виды инструктажа по безопасности труда
- 13.2. Основные требования, предъявляемые к производственным помещениям, учебным мастерским, инструменту и оборудованию
- 13.3. Безопасность труда при производстве слесарных и кузнечных работ
- 13.4. Безопасность труда при производстве чеканно-дифовочных работ
- 13.5. Безопасность труда при работе на заточных и шлифовально-полировальных станках при пайке и работе с паяльными лампами
- 13.6. Безопасность труда при работе с электроприборами

Глава 14. Задачи противопожарной профилактики, причины возникновения и общие меры предупреждения пожаров

- 14.1. Специальные меры пожарной безопасности
- 14.2. Вызов пожарной команды и тушение пожара



ГЛАВА 13. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА НА ТЕРРИТОРИИ ПРЕДПРИЯТИЯ И В УЧЕБНЫХ МАСТЕРСКИХ

13.1. Виды инструктажа по безопасности труда

Охрана труда в СССР является государственным делом. В это понятие входят все мероприятия по безопасности труда, производственной санитарии и трудовому законодательству, основная цель которых — создание здоровых, безопасных и культурных условий труда на производстве.

Администрация каждого предприятия несет ответственность за состояние охраны труда и его безопасность. Государственный контроль за состоянием охраны труда, его безопасности, производственной санитарии и противопожарной техники осуществляют Госгортехнадзор СССР, ЦК профсоюзов, санитарная инспекция и инспекция пожарной охраны.

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 механического, теплового, 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. Эти инструкции должны быть изучены и неукоснительно выполняться каждым рабочим, поступающим на производство. Инструктаж по безопасности труда может быть: вводным, на рабочем месте и периодическим.

Вводный инструктаж — первый этап обучения безопасности труда. На предприятии его проводит инженер по безопасности труда, в учебных мастерских — старший мастер.

Основные вопросы инструктажа:

1. Правила внутреннего распорядка
2. Обязанности работника по выполнению инструкций, правил и норм безопасности труда
3. Общие правила электробезопасности и способы оказания первой помощи пострадавшим
4. Основные причины производственного травматизма
5. Охрана труда женщин и подростков
6. Порядок выдачи, применения и хранения бесплатной спецодежды, спецобуви и индивидуальных средств защиты

О проведенном инструктаже заполняется специальная карточка (форма № 1), которая хранится в личном деле каждого работника или учащегося.

При проведении инструктажа на рабочем месте руководитель данного участка работы (мастер производственного обучения, бригадир, заведующий мастерской) знакомит учащегося или работника с оборудованием, опасными зонами, безопасными приемами работы. Это продолжение вводного инструктажа.

Основные вопросы инструктажа:

1. Ознакомление с технологическим процессом или организационно-техническими правилами на данном участке работ
2. Требования к правильной организации рабочего места
3. Ознакомление с устройством машин и механизмов, которые поручено обслуживать работнику
4. Основные требования по безопасному обращению с электрооборудованием, электроинструментом, ударным и режущим инструментом, нагревательными приборами, химическими веществами и кислотами
5. Правила пользования спецодеждой, спецобувью и индивидуальными защитными средствами
6. Правила безопасности при работе на заточных и шлифовально-полировальных станках

О проведении инструктажа производится запись в «Журнал регистрации инструктажа по безопасности труда» (форма № 2), который хранится у старшего мастера или руководителя производственного участка.

Периодический инструктаж служит для закрепления полученных знаний по правилам безопасности труда. Его приурочивают к началу нового вида производственных работ. Инструктаж проводит мастер производственного обучения или мастер участка

по программе вводного и на рабочем месте инструктажа с включением вопросов, касающихся непосредственно нового вида работ. В «Журнал регистрации инструктажа по безопасности труда» (форма № 2) вносится необходимая запись.

При несчастном случае в мастерской или на производстве администрация обязана срочно провести *дополнительный инструктаж* со всеми работающими на данном участке независимо от срока давности последнего инструктажа.

13.2. Основные требования, предъявляемые к производственным помещениям, учебным мастерским, инструменту и оборудованию

Общая планировка полезной площади производственного помещения (учебной мастерской) должна соответствовать технологическому процессу и требованиям санитарных и противопожарных норм: объем производственного помещения — не менее 15 м³, площадь на каждого работающего в нем — 4,5 м². Производственные и вспомогательные помещения обеспечиваются вентиляцией, центральным отоплением. Летом в помещениях без значительного выделения тепла температура не должна превышать более чем на 3°С среднюю температуру наружного воздуха в 13 ч самого жаркого месяца и составлять не более 31°С, а в помещениях со значительным выделением тепла — не более чем на 5°С и не превышать 33°С. Относительная влажность воздуха — 75%; температура при легких физических работах — 16—20, при тяжелых — 12—15°С. В помещениях необходимо иметь термометры, медицинские аптечки, средства защиты органов слуха, зрения, дыхания, рук. Полы в производственных мастерских должны иметь твердое покрытие без щелей, выбоин, порогов и содержаться в чистоте. Вентиляцию проектируют с таким расчетом, чтобы концентрация вредных выделений в атмосфере помещения не пре-

вышала 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 вывешиваются 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. Все помещения укомплектовывают огнетушителями. Станки и электроприборы должны быть заземлены. Необходимо, чтобы внутренние двери в помещениях открывались в сторону ближайшего выхода из здания, а выходные — наружу.

Основные требования ко всем видам инструмента чеканщика: инструмент должен быть исправен, удобен в работе и не должен являться причиной различных травм. За состоянием инструмента следят сами учащиеся и мастера производственного обучения. Инструмент, пришедший в негодность в процессе эксплуатации, сдается в кладовую 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: клен, береза, вяз, кизил, рябина и др. Древесину подбирают без сучков, трещин и других дефектов, волокна должны быть направлены вдоль оси ручки. Последняя заклинивается завершенным клином из мягкой стали. Делать ручки из мягких или крупнослойных пород дерева (ель, сосна) *запрещается*.

На напильники, шаберы и другие инструменты с острыми концами должны быть насажены деревянные с гладкой поверхностью ручки. Шейку ручки скрепляют металлическим бандажным кольцом (для предотвращения раска-

лывания), которого не должны касаться хвостовики инструмента.

На ударной поверхности инструмента для чеканки и рубки металла (зубила, просечки, расходники, кернеры и др.) *не допускаются* заусенцы, выбоины, трещины, а тыльная часть инструмента не должна быть сбита или скошена. Длина инструментов должна обеспечить безопасное удерживание их во время работы рукой (не менее 150 мм). Работа неисправным инструментом может стать причиной травматизма как самого работающего, так и окружающих.

Чеканы, зубила с очень «сухой» закалкой при работе разламываются и могут нанести ранения работающему. Представляет опасность также сильно или слабо натянутое полотно ножовочной пилы. Абразивные круги на заточных и шлифовальных станках не должны иметь выбоин и трещин. Нельзя пользоваться заточными станками без предохранительных устройств и заземления, без защитных очков или щитков. О неисправностях станка или электрооборудования следует немедленно сообщить мастеру или дежурному слесарю-электрику.

Поддержание образцового порядка на рабочем месте — залог безопасности работы.

13.3. Безопасность труда при производстве слесарных и кузнечных работ

Основным оборудованием рабочего места при слесарных работах является *верстак* и *тиски*. Верстаки бывают одноместными и многоместными. Одноместный верстак представляет собой прочный стол шириной 700—800, длиной 1000—1200 и высотой 750—900 мм. Крышка стола покрыта листовой сталью толщиной 1—2 мм. К крышке болтами прочно крепятся тиски. Верстак оборудован выдвижными ящиками для хранения инструмента и обрабатываемых деталей. Особенно важно содержать в соответствующем порядке режущий инструмент: зубила, шаберы, сверла, ножовки.

Для переноски инструмента необхо-

димо иметь *специальный инструментальный ящик*.

Выполняя слесарные операции, детали надо прочно закрепить в тисках. Последние должны быть в полной исправности. Инструмент и детали на верстаке необходимо располагать так, чтобы их было удобно брать (рис. 13.1). При рубке металла следует пользоваться предохранительными очками, а учащиеся должны надевать на левую руку еще и специальные щитки или перчатку.

Обрабатывать листовой металл необходимо в брезентовых рукавицах (во избежание порезов о края листа или ножницами); закреплять ножовочные полотна — специальными короткими штырями, входящими в комплект ножовочного станка, а не гвоздями с загнутыми острыми концами.

Применение электрического и пневматического инструмента также требует соблюдения правил безопасности. Перед началом работы нужно убедиться в исправности инструмента, опробовав его действие вхолостую.

Очистка сжатым воздухом рабочего места и деталей допустима в том случае, если выполняющий работу имеет очки, а вблизи нет других лиц, которым может быть причинена травма. Верстак, оборудование, детали очищают от опилок, пыли и стружки щетками. Разлитое на полу масло вытирают ветошью или засыпают это место песком, опилками и немедленно убирают их.

При работе надфилями, шаберами, лобзиком необходимо беречь руки от уколов и порезов.

В слесарных мастерских, как и в других производственных помещениях, должна быть аптечка с медикаментами для оказания первой помощи пострадавшему.

Основными причинами травм при кузнечных работах чаще всего являются: неисправность оборудования, инструмента и приспособлений; отсутствие в опасных местах предохранительных устройств и ограждений; применение запрещенных приемов работы; плохое освещение; захламленность рабочего места; несогласованность действий кузнеца и его подручного.

При несоблюдении основных правил безопасности труда и производственной

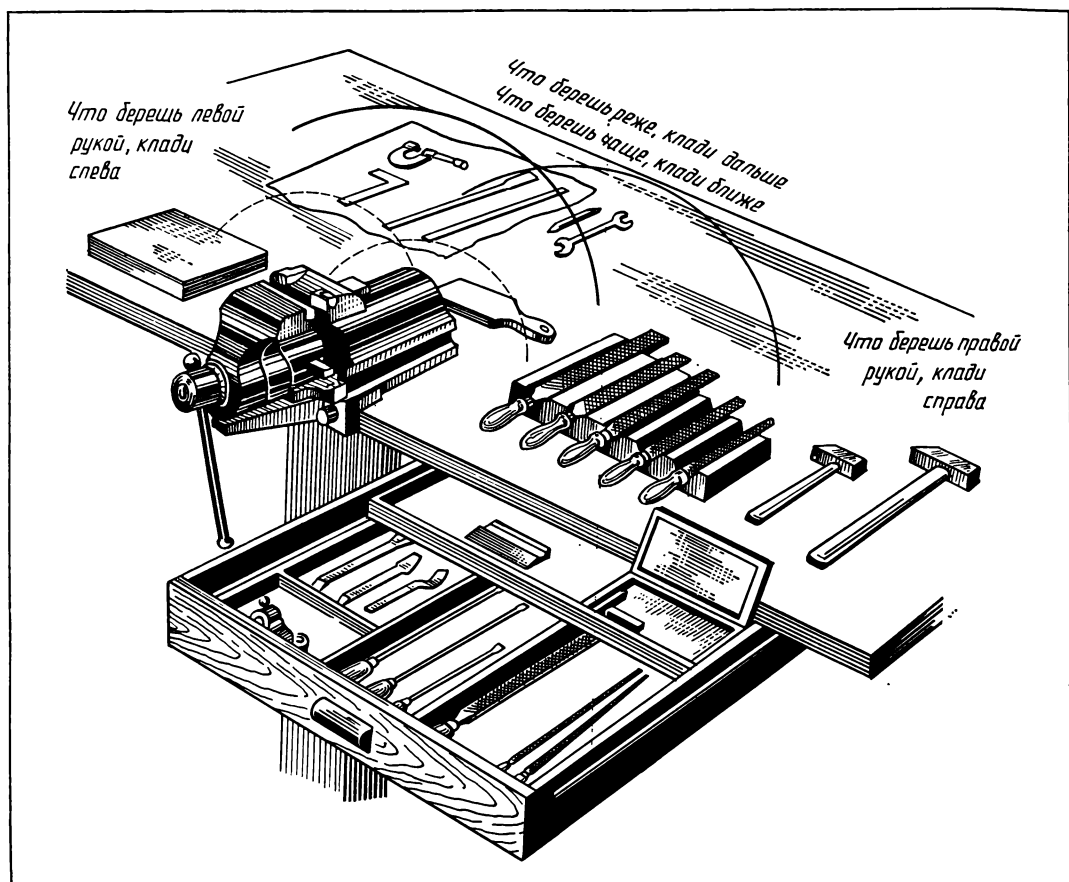


Рис. 13.1. Расположение инструмента на рабочем месте

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 (кроме местных вытяжек) общая, правильно устроенная вентиляция. Перед началом работы кузнец и его подручный должны подобрать весь нужный инструмент, убедиться в его исправности и надежности. Наковальни устанавливают горизонтально (по уровню) и прикрепляют к деревянному стулу, который вкапывают в землю на глубину не менее 0,5 м. Перед работой их осматривают и проверяют (на звук) ударами кувалды. Большую опасность представляет перекос наковальни (при оседании стула), что приводит к вылету поковки из-под

кувалды (косой удар). Кузнец и его подручный во время работы обязаны пользоваться брезентовыми фартуками с нагрудниками, рукавицами и защитными очками.

Инструмент должен быть чистым, сухим и храниться в специальных стойках. Инструмент, подвергаемый в процессековки ударам, перед началом работы нужно нагреть до 200 °С (холодный инструмент быстро ломается). Объем баков для закалки деталей в воде или масле должен в 4,5 раз превышать объем загружаемых в них деталей. Масляный бак обязательно закрывают крышкой.

Для безопасности ручнойковки важна согласованность в работе кузнеца и подручного, которая основана на строгой дисциплине и подчинении указаниям кузнеца. Место, по которому нужно

наносить удары, кузнец указывает молотобойцу ударами ручника. Если кузнец положит ручник на наковальню боковой стороной, подручный должен немедленно прекратить удары. Необходимо также прекращать работу по команде любого человека, находящегося в кузнице, и выяснить причину, ее вызвавшую. В случае, если кузнец, по мнению подручного, применил неправильный или опасный прием работы, подручный обязан прекратить удары и предупредить кузнеца о замеченной ошибке. Во время производства кузнечных работ в кузнице не должны находиться посторонние люди.

13.4. Безопасность труда при производстве чеканно-дифовочных работ

Правильно организованный труд в учебно-производственных мастерских чеканщиков художественных и ювелирных изделий с учетом условий безопасного выполнения работ, соблюдения производственной санитарии и противопожарной техники значительно повышает производительность труда и качество выполняемых работ, снижает утомляемость работающих.

Производство чеканных и ювелирных изделий связано с подготовкой и раскроем металла, поэтому учащимся необходимо быть очень осторожными при разрезании металла ручными ножницами (остерегаться пореза рук заусенцами и острыми кромками).

При чеканке с прорезью используют слесарный инструмент (лобзик, зубила, напильники, надфили), работая с которыми, следует также соблюдать необходимые требования безопасности труда для слесарных работ.

В процессе формообразования металл нагартовывается и подвергается отжигу паяльными лампами или в электроннагревательных печах.

Категорически запрещается: отжигать паяльной лампой чеканную пластину без асбестовой подстилки на деревянном полу; класть раскаленное изделие вблизи от легковоспламеняю-

щихся предметов, жидкостей; снимать окалину сухой тряпкой.

Следует знать и помнить, что металл, остывший до 400—500 °С, по внешнему виду не отличается от холодного, а прикосновение к нему может привести к серьезным ожогам.

Отбел, травление и отделку готовых изделий (оксидировка, патимирование) производят в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами (рис. 13.2), соблюдая все требования мер предосторожности при работе с кислотами, щелочами и другими химическими реактивами.

При отделке готовых изделий шлифованием и полированием станки должны иметь вытяжные устройства для улавливания абразивной пыли и продуктов распада войлочных кругов, пропитанных полировочными пастами.

При сборке и монтаже отдельных фрагментов больших чеканных панно выполняются сварочные работы, клепка, пайка. Работа с ацетиленовыми генераторами или сварочными аппаратами, электродрелью, пневматическими клепальными молотками требует строгого соблюдения мер электро- и пожарной безопасности.

Во время работы на заточных, шлифовальных и других станках необходимо следить за тем, чтобы рукава спецодежды (халата) были плотно застегнуты или закатаны, руки рабочего не находились в опасной зоне работы движущихся деталей оборудования.

Индивидуальные средства защиты.

1. Для защиты глаз от стружек, мелких частиц твердых тел и мелких осколков применяют защитные очки открытого и закрытого типа.

2. При работе с сухими сыпучими химическими веществами (приготовление растворов) пользуются техническими резиновыми перчатками.

3. Для защиты органов дыхания от вредных веществ, присутствующих в атмосфере в виде паров, газов, пыли, дыма и тумана, превышающих предельно допустимые нормы не более чем в 10 раз, служат респираторы универсальные типа РУ-60М. Запрещается использовать их для защиты от высокотоксичных вредных веществ (синильной кислоты и мышьяковистого водорода).

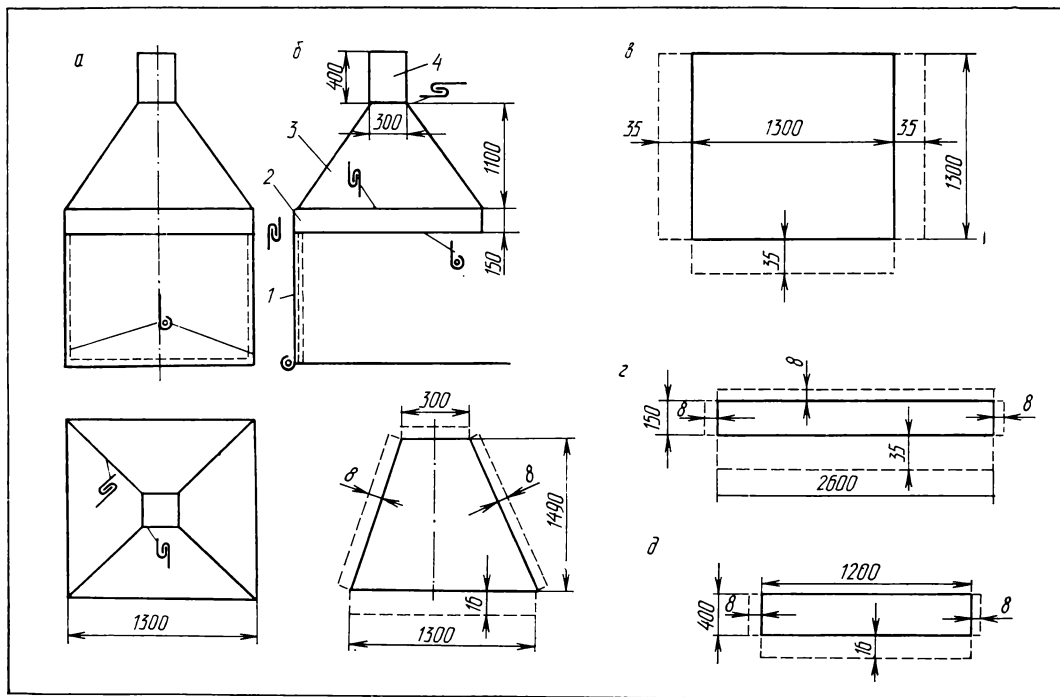


Рис. 13.2. Вытяжной зонт:

а — пирамидальной формы; *б* — стенки обечайки; *в* — развертки стенок; *г* — стенки обода; *д* — стенки патрубка

По способу применения респираторы делятся на следующие:

РУ-60М-А — для защиты от аэрозолей и органических паров (бензин, хлоратил, ацетон, бензол и др.);

РУ-60М-В — для защиты от аэрозолей и кислых газов; сернистого газа, сероводорода, хлористого водорода и др.;

РУ-60М-КД — для защиты от аэрозолей, аммиака, сероводорода;

РУ-60М-Г — для защиты от паров ртути.

4. Для защиты от воздействия высокочастотных производственных шумов имеются индивидуальные средства защиты органов слуха. Их можно классифицировать на две группы: вкладыши (однократного или многократного пользования) и наушники. Последние обладают большей эффективностью, но имеют ряд недостатков, препятствующих их массовому использованию (неудобство ношения головных уборов и защитных средств — масок, очков, касок; болевые ощущения при длительном пользовании, отпотевание кожи и т. д.).

К первой группе средств защиты органов слуха относятся:

вкладыши (антифоны) многократного пользования, состоят из сердечника и резинового колпачка, изготовленного из пищевой или медицинской резины;

противошумовые вкладыши разового пользования типа «Беруши», предназначены для индивидуальной защиты органов слуха от воздействия производственного и бытового шума с уровнем до 110—120 дБ. «Беруши» снижают уровень шума на 10—15 дБ (для полос частот до 500 Гц) и на 17—50 дБ (для частот свыше 500 Гц). Вкладыши представляют собой набор квадратов размером 4×4 см из рулонного материала типа РФМ-Ш (шумопоглощающего и обладающего бактерицидными свойствами). Вкладыши просты в применении и рассчитаны на использование в течение рабочего дня.

Ко второй группе средств защиты органов слуха относятся:

наушники противошумовые ВЦНИИОТ-1, предназначены для защиты органов слуха от высокочастотного (шипящего, звенящего, свистящего) производственного шума с уровнем до 110 дБ.

Внутри корпуса наушников имеются металлические распорки, поворачивая и изгибая которые, можно менять форму корпуса и осуществлять их индивидуальную подгонку по форме головы. Оголовье устанавливается в трех положениях: на голове, под подбородком и на затылке;

наушники противошумовые ВЦНИИОТ-2М, предназначены для защиты от шума с уровнем до 120 дБ, имеют максимальную эффективность на высоких частотах (7—45 дБ).

Наушники с мягким креплением, корпус — пластмассовый, звукопоглотители выполнены из ультратонкого стекловолокна с покрытием из поролона, протекторы — из полихлорвинилхлоридной пленки. Оголовье выполнено в виде двух пружин из стальной проволоки. Степень прижатия наушников к голове изменяется сгибанием или разгибанием пружины оголовья;

наушники противошумовые ВЦНИИОТ-7И, предназначены для защиты органов слуха от воздействия высокочастотного (шипящего, звенящего, свистящего) производственного шума с уровнем до 115 дБ. Состоят из двух наушников с изменяемой заглушающей способностью и оголовья, выполненного из пружинной ленты. Наушники имеют звукоизолирующие пластмассовые корпуса, звукопоглотители из эластичного поропласта и гидравлические уплотняющие протекторы, выполненные из полимерной пленки.

Каждый корпус имеет два звукопроводящих отверстия, перекрываемых подвижно прикрепленными заслонками. При открытых отверстиях заглушающая способность противошумов снижается, что облегчает слуховой контроль за работой механизмов, а лицам, длительное время работающим в условиях шума без противошумов, позволяет быстрее привыкнуть к последним. В бортах уплотняющих протекторов расположены воздухопроводящие отверстия, которые совместно с пазами в кромках корпусов обеспечивают уравнивание давления

воздуха под наушниками с атмосферным;

наушники противошумовые ВЦНИИОТ-4А, предназначены для защиты от шума с уровнем до 110 дБ. Эффективность глушения 2—36 дБ. Основные характеристики наушников ВЦНИИОТ-4А близки к характеристикам наушников ВЦНИИОТ-1.

13.5. Безопасность труда при работе на заточных и шлифовально-полировальных станках при пайке и работе с паяльными лампами

Заточный станок с абразивным кругом относят к категории оборудования с повышенной опасностью. Работать на нем без предохранительного кожуха категорически запрещается, так как может произойти разрыв абразивного круга. Станок должен быть оборудован устройством для отсоса абразивной пыли. В процессе работы глаза следует защитить прозрачным экраном или очками.

Для предохранения рук при заточке инструмента в качестве упора применяют регулируемый подручник. Зазор между краем последнего и рабочей поверхностью шлифовального круга должен быть не более 3 мм. Несоблюдение его 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 окружная скорость. Круги диаметром 150 мм (окружная скорость 15 м/с и выше) предварительно испытывают на прочность при скорости, превышающей на 50% рабочую; диаметром 125 мм и более — подлежат балансировке. Для проверки станок должен поработать вхолостую 5 мин.

Категорически запрещается крепить на станок круги на бакелитовой или магнезиальной связке, пролежавшие на складе более года; хранить круги стопками по несколько штук (можно только в вертикальном положении).

Перечисленные меры предосторожности следует соблюдать и при работе на шлифовально-полировальных станках. При отсутствии устройства, отсасывающего пыль, для защиты органов дыхания при шлифовании и полировании применяют респираторы типа У-2К, Ф-62Ш.

Паяльные работы производят в отдельных помещениях с приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей достаточную чистоту воздуха. Стол для пайки сверху обшивают кровельным железом. Инструменты, приспособления и флюсы располагают на рабочем месте в определенном порядке (инструменты должны быть в исправном состоянии). Сосуды с кислотами и растворами хранят в вытяжных шкафах. При работе с растворами кислот и щелочами следует соблюдать особую осторожность. Во время приготовления хлористого цинка обильно выделяются пары соляной кислоты и одновременно повышается температура раствора, поэтому последний надо 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 лопнуть. Кислоту необходимо лить в воду тонкой струей; переливать из бутылки при помощи сифонов или воздушных насосов. Нельзя смачивать или обливать азотной кислотой бумагу и дерево, так как они самовозгораются.

Работая с крепкими кислотами и щелочами, надо пользоваться спецодждой (резиновыми перчатками и сапогами, прорезиненным фартуком и защитными очками); выполняя травильные работы и обезжиривание деталей — специальными клещами и пинцетами. 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 предупреждения ожогов и

пожара от нагретых паяльников на рабочем столе необходимо иметь специальные металлические подставки. Для очистки паяльника вместо напатыря следует употреблять паяльную жидкость (водный раствор хлористого цинкаммония).

В непосредственной близости от рабочих мест должны быть установлены: умывальник с бесперебойной подачей воды, бачок с 1%-ным раствором уксусной кислоты (для предварительного отмывания рук); переносные емкости для сбора использованных бумажных или хлопчатобумажных салфеток, ветоши.

В помещении, где производится пайка с применением свинца, *категорически запрещается*: хранить одежду, пищу и питьевую воду, курить.

В учебно-производственных мастерских после каждой смены должна производиться влажная уборка помещения. Стирка и обезвреживание рабочей одежды, загрязненной свинцом, выполняется отдельно от остальной рабочей одежды.

Правила обращения с паяльной лампой. В процессе работы с паяльной лампой необходимо соблюдать *следующие меры предосторожности*:

- перед зажиганием проверить количество бензина в резервуаре (для замера пользоваться стеклянной палочкой);
- заполнять резервуар не более чем на $\frac{3}{4}$ его объема;

- давление воздуха в резервуаре не должно превышать безопасную норму — $0,15-0,2 \text{ Мн/м}^2$;

- 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 поставить перед ней металлический экран, так как бензин, не успевший испариться, может быть выброшен длинной горячей струей, что приведет к пожару.

Категорически запрещается доливать бензин сразу после тушения паяльной лампы, работать вблизи от легковоспламеняющихся предметов.

После окончания работ необходимо после охлаждения паяльной лампы открутить наливную пробку (довести давление в резервуаре до нуля).

13.6. Безопасность труда при работе с электроприборами

При установке, эксплуатации и ремонте электрооборудования, а также переносных электроинструментов необходимо придерживаться «Правил технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий», утвержденных Главным энергетическим управлением при Госплане СССР (Союзглавэнерго) и согласованных в ВЦСПС.

Основные положения этих Правил сводятся к следующему. По степени опасности поражения электрическим током производственные помещения делят на три класса:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют признаки помещений двух других классов.

2. Помещения с повышенной опасностью, имеющие один из следующих признаков:

сырые — влажность воздуха превышает 75 %;

с токопроводящей пылью, выделяющейся по условиям производства в таком количестве, что она может оседать на проводах, проникать внутрь электрооборудования, электроинструмента;

с токопроводящими полами (земляные, кирпичные, сырые деревянные). жаркие (с температурой более +30 °C).

3. Помещения особо опасные, имеющие один из следующих признаков:

особо сырые (относительная влажность воздуха близка к 100 %, при этом потолок, стены и все предметы покрыты влагой);

с химически активными парами, разрушающими изоляцию;

имеющие одновременно два и более признаков помещений с повышенной опасностью.

Электроустановки классифицируют по величине напряжения. Различают установки высокого и низкого напряжения. К первым относят электроприборы, где напряжение между любым из проводов и землей может длительно превышать 250 В, ко вторым — ниже 250 В.

Безопасным для жизни человека считается напряжение не более 36 В (в помещениях без повышенной влажности с изолирующим полом). Переменный ток частотой 50 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); 0,02—0,025 А — мышцы. По мере действия тока на организм электрическое сопротивление тела падает, а сила тока увеличивается. Если пострадавшему вовремя не оказать помощь, может наступить смерть.

Важнейшие условия безопасной эксплуатации электроустановок следующие:

электрооборудование, электроинструменты должны содержаться в исправном состоянии; провода или кабели к переносному электроинструменту и электроприборам необходимо подвешивать так, чтобы они не касались влажных поверхностей пола, стен, горячих труб;

все доступные для прикосновения токоведущие части электрооборудования должны быть защищены кожухами;

запрещается оставлять неизолированными концы проводов и кабелей после демонтажа электрооборудования и осветительной аппаратуры, производить 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;

при обнаружении каких-либо неисправностей работа с электроприборами должна быть прекращена.

Заземлению подлежат: 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, сечение — не менее 1,5 мм². Присоединение заземляющих проводов к корпусам электроприборов осуществляется болтовым соединением или сваркой.

Заземление не требуется, если электрическая часть инструмента смонтиро-

вана в пластмассовый корпус (напряжение 220 В).

Электрические станки и инструмент должны удовлетворять следующим основным требованиям: быстро включаться и отключаться от электросети; быть безопасными в работе и иметь недоступные для случайного прикосновения токоведущие части. *Перед началом работы с электроприборами проверяют:* 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 быстро воспламеняющимися веществами.

Включать электродвигатель следует только перед самым началом рабочей операции и обязательно отключать во время перерыва, независимо от его продолжительности. *Запрещается* оставлять без надзора аппарат, присоединенный к электросети.

При переносе электроинструмента с одного рабочего места на другое необходимо следить за состоянием питающего шнура: не допускать его скручивания и натяжения, не оставлять на подземных путях и в местах складирования материалов, деталей и т. д.

Средствами личной защиты от поражения током являются: диэлектрические перчатки, галоши или боты, резиновые коврики, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками, защитные очки, указатель напряжения (токоискатель).

Оказание первой помощи пострадавшим от электрического тока. Успех зависит от находчивости и умения оказывающего помощь. Попытки оживления пострадавшего эффективны лишь в тех случаях, когда с момента остановки сердца прошло не более 4—5 мин. Если пострадавший соприкасается с токоведущими частями, необходимо быстро освободить его от действия тока. При этом следует обязательно помнить о личной безопасности.

Оказывающий помощь должен набросить на руку сухую шерстяную или прорезиненную одежду, стоять на сухом основании. Если электрический ток отключить невозможно, следует перерубить токоведущие провода инструментом с изолированными рукоятками или сделать короткое замыкание на линии.

Следующий этап — оказание первой помощи: уложить пострадавшего на спину на твердую поверхность; проверить дыхание (по подъему грудной клетки) и наличие пульса (на лучевой артерии у запястья или на сонной артерии на переднебоковой поверхности шеи); выяснить состояние зрачка (узкий или широкий) — широкий указывает на резкое ухудшение кровоснабжения мозга.

Если пострадавший находится в состоянии обморока, его следует накрыть и ждать прибытия врача, непрерывно наблюдая за дыханием и пульсом. Не позволять пострадавшему двигаться.

Пострадавшего, находящегося в бессознательном состоянии, но с сохранившимся устойчивым дыханием и пульсом, следует вынести на свежий воздух, уложить и расстегнуть одежду; давать нюхать нашатырный спирт; сбрызгивать водой. Срочно вызвать врача и сообщить о случившемся техническому персоналу. Если пострадавший плохо дышит (очень редко и судорожно), сделать искусственное дыхание и наружный массаж сердца.

ГЛАВА 14. ЗАДАЧИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ, ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ОБЩИЕ МЕРЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОЖАРОВ

14.1. Специальные меры пожарной безопасности

Пожар на промышленном предприятии или в производственной мастерской может принести огромные убытки государству, повлечь за собой жертвы людей. Чтобы избежать их, каждый работаю-

щий должен соблюдать меры противопожарной безопасности.

При выполнении чеканных, кузнечных, сварочных и других работ основными причинами пожаров являются: 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. п.; курение в неразрешенных местах.

Чаще всего к пожарам приводят короткие замыкания, возникающие при соприкосновении между собой разных проводов или фазного провода с землей, вследствие порчи изоляции. Последняя приходит в негодность из-за механических повреждений, химических воздействий окружающей среды или естественного старения. В точке короткого замыкания образуется искрение, которое в зависимости от электрических параметров данной сети может достигнуть значительных размеров и вызвать пожар. Определенную пожарную опасность представляют неплотные контакты (например, в местах присоединения проводов к приборам или при сращивании их между собой), которые окисляются и создают большое сопротивление. Они чрезмерно нагреваются и нередко вызывают воспламенение изоляции проводов. Неплотные соединения также приводят к искрению, что является возможной причиной возникновения пожара. Опасность пожара при пользовании электроприборами возникает от электропроводки при перегрузке, когда в сеть одновременно включено несколько электроприборов.

Важной частью противопожарных мероприятий является профилактика, которая предусматривает методы предупреждения и ликвидации пожаров, эвакуации людей и имущества из горящих помещений.

Прекращение распространения огня во время пожара зависит от правильной планировки мастерских, промышленных зданий, применения конструкций и ма-

териалов соответствующей огнестойкости, устройства необходимых противопожарных разрывов и преград; средств связи и пожарной сигнализации. Для успешных действий пожарных команд промышленный объект должен иметь удобные подъезды, пожарные лестницы, водопроводные гидраты и др. В цехах, на участках, в мастерских и вспомогательных службах организуются добровольные пожарные дружины, которые содействуют проведению пожарной профилактики и участвуют в ликвидации пожаров.

Меры предупреждения пожаров включают: точное выполнение требований пожарной безопасности; замену опасных в пожарном отношении технологических операций менее опасными; расположение опасного в пожарном отношении технологического оборудования в отдельных или изолированных помещениях; герметизацию оборудования, которое в процессе работы может выделить горючие вещества (газы).

При производстве чеканных, паяльных и сварочных работ применяются огнеопасные жидкости, газы (бензин, ацетилен, бутан, пропан и др.). Они хранятся на складах, в надземных и подземных хранилищах (резервуарах), размещение и устройство которых производится с учетом противопожарных требований и норм хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и газов.

При работе с легковоспламеняющимися жидкостями запрещается: пользоваться оборудованием и инструментами, способными вызвать искры (сварочные агрегаты, электродрели, заточные станки и т. п.); курить.

Чтобы предупредить пожар 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 помещений.

Для защиты от механических и химических повреждений провода прокладывают в резиновых или стальных трубках, имеющих внутри изоляцию.

14.2. Вызов пожарной команды и тушение пожара

При возникновении пожара следует немедленно вызвать пожарную команду (звонить по телефону 01). Более совершенным видом связи являются специальные пожарные извещатели. Они могут быть ручного действия (контактные устройства в виде кнопок и рубильников) и автоматические (реагируют на повышение температуры — термоизвещатели; на пламя, искры, дым — дымоизвещатели).

До прибытия пожарной команды тушение пожара осуществляет добровольная пожарная команда при активном участии всех работающих на предприятии. Для тушения небольших очагов горения используют простейшее противопожарное оборудование и инвентарь: ведра с водой, песок, покрывала, брезенты, гидропульты для воды и др. При тушении горящей жидкости (керосин, бензин, нефть) применяют сухой песок.

Вода — наиболее простое, дешевое и широко распространенное огнетушительное средство. Пар препятствует доступу кислорода к горящему веществу и способствует прекращению горения.

Для тушения горящих твердых веществ и легковоспламеняющихся жидкостей, которые не растворяются в воде, применяют пену, которая изолирует

зону горения путем образования пленки на поверхности горящей жидкости или твердого вещества. Широко применяется также углекислый газ, действие которого основано на том, что он, попадая в сферу огня, изменяет соотношение составных частей воздуха и горение становится невозможным. Пожар тушат, направляя струи углекислого газа непосредственно на горящую поверхность или наполняя газом закрытое помещение.

Нельзя при пожаре разбивать стекла в окнах, так как это усиливает тягу воздуха и тем самым увеличивает очаг пожара.

Для тушения пожара в мастерских и цехах предприятия применяют *ручные пенные огнетушители ОП-5* и *углекислотные огнетушители ОУ-5*.

Для приведения в действие огнетушитель снимают с крючка, подносят к месту горения, поворачивают рукоятку до отказа и осторожно переворачивают огнетушитель на 180°. Пена выбрасывается в виде струи через спрыск. При тушении твердых предметов струю направляют в место наибольшего горения и, сбив пламя, переводят ее на другие участки горящей поверхности.

При тушении горящей жидкости струя пены должна скользить по горячей поверхности или, ударяясь о какой-либо предмет, плавно стекать с него.

ЛИТЕРАТУРА

Верховенко Л. В., Тукин А. К. Справочник сварщика.— Мн.: Выш. шк., 1977.— 192 с.

Государственные стандарты СССР. Указатель.— М.: Изд. стандартов, 1981.— 400 с.

Каверина К. П., Аксельрод А. Ю. Простейшие приемы реанимации.— М.: Медицина, 1981.— 112 с.

Кобзева З. И. Справочник по электротехническим защитным средствам и приспособлениям.— М.: Энергия, 1978.— 65 с.

Лямин И. В. Художественная обработка металлов.— М.: Машиностроение, 1978.— 112 с.

Марченко В. И. Ювелирное дело.— М.: Высш. шк., 1975.— 192 с.

Мисник И. Б. Ручная дуговая сварка металлов.— Мн.: Выш. шк., 1981.— 206 с.

Нодельман М. Е., Урамовский Ю. М. Справочник по слесарному и кузнечному делу.— Мн.: Ураджай, 1974.— 384 с.

Селиванкин С. А., Власов И. И., Гугов Л. А. и др. Технология ювелирного производства.— Л.: Машиностроение, 1978.— 320 с.

Семерак Г., Богман К. Художественнаяковка и слесарное искусство.— М.: Машиностроение, 1982.— 232 с.

Тойбл К. Ювелирное дело.— М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.— 200 с.

Флеров А. В. Художественная обработка металлов.— М.: Высш. шк., 1976.— 224 с.

Флеров А. В. Материаловедение и технология художественной обработки металлов.— М.: Высш. шк., 1978.— 207 с.

Хворостов А. С. Чеканка. Инкрустация. Резьба по дереву.— М.: Просвещение, 1977.— 161 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ *

А

Азотирование 25, 26
Активизатор 25
Аллотропия 13
Алюминий 28, 47, 54, 71, 88
Алюмокалиевые квасцы 42
Амальгамация 32
Амальгама 29, 30, 32
Амбус 84
Аметирование 25, 28
Анализ 13
— микроскопический 13
— рентгеноструктурный 13
Анизотропия 13
Антикоррозийная стойкость 16, 25, 26, 28
Аншлиф 89—90
Аппарат пескоструйный 123
Аффинажный завод 32—33

Б

Басма 28, 85—86
Безопасность труда 43, 139—150
Бобошник 71—72, 77
Бормашина с гибким валом 125
Борный ангидрид 40
Бульотка 68
Болтшпихель 88, 91
Братина 22, 66
Бром 44
Бронза 26—27, 37—38, 80, 85, 88, 102
— золоченая 21
— монетная 27
— патинированная 21
Брусок наждачный 127

В

Веревочка 94
Веркблей 36
Верстак 141
Виброобработка 123
Вода 30
— бромная 30
— хлорная 30
Волочение 28—30
Воронение 130
Ворот 62
Выглаживание 64, 71
Выколотка 77, 82—85
— полусферы 83—84
— по моделям 84—85
— рельефа 77, 82—84
Вырубка 62, 63, 86
Высадка 60, 62
Вытяжка 58—59, 71, 74
— в вырезных бойках 58—59
— на плоских бойках 58—59
— — — — — поочередная 58
— с оправкой 59
— рельефа рисунка 81, 85

Г

Галтование 122
Гальванопокрытие 30, 31
Гальваностегия 132—133
Гвоздильня 58
Генератор ацетиленовый 111—112
Гибка 62, 63
Гидросульфат аммония 38
Гладилка 58
Гладь 94—95
Глазурь 40
Горн 22
— кузнечный 54, 56, 62, 75
Гофрилка 83—84
Гравирование 30, 66, 70, 86, 88, 91
— обронное выпуклое 90—91
— — механическое 90
— — ручное 90
— — техника 91
— — углубленное 90

Д

Деаэрация 21
Диоксид олова 124
— серы 44
Дифовка 22, 82—84, 95, 143—145
Диффузионное хромирование 26
Дорожка 93—94
— круглая 94
— плющенная 95
— смятая 94
Доска 85, 87
— басменная 85
— крепежная 87
Дуралюмин 28, 38, 47
Дюраль 71

Е

Едкий кали 31
— натр 38, 41
Елочка 94

Ж

Железо 12—13, 15
— хлорное 38

З

Заготовка 47—48, 54, 61, 83, 91
Заклепка 116—118
— закладная 117
— замыкающая 117
— шов 117
Зеки 91—92
Зернь 95
Зерна 14
Зигзаг 95
Золотник 34
Золото 29—32, 54, 80, 82, 94, 96, 102, 108
— добыча 32

* Составила редактор.

Золото сусальное 30
— первое месторождение 32
Золочение 135
Зонт вытяжной 144
Зубило 58, 60, 62, 64, 75, 81, 90—91, 141

И

Известь 124
— венская 124, 127
Изложница 18
Излом 14
Ингибиторы 21
Индикатор 41
Инструмент абразивный 125
— граверный 87—90, 140—141
— опорный 84
— ударный 83—84
Иридий 31

К

Кадмий 28, 33
Калька-шаблон 76
Камень полировочный 127
— точильный 127
Каминное украшение 21
Кантовка 58
Канфарение 67
Канфарник 72, 76, 79
Карборунд 123—124
Карбюризатор 25
Карналлит 42
Катализатор 31, 39
Катионы 42
Кварц 124
Керн 47, 90
Кислота 28, 40, 44, 47, 69, 77
— азотная 28—30, 38—40, 43, 77, 128
— борная 40
— золотохлористоводородная 30
— метаборная 40
— ортофосфорная 40
— пикриновая 38
— плавиковая 30—31
— серная 28—30, 38—40, 43—44, 77
— соляная 26, 28—30, 38, 40, 43—44, 69, 77
Кислотные остатки 39
Киноварь 29
Клеймо 34—35
Клепка 116—119
— брак 118
— горячая 117
— ручная 117
— пневмомолотком 117
— прессовая 117
— холодная 117
Клещи 58
Ковка 22, 28, 54—64
— ручная свободная 54—55, 57
Королек 36
Колодки 87
Контрэмаль 99
Корцанки 95
Крацование 77, 87, 122, 125
Кристаллизация 13
Кристаллиты 14
Кремний 17, 28
Крокус 124

Круг 125—126
— войлочный 126
— волосяной 126
— матерчатый 126
— нитяной 126
— полировочный 126
— фетровый 126
— шлифовальный 125
— эластичный 126
Кувалда 57—58, 60, 62—63
Купель 36
Крюк 81

Л

Лампа паяльная 146
Латунь 26, 37—38, 47, 51, 88, 102, 129
Латунирование 134
Легирующие добавки 28
Леткалы 103, 109
— асбестовые 103
— вертушка 109
Лигатура 31, 34
Литье 30, 70, 80
— декоративное 80
— брак 81
— кокильное 80
— статуарное 80
— точное 80
— ювелирное 80
Лобзик 50, 141
Лощатник 71—72
Лужение 65

М

Магналий 28
Магнезия 124
Материалы 123
— полирующие 123
— шлифующие 123
Маточники 91—92
Матрица 85, 90
Машина 92
— гильоширная 92
— гравировально-копировальная 92
— рельефно-копировальная 92
Медь 26, 33, 47, 51, 54, 71, 77, 94, 96, 102
Меднение 134
Мельхиор 26—27, 47, 71, 80, 94
Мессерпгихель 87—88
Металл 9, 12, 29, 54, 65, 128
— благородный 12, 29—36
— блеск 9
— выносливость 10
— жидкотекучесть 10
— ковкость 10, 54—65
— коррозия 19
— — методы защиты 20—22
— литейная усадка 10
— микроструктура 14
— непрозрачность 9
— окисление 12
— окислирование 65, 85, 128—130
— перевод рисунка 91
— пластичность 9—10
— плотность 9, 22
— поликристаллическая структура 14
— разрезание 47—48
— — прямолинейное 47
— — криволинейное 47
— смешанное 47

Металл, распиливание 48—50
 — растворение 12
 — свариваемость 10
 — спекание 12
 — твердость 10, 22, 25
 — температура плавления 9
 — тепловое расширение 9
 — теплопроводность 9
 — травление 38, 100—102, 138
 — — гальваническое 100—101
 — — химическое 100—102
 — упругость 9
 — химические свойства 12
 — цвет 9—10
 — цветной 12, 26—29, 71
 — черный 12, 15, 71
 — чистый 33
 — электропроводность 9

Микроскоп 14, 36—38

Модель 85

— баббитовая 85
 — цементная 85
 Молоток 57, 65, 75, 117
 — гладильник 84
 — наводильник 84
 — ручной 57, 65, 75, 78, 83
 — шаровой 84
 — чеканный 73—75

Н

Набивка 64
 — рельефа 64
 — фактуры 64
 Надфиль 51—52, 75, 81, 87, 91—92, 141
 Наждак 123
 Наковальня 56, 58, 60, 75
 — безрогая 56
 — двурога 56
 — однорога 56
 Напильник 51, 53—54, 73, 81, 127
 — с насечкой двойной 51
 — — — одинарной 51
 — — — рапильной 51
 Насечка 20, 67
 Насмолка 77
 Натяжка 118
 Наушники противошумовые 145
 Нижник 62
 Никель 29
 Никелирование 134
 Нить натянутая 127
 Нейзильбер 26—27, 71, 80, 94
 Ножницы 47
 — ручные левые 47
 — — правые 47
 — стуловые 47
 — рычажные 48—49, 56
 Ножовка ручная 48—49

О

Обжимка 58, 117—118
 Обрабатываемость резанием 12
 Обработка пескоструйная 65
 Оброн 70, 80—81
 Обрубка 62
 Оборудование газосварочное 111
 Ожог 43—44
 — термический 43—44
 — химический 43—44

Окалина 15
 Оксид азота 44
 — хрома 124
 Олово 27
 «Оловянная чума» 27
 Опиливание 50, 52—53
 Опускание фона 77
 Осмий 31—32
 Основания 41
 Отделка изделий 128—136
 — — из алюминия 130
 — — — железных сплавов 130—131
 — — — латуни 129—130
 — — — меди 128—129
 — — — серебра 131—132
 — пескоструйная 123

П

Палладий 31, 33
 Пантограф 92
 Пары ртути 29
 Пассирование 31
 Патинирование 79, 85, 128—130
 Паяльник 103, 106, 116
 — бензиновый 103—107
 — газовый 103, 107, 116
 — ультразвуковой 103, 107
 — электрический 103, 106
 Паяние 102
 Пемза 124, 128
 Пемзовая мука 127
 Первая помощь 148
 Печь муфельная 36, 75, 97
 Пирометр 23
 Пламя 112
 — восстановительное 112
 — нейтральное 112
 — окислительное 112
 Платина 30, 33
 Пленка 21, 28
 — оксидная 21, 28
 — солевая 21
 Плетенка 94
 Плита 47, 58
 — разметочная 47
 — формовочная 58
 Подбойка 60
 Подбойник 60
 — кузнечный 58, 64
 Подгонка 108
 Поддержка 118
 Подкладка 75
 Подсечка 58, 62
 Позолота 20, 70
 Поковка 58
 Покрытие 20, 29, 134, 136
 — антикоррозийное 29
 — декоративное 29
 — металлическое 29
 — неметаллическое 20—21
 — электролитическое 121—122
 Полировник 127
 Полотно ножовочное 50
 Помещение производственное 140—141
 Пороховница 67
 Предел 9
 — текучести 9
 — упругости 9

Примеси скрытые 17
 Припайка 79
 Припой 28—31, 96, 102—104
 — висмутовый 102
 — золотой 108
 — кадмиевый 102—104
 — медно-цинковый 103—104
 — мягкий 102
 — оловянно-свинцовый 102, 104
 — серебряный 103, 105, 108
 — твердый 103
 Проба 34
 — золотниковая 34
 — каратная 34
 — метрическая 34
 Пробирные иглы 39
 Пробирный камень 35
 — надзор 35
 — реактив 35—36
 Пробирование 26, 28, 34—36
 — муфельный способ 36
 Прокатка 28, 30
 Пропиловка 108
 Протектор 21
 Протяжка 59
 — на кромке наковальни 59
 — скругленным молотком 59
 Прошивка 60
 Пруток 19, 28, 73
 Пуансон 85, 90—92
 Пурошник 72

Р

Работы кузнечные 141—142
 — отделочные 77
 — паяльные 146
 — слесарные 47—65, 142—143
 — сканно-эмальерные 92—102
 Рабочее место 75
 Разметка 47
 — плоскостная 47
 — пространственная 47
 Разрубка 62
 Раскатка 58, 63
 Раствор травильный 102
 Расплющивание 59, 83
 Расходка 78—79
 Расходник 71—73, 76, 78
 Резка газокислородная 113
 Решетка кристаллическая 12, 14, 22
 Рейсмус 47
 Рифлевка 91—92
 Розетка 63, 77
 Родий 31
 Родирование 135
 Ртуть 29—30, 32
 Рубка 60—61
 Рутений 31

С

Санитария производственная 148
 Сварка 62, 64, 111, 119
 — алюминия 115—116
 — газовая 111—112, 114, 116
 — дуговая 113—114
 — кузнечная 62, 64, 111
 — латуни 114
 — меди 111

Сварка плавлением 111
 — пластическая 111
 — электродуговая 113
 Свинец 27—28, 36, 51, 102
 Сгибание 83
 Сера 17, 40
 Серьги 66
 Серебрение 67, 135
 Серебро 30, 47, 80, 82, 91, 94, 96, 102
 — самородное 32—33, 54
 Серная печень 128—129
 Сернистый аммоний 129
 Сероводород 44
 Сечки 90
 Силицирование 26
 Силумин 28
 Синение 20
 Сканы 92, 94
 — набор по рисунку 95
 Скручивание 62
 Смола 75, 78
 Соединения 44
 — мышьяковистые 44
 — ртутные 44
 — свинцовые 44
 Соли 41—43
 — двойные 42
 — комплексные 42
 — простые 42
 Спирт метиловый 44
 Сплав 9, 13, 33, 35, 38, 71
 — золота 33, 35
 — платины 33—35
 — плотность 9
 — серебра 33—35
 — структура 13
 — цветной 12, 38, 71
 — черный 12, 38, 71
 — химическая стойкость 20
 Средства защиты 143—144
 Сталь 12, 15, 17—19, 102
 — бессемеровская 17
 — высоколегированная 18, 19, 22, 25, 38
 — жаропрочная 18
 — закалка 22—23
 — затверждение 18
 — инструментальная 18—19, 37, 51, 55, 87
 — кислотостойкость 18
 — классификация 17
 — кованая 18, 54
 — конструкционная 18—19
 — кристаллическая решетка 22
 — легированная 17, 18, 22, 36—37, 58
 — листовая 18, 63
 — литая 18
 — малоуглеродистая 22, 54
 — маркировка 17, 18, 24
 — мартеновская 17
 — низколегированная 17
 — нержавеющая 18, 71
 — нормализация 22
 — обработка 22—26
 — — термическая 22—26
 — — химико-термическая 24—26
 — окалиностойкая 18
 — отжиг 22—23, 25—26
 — отпуск 22—24
 — прокат 18
 — разливка 18
 — раскисление 18

Сталь, скорость охлаждения 23
— сортовая 18
— способ производства 17
— среднелегированная 18
— томосовская 17
— углеродистая 17, 18, 22, 51, 55, 62
— фасонная 18
— характер застывания 18
— хромистая 19
— хромовольфрамовая 19
— широкополосная 18
— цвет накала 23
— — побежалости 24
— электротехническая 18
Станок 75, 125, 145
— заточный 75, 145
— сверлильный 75
— токарный 75
— шлифовально-полировальный 75, 125

Т

Твердомер 11, 36
Тетрабонат натрия 40
Термопара 23, 31
Тиски 75, 141
— стуловые 75
Тиснение 30
Томпак 27—28
Тонирование 70
— графитом 130
Трепел 124, 127
Трещотка 81—82
Трубочка 71—72

У

Удлинение остаточное 10
Указатель 82
Установка 75
— пескоструйная 75
— слесарная 75

Ф

Фаденштихель 88
Фасетштихель 88
Ферромагнитные свойства 29
Филигрань 30, 92—95
— ажурная 93, 95
— напайная 93
— объемная 93
— технологический процесс 93
— фоновая 30
Финифть 99
Флашштихель 88, 91
Флюс 63, 103, 106, 115—116

Х

Хлор 44
Хром 29
Хромирование 134

Ц

«Царская водка» 30, 31, 40
Цементация 25
Цементит 38
Цианистый калий 30, 44

Цианирование 25, 32
Цианирующая среда 25
Цинк 27, 33, 42, 71, 80, 88, 102
Циркуль разметочный 47

Ч

Чекан 64—65, 71—73, 75, 77
Чеканка 22, 28, 30, 65—71, 80, 90
— объемных форм 81—85
— плоскостная 65
— по листу 70
— по литью 70
— рельефная 65
— технология 76
Чернь 28, 132
Чернение 65, 131—132
Чертилка 47
Чугун 15—17, 22—26, 36—37
— антикоррозийная стойкость 16
— белый 15
— высокопрочный 15—16
— классификация 15—17
— ковкий 15—16, 36
— малолегированный 16
— маркировка 15—17
— микроструктура 36—37
— нелегированный 16
— серый 15, 36
— среднелегированный 16
— структура 15
— термическая обработка 22—26
— травление 38
— химические свойства 16

Ш

Шабровка 122
Шлиф 13, 36
Шлифование 85, 92, 121, 125
Шлем 67
Шнур 94—95
Шперак 56, 63, 84
Шпицштихель 87, 90
Шрабкугель 87
Штамповка 22, 28—30, 86
Штихель 87—89, 92

Щ

Щелочь 41

Э

Электрод 113
Электродрель 75
Электроприборы 147—148
Эмаль 28, 40, 66, 67, 96—100
— выемочная 98—99
— заглушенная 97
— живописная 99
— классификация 99
— обжиг 98
— перегородчатая 98
— подготовка изделий 97—98
— прозрачная 97, 99
Эмалирование 96—100
Эскиз 76

Ю

Юстирштихель 88

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 5

Часть I. МАТЕРИАЛЫ

Глава 1. Металлы и сплавы

- 1.1. Общие сведения о металлах и сплавах 9
- 1.2. Внутреннее строение чистых металлов и сплавов 12
- 1.3. Методы исследования структуры сплавов 13

Глава 2. Черные металлы

- 2.1. Железо 14
- 2.2. Чугун. Классификация и маркировка 14
- 2.3. Сталь. Классификация и маркировка 17
- 2.4. Коррозия металлов 19

Глава 3. Термическая обработка стали и чугуна

- 3.1. Отжиг, нормализация, закалка и отпуск стали 22
- 3.2. Виды химико-термической обработки стали. Термическая обработка чугуна 24

Глава 4. Цветные и драгоценные металлы и их сплавы. Пробирование

- 4.1. Цветные металлы и их сплавы 26
- 4.2. Драгоценные металлы 29
- 4.3. Добыча и получение драгоценных металлов 32
- 4.4. Сплавы драгоценных металлов 33
- 4.5. Пробы. Определение проб 34

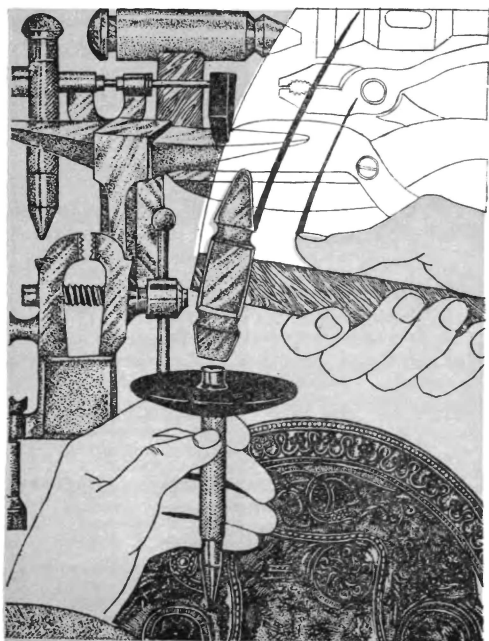
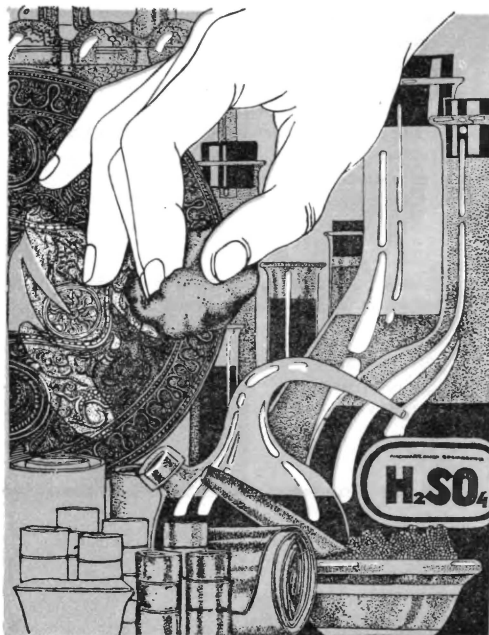
Глава 5. Кислоты, основания, соли

- 5.1. Общие сведения о кислотах 39
- 5.2. Общие сведения об основаниях 41
- 5.3. Виды солей и способы их образования 41
- 5.4. Безопасность труда при работе с химическими веществами 43

Часть II. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ

Глава 6. Слесарно-кузнечные работы

- 6.1. Разрезание листового металла и распиливание профильных заготовок 47
- 6.2. Опиливание металла 50
- 6.3. Ручная свободная ковка 54
- 6.4. Оборудование, приспособления и инструмент дляковки 56
- 6.5. Основные операции ручной свободнойковки 58
- 6.6. Защита поверхности кованых изделий 65



Глава 7. Чеканно-дифовочные и граверные работы

- 7.1. Чеканка 65
- 7.2. Материалы и инструменты для производства чеканных работ 70
- 7.3. Оборудование, приспособления и подсобные материалы, используемые при чеканке 75
- 7.4. Технология чеканки 76
- 7.5. Примеры чеканных работ 77
- 7.6. Чеканка объемных изделий скульптурного типа 80
- 7.7. Чеканка объемных форм. Дифовка 81
- 7.8. Басма 85
- 7.9. Плоскостное гравирование 86
- 7.10. Обронное гравирование 90

Глава 8. Сканно-эмальерные работы. Художественное травление металла

- 8.1. Филигрань 92
- 8.2. Эмалирование 96
- 8.3. Травление металла 100

Глава 9. Получение неразъемных соединений

- 9.1. Паяние 102
- 9.2. Сварка 111
- 9.3. Клепка 116
- 9.4. Склеивание 119

Глава 10. Механические способы отделки изделий

- 10.1. Декоративное шлифование, полирование и другие виды механической отделки изделий 121
- 10.2. Шлифующие и полирующие материалы 123
- 10.3. Оборудование и инструменты 125

Глава 11. Химические способы отделки изделий

- 11.1. Отделка изделий из меди 128
- 11.2. Отделка изделий из латуни 129
- 11.3. Отделка изделий из алюминия 130
- 11.4. Отделка изделий из железных сплавов 130
- 11.5. Отделка изделий из серебра 131

Глава 12. Электрохимические [гальванические] способы отделки

- 12.1. Подготовка поверхности изделия под покрытия 132
- 12.2. Электролитические покрытия 134



Часть III. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА, ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ САНИТАРИЯ

Глава 13. Безопасность труда на территории предприятия и в учебных мастерских

- 13.1. Виды инструктажа по безопасности труда 139
- 13.2. Основные требования, предъявляемые к производственным помещениям, учебным мастерским, инструменту и оборудованию 140
- 13.3. Безопасность труда при производстве слесарных и кузнечных работ 141
- 13.4. Безопасность труда при производстве чеканно-дифовочных работ 143
- 13.5. Безопасность труда при работе на заточных и шлифовально-полировальных станках при пайке и работе с паяльными лампами 145
- 13.6. Безопасность труда при работе с электроприборами 147

Глава 14. Задачи противопожарной профилактики. Причины возникновения и общие меры предупреждения пожаров

- 14.1. Специальные меры пожарной безопасности 148
- 14.2. Вызов пожарной команды и тушение пожара 150

Литература 151

Предметный указатель 152

ГЕННАДИЙ АНТОНОВИЧ ШНЕЙДЕР

**ОСНОВЫ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ
ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА**

Зав. редакцией Р. И. Масловский
Редактор А. Л. Подгайская
Оформление К. М. Гордеева
Мл. редактор Н. Н. Линькова
Худож. редактор А. Г. Звонарев
Техн. редактор Г. М. Романчук
Корректор В. В. Неверко

ИБ № 1917

Сдано в набор 17.12.84. Подписано в печать
13.11.85. АТ 18825. Формат 70×100¹/₁₆.
Бумага тип. № 1. Гарнитура обыкновен-
ная новая. Высокая печать. Усл. печ. л. 13.
Усл. кр.-отт. 20,23. Уч.-изд. л. 17,13. Тираж
25 000 экз. Зак. 982. Цена 70 к.

Издательство «Вышэйшая школа» Государст-
венного комитета БССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли. 220048,
Минск, проспект Машерова, 11.

Минский ордена Трудового Красного Зна-
мени полиграфкомбинат МППО им. Я. Коласа.
220005, Минск, ул. Красная, 23.

- Шнейдер Г. А.
Ш 76 Основы художественной обработки металла: [Учеб. пособие
для сред. ПТУ].— Мн.: Выш. шк., 1986.— 158 с., ил.
В пер.: 70 к.

Рассмотрены операции и технические приемы кузнечно-слесарных работ, оборудование и инструменты, применяемые при художественной ковке; освещены вопросы технологии соединения отдельных деталей; приведены примеры изготовления художественных изделий по основным видам чеканно-дифовочных и граверных работ.

Может быть использовано при профессиональном обучении рабочих на производстве.

Ш 4904000000—179 100—86
М304(05) — 86

ББК 85.12я72





70 к.



Издательство „Высшая школа”