

С. Д. Долинин

# КРУЖЕВА ИЗ МЕТАЛЛА





## ТРЕДУБОВУЕ



Обработка металла является одним из древнейших занятий человека. С незапамятных времен ремесло кузнеца и литейщика было возведено в ранг искусства, сокрытого завесом таинственности. Не случайно рудодобытчики и кузнецы (в старину эти профессии были неразделимы) считались колдунами и врачевателями, а выдающийся поэт древней Эллады Гомер не жалел самых изысканных и утонченных эпитетов, восхваляя мастерство древних кузнецов.

За период многовекового существования художественная обработка металла претерпела значительную эволюцию, знавала времена расцвета и упадка. Но, к счастью, неистребимыми оказались традиции и желание человека создавать красивые и полезные вещи из металла.

Интерес к художественной обработке металла не ослабевает и сегодня, когда промышленность массово выпускает различные штампованные изделия. Лучшим доказательством тому является желание людей самых различных профессий не только овладеть секретами обработки металла, но и своими руками попытаться выковать подсвечник, подкову «на счастье», каминную решетку, светильник, дверную ручку и многое другое.

Данная книга знакомит читателей с основными техниками и приемами художественной обработки металла, даны советы, как при сравнительно небольших материальных затратах оборудовать рабочее место или мастерскую. Если после ее прочтения у вас возникнет желание глубже освоить секреты художественнойковки, литья или чеканки, рекомендуем ознакомиться с литературой, приведенной в библиографическом списке.

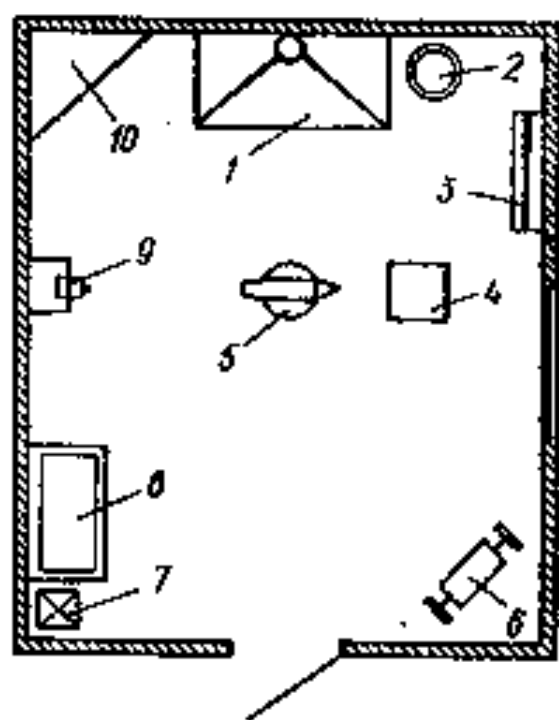




### **ОБОРУДОВАНИЕ КУЗНЕЧНО-СЛЕСАРНОЙ МАСТЕРСКОЙ**

Помещение для любительской кузницы желательно располагать подальше от жилых строений. Если это не представляется возможным, мастерскую можно организовать на двух участках: слесарный разместить в жилой части дома или сарае, а «горячий» — под навесом в некотором удалении. В таком случае не требуется устройство вентиляции и лучше обеспечивается пожарная безопасность.

При устройстве и оборудовании слесарной мастерской необходимо руководствоваться требованиями наибольшего удобства с учетом материальных возможностей. Помещение мастерской площадью не менее 10 м<sup>2</sup> должно быть сухим и светлым. При отсутствии естественного освещения оборудуют хорошее освещение лампами дневного света, а в рабочей зоне — местное лампами накаливания.



**Рис. 1. Планировка кузницы:**  
 1 — горн; 2 — емкость с водой;  
 3 — стеллаж для инструмента; 4 —  
 переносной столик для инструмен-  
 та; 5 — наковальня; 6 — электро-  
 точило; 7 — сварочный аппарат;  
 8 — слесарный верстак; 9 — тис-  
 ки; 10 — ящик для угла

Основное оборудование слесарной мастерской — слесарный верстак размер 60—70×120—150××80—85 см с тисками и выдвижными ящиками для хранения инструмента, электроточило с набором сменных кругов, электродрель, электросварочный аппарат, а также комплект слесарного инструмента.

Площадку для кузницы выбирают побольше — не менее 12—15 м<sup>2</sup>. Растительность на ней удаляют и землю хорошо утрамбовывают. В дальнейшем после установки оборудования можно устроить глиняный пол или забетонировать его. Для строительства кузницы можно использовать строительные материалы, имеющиеся в продаже. Несу-

щие столбы, на которые будут уложены балки перекрытия, должны быть из негорючих материалов — асбоцементных или стальных труб, а также кирпичной кладки. Высота их не менее 2,6 м. Боковые стены выполняют из плоских или волнистых асбоцементных листов. Изнутри их белят. Над горном устанавливают вытяжной зонт. Летом в таком помещении не жарко, так как вентиляция происходит за счет естественной циркуляции воздуха через щели и зазоры в конструкции и вытяжной зонт, а зимой оно прогревается теплом, выделяемым горном. Однако сварочные работы необходимо проводить на открытом воздухе.

Основное оборудование кузницы состоит из горна, наковальни, кузнечных тисков, емкости для воды и правой плиты. Плиту размером 50×50 см изготавливают из листовой стали толщиной не менее 25 мм. Устанавливают ее на башмаке, сваренном из уголка, желательно, чтобы один из углов составлял 90°. Емкость для воды вкапывают в землю — так она будет быстрее охлаждаться. Примерное расположение оборудования в кузнице показано на рис. 1.

## КУЗНЕЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Основным опорным кузнечным инструментом является наковальня массой 100—150 кг, изготавливаемая из углеродистой стали. Наковальни подразделяют на безрогие, однорогие и двурогие. Наиболее удобной является двурогая (рис. 2). Верхняя поверхность наковальни называется паличником, или лицом, а нижняя — основанием. Верхняя часть и паличник должны быть закалены и отшлифованы, не иметь трещин и вмятин. Иначе на горячей заготовке могут оставаться следы. На лицевой поверхности наковальни имеется квадратное сквозное отверстие размером обычно 30×30 мм для установки инструмента и приспособлений. Заостренная часть наковальни (рог) используется для гибочных работ и разгонки колец, а противоположная плоская часть (хвост) — для гибки под прямым углом.

Существует несколько способов крепления наковален (рис. 3). Традиционным является крепление на деревянной колоде — стуле. Для этого используют заготовки диаметром 500—600 мм твердых пород дерева — дуба, березы и др. Высота стула вместе с наковальней составляет около 70 см, т. е. лицо наковальни должно быть на уровне большого пальца опущенной руки кузнеца. Если нет возможности приобрести цельную колоду, то стул можно выполнить из отдельных брусков, скрепленных стальными обручами. Наковальню к стулу крепят П-образными скобами. Стул можно изготовить из стального уголка размером не

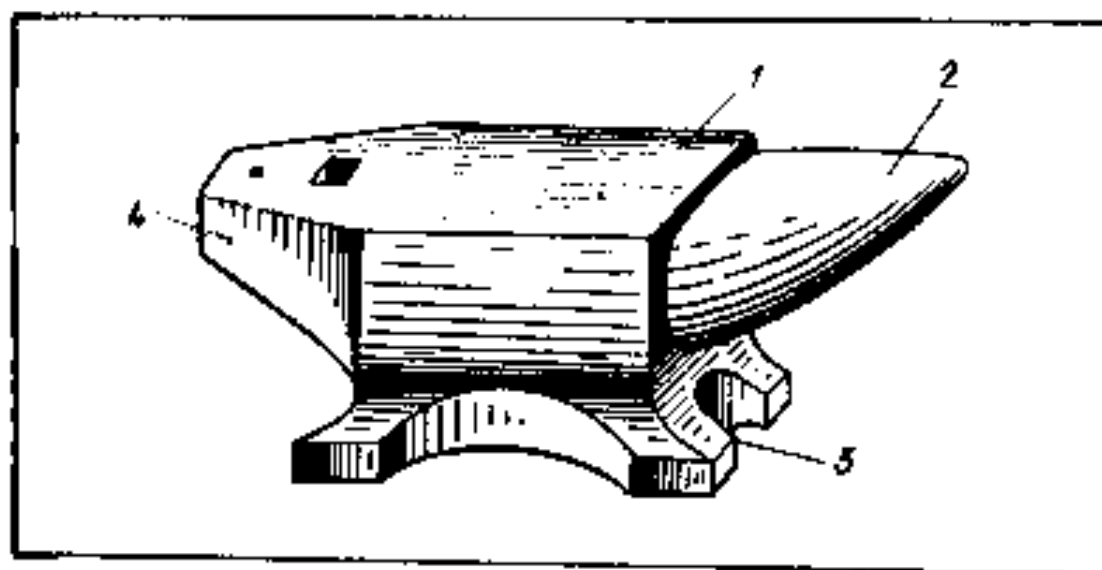


Рис. 2. Двурогая наковальня:  
1 — лицо (паличник); 2 — рог; 3 — основание; 4 — хвост

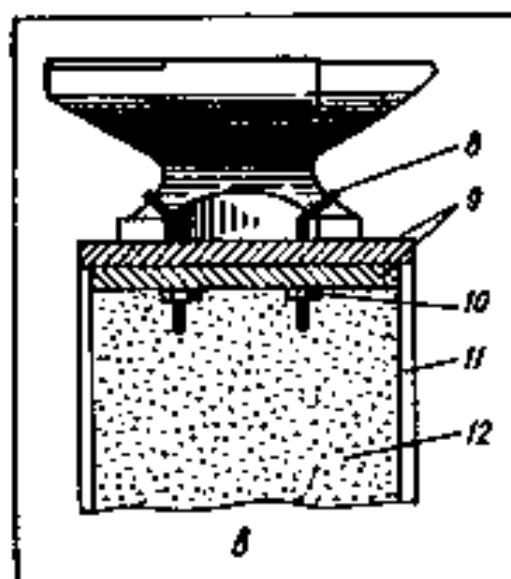
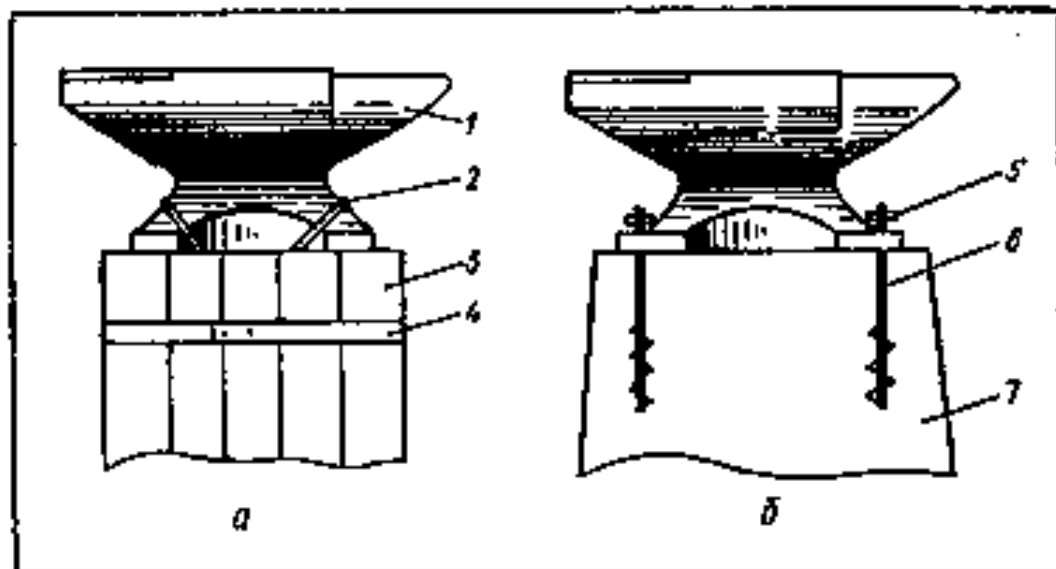


Рис. 3. Способы крепления наковальни:

а — на деревянном стуле; б — на бетонном основании; в — в бочке с песком; 1 — наковальня; 2 — скоба; 3 — дерево; 4 — стальной обруч; 5 — гайка; 6 — шпилька с резьбой; 7 — бетон; 8 — стремлянка; 9 — деревянная крышка; 10 — гайка; 11 — металлическая бочка; 12 — песок

менее 70×70 мм. Между стальным стулом и наковальней обязательно кладут резиновую прокладку толщиной не менее 8 мм. Крепят наковальню к стулу П-образными стальными стремлянками. Способ крепления ее

на бетонном основании в домашней кузнице применять нецелесообразно.

Шпераки также являются опорным кузнечным инструментом, но с меньшей массой, и имеют разнообразные

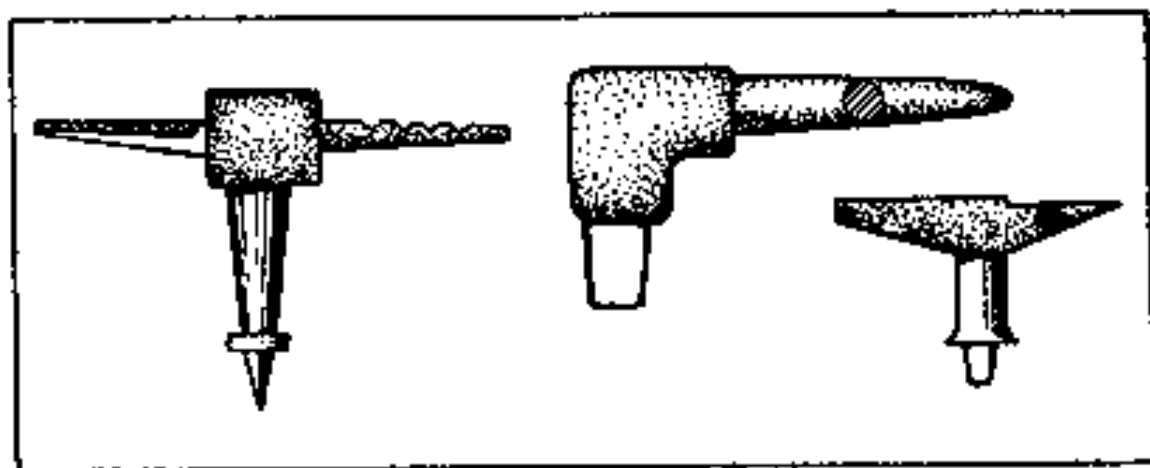
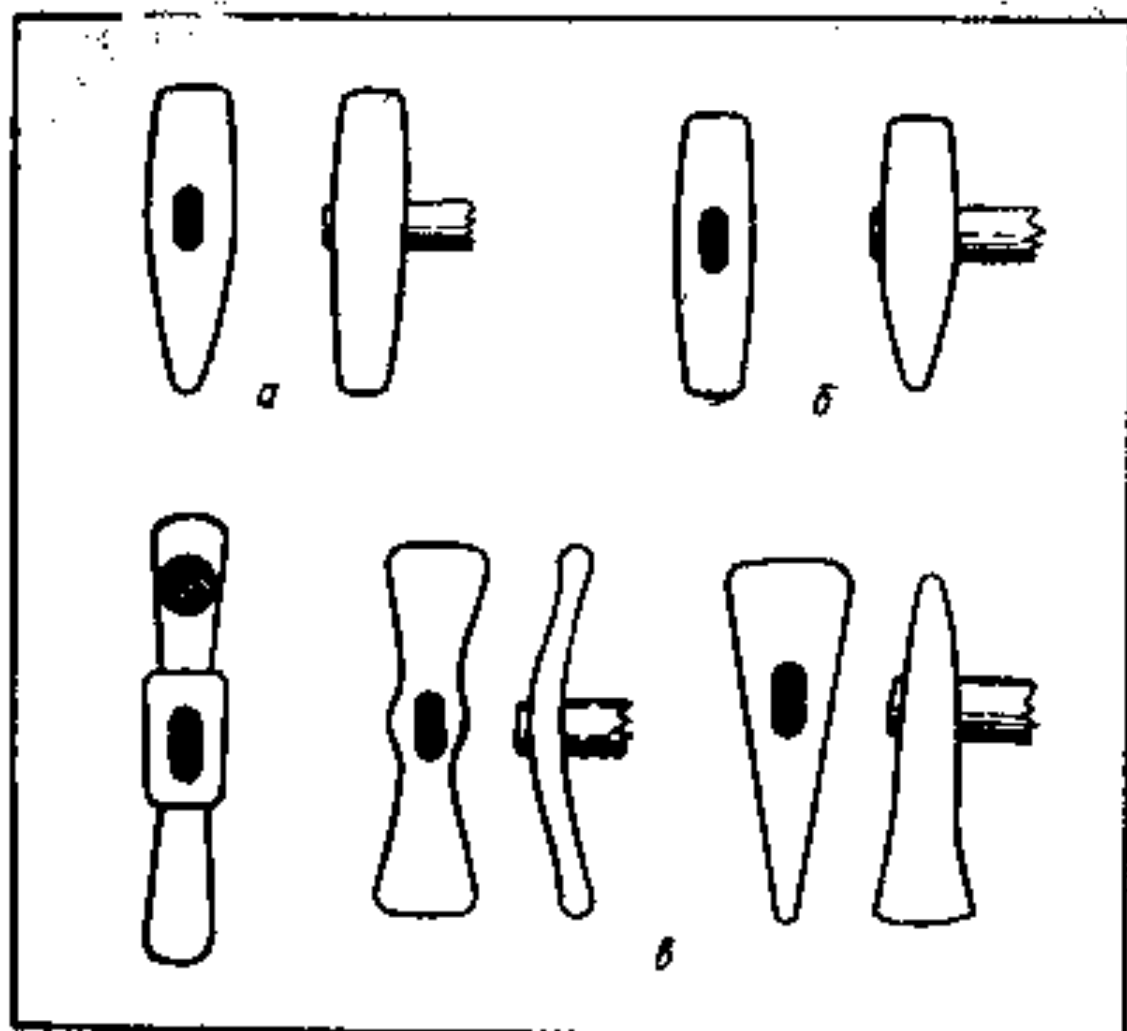


Рис. 4. Шпераки



**Рис. 5. Формы молотков:**  
 а — с продольным расположением бой; б — с поперечным расположением;  
 в — фасонные молотки

формы. Их обычно изготовляют сами кузнецы для определенного вида работ (рис. 4.)

Способы крепления шпераков также разнообразны: их можно вставлять в квадратное отверстие наковальни, зажимать в кузнечных тисках, а также забивать в деревянный стул.

Основные ударные инструменты — кувалда, ручник (молоток) и всевозможные фасонные молотки (рис. 5).

**Кувалда** — большой молот массой 4—8 кг, применяется для нанесения сильных ударов и обработки крупных заготовок.

**Ручник** — ручной молоток массой 1—2,5 кг, является основным рабочим инструментом кузнеца, так как ни одна кузнечная операция не обходится без его применения.

**Фасонные молотки** — это большая и разнообразная группа инструментов, различающихся массой и формой ударных частей. Изготавливают их сами кузнецы для выполнения конкретных работ.



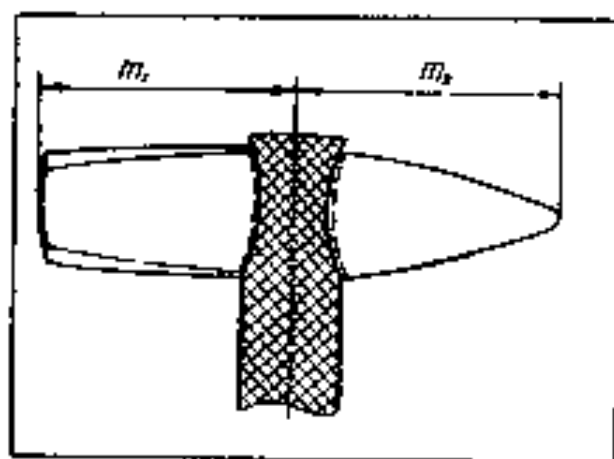


Рис. 6. Крепление ручки молотка

При изготовлении молотков следует уделить особое внимание двум моментам: при пробивании отверстия для ручки нужно следить за тем, чтобы «всад» имел эллипсообразную форму, т. е. расширялся от центра к краям, тогда при расклинивании ручки клином по диагонали она надежно закрепляется в молотке; непре-

менным условием для изготовления молотка является его уравновешенность по массам, т. е. независимо от линейных размеров его рабочих частей (боя и задка) отверстие должно находиться в центре равновесия, масса боя соответствовать массе задка (рис. 6).

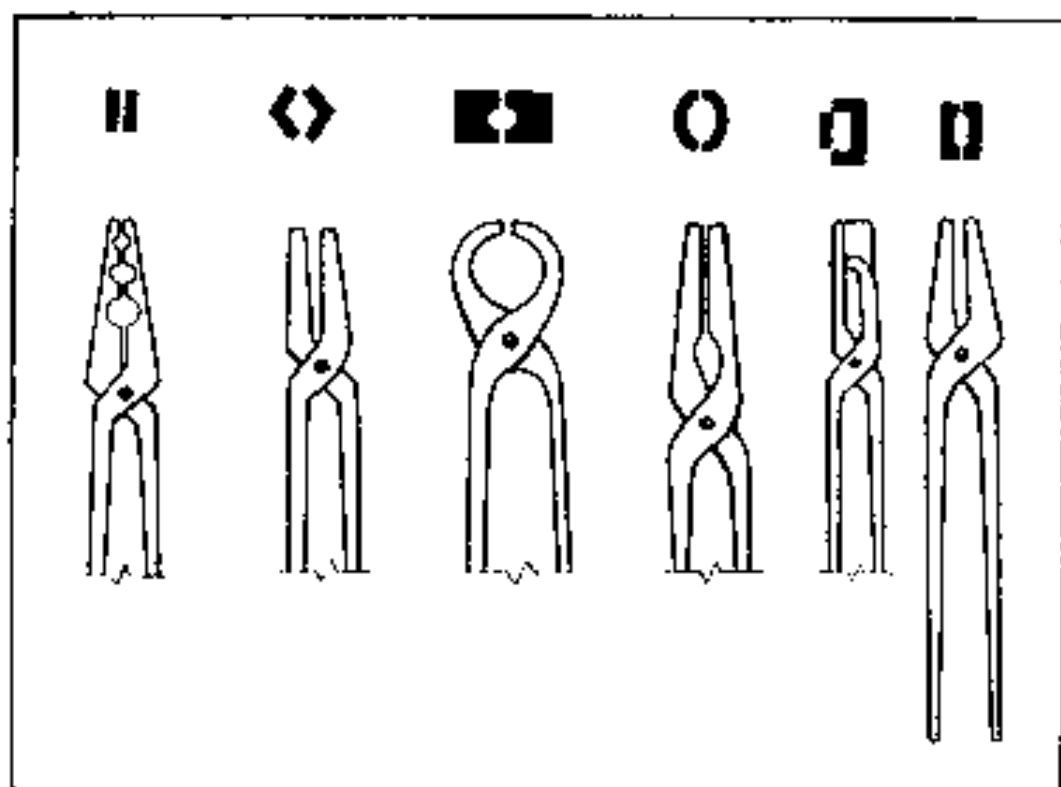
Следует отметить, что данные рекомендации касаются только молотков. В кузнечных инструментах (бородки, зубила), которые после определенного периода работы требуют перекалки или заточки, ручки не расклинивают, а только насаживают.

Для удержания и перемещения горячих заготовок применяют клещи, различающиеся размерами, а также формой губок, зависящей от формы заготовок, которые они удерживают (рис. 7). Существуют и специальные виды клещей, изготавливаемые кузнецом для определенного вида работ, например для удержания заклепок.

Кроме кувалд, ручников и клещей, для художественнойковки требуется также различный подкладной инструмент.

Зубило и подсечку применяют для рубки металла. Зубила изготовляют двух видов — с тонким лезвием для рубки горячего металла и с более толстым для рубки холодного. Форма рабочей части зубил различна — прямая, округлая, в виде топорика. Кузнечные зубила имеют деревянную ручку, а подсечка — прямоугольный хвостовик, который вставляется в отверстие наковальни.

Пробойник кузнечный (бородок) — инструмент обычно с квадратной или круглой формой рабочей части, служит для пробивания отверстий в горячих заготовках, иногда используют для чеканки по горячему металлу. Для специальных работ может быть изготовлен любой формы.



*Рис. 7. Формы губок кузнечных клещей для удерживания заготовок различной формы и сечения*

**Раскатка (разгонка)** — инструмент разнообразной формы, используют для ускорения вытяжки и расплющивания металла.

**Подбойка (обжимка)** — приспособление, состоящее из двух частей — верхника и нижника. Верхник имеет деревянную ручку, нижник вставляется в отверстие наковальни. Применяется для придания заготовке круглой, квадратной или многогранной формы, упрощает процесс вытяжки.

**Гладилку** применяют для выглаживания заготовок после проковки. Рабочая часть шлифованная. Имеет деревянную ручку.

Кроме описанных выше основных кузнечных инструментов, имеется множество вспомогательных приспособлений — различные оправки, наконечники, бородки и т. д., изготавливаемые в зависимости от потребностей кузнеца (рис. 8). Во избежание травм деревянные ручки кузнечного инструмента рекомендуется изготавливать из высококачественных пород дерева — ореха, граба, белой акации. Для окончательной обработки изделия и его декорирования кузнец должен иметь широкий набор инструментов для рифления, зернения, всевозможные чеканы (рис. 9).

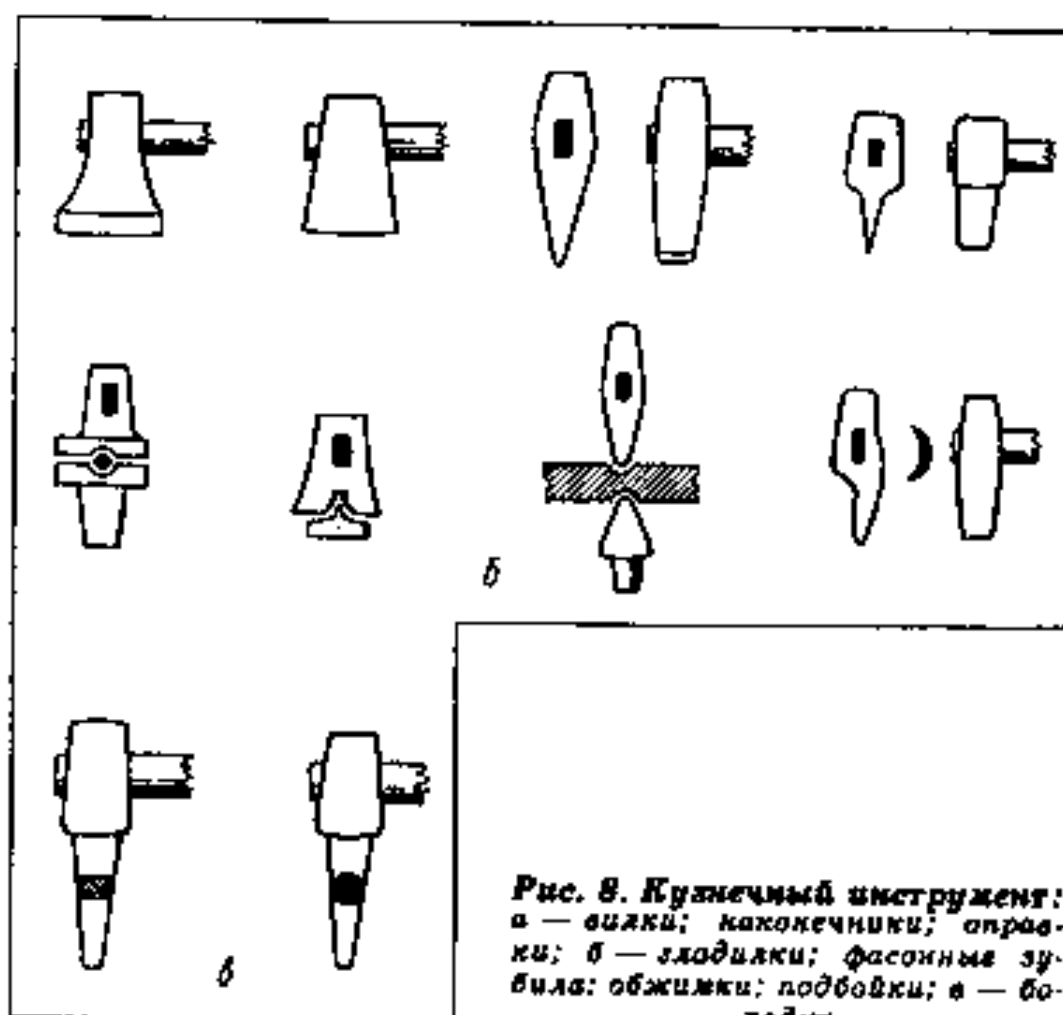
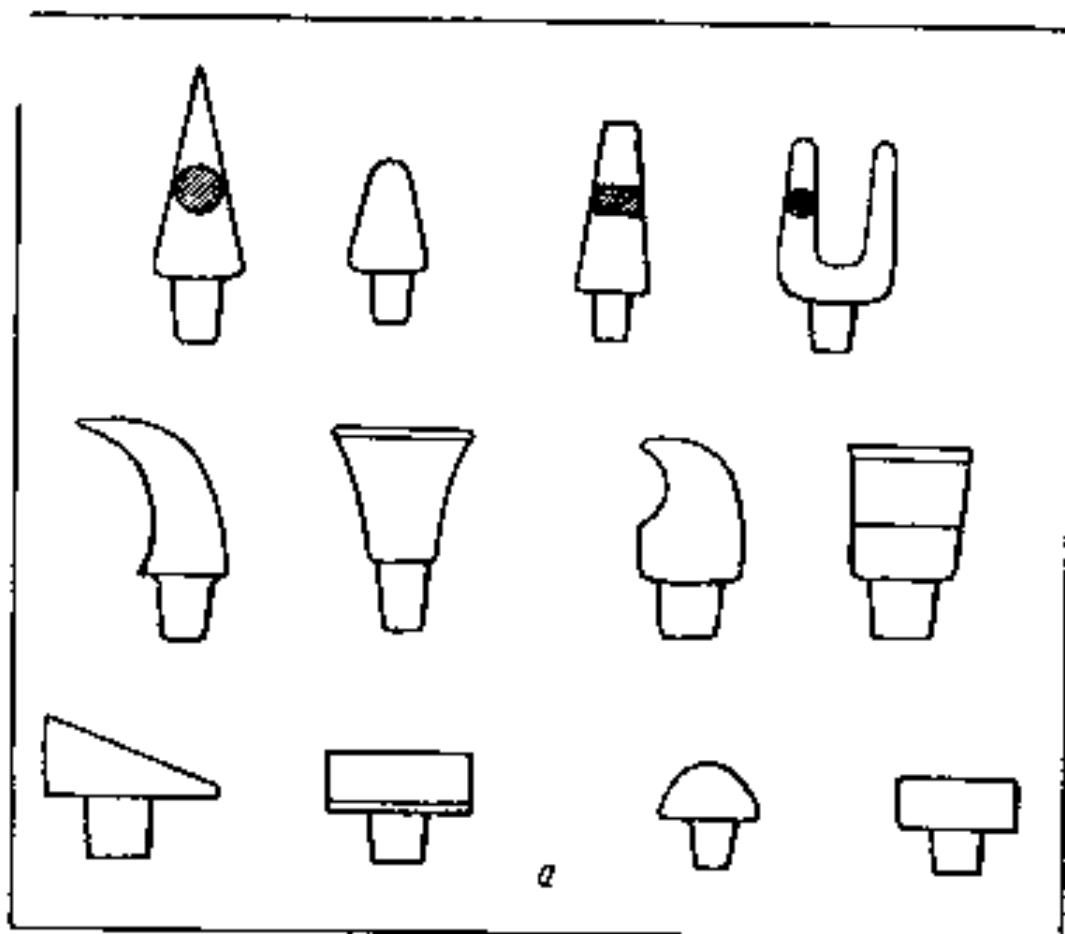


Рис. 8. Кузнечный инструмент:  
 а — вишки; какокечники; оправки;  
 б — гладилки; фасонные зубила;  
 обжимки; подбойки; в — бородки

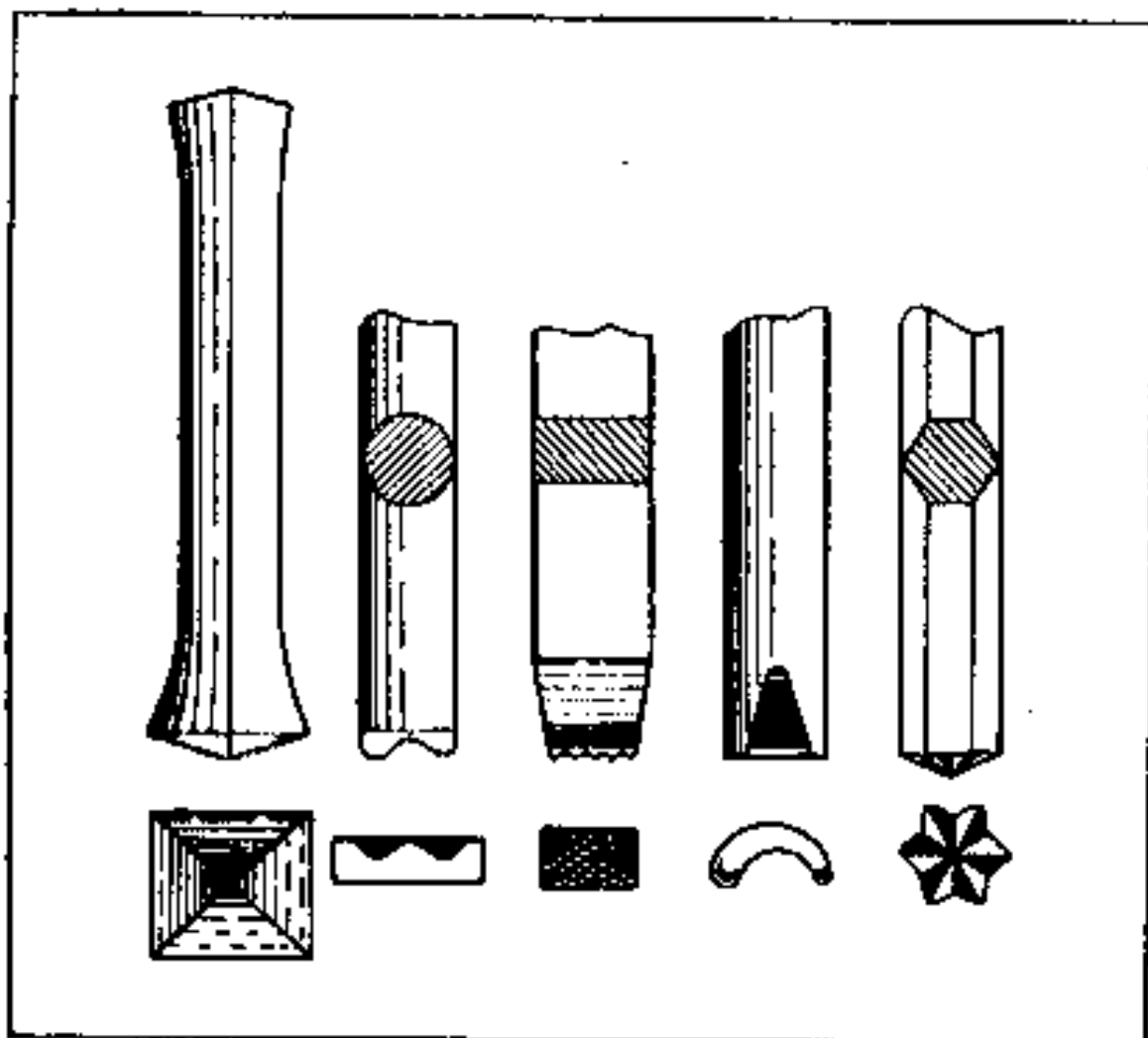
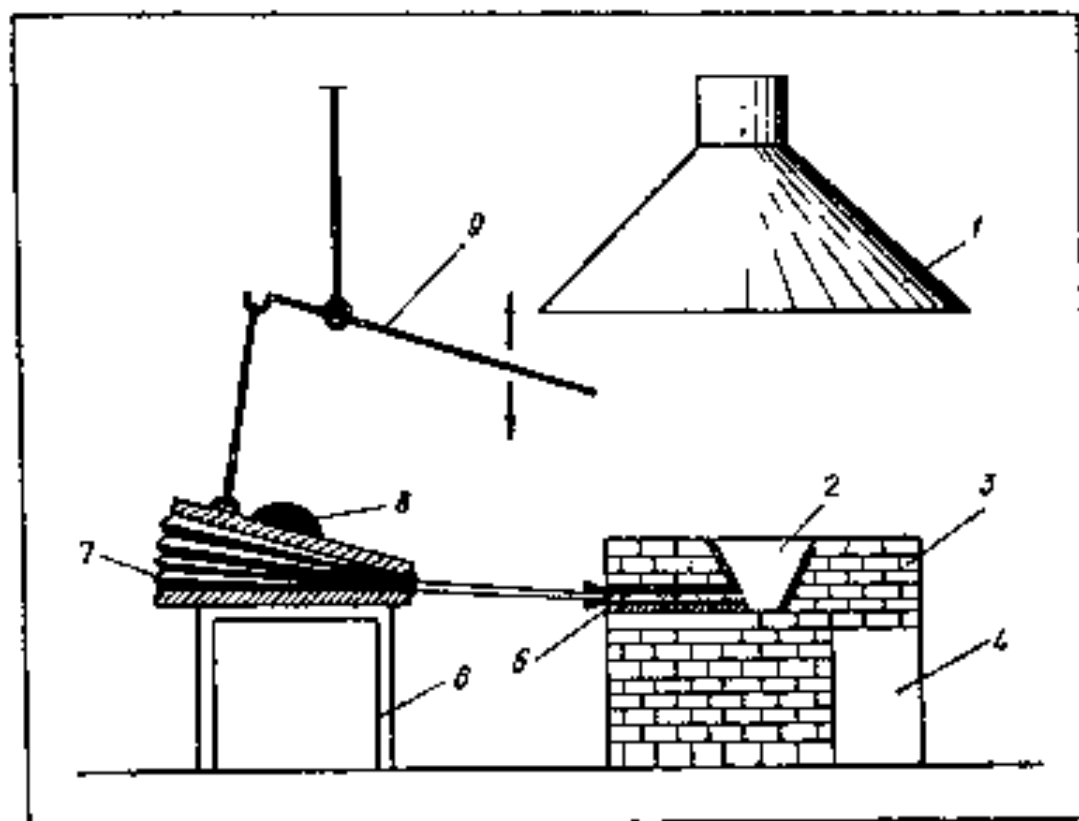


Рис. 9. Фасонные кузнечные чекамы

Кузнечный горн является устройством, служащим для нагревания заготовок. Существует множество его конструкций. Для художественнойковки наилучше пользоваться горнами открытого типа. Они просты по конструкции и позволяют нагревать заготовки любой длины и формы. Топливо для горна — кокс, древесный уголь, антрацит.

Наиболее высококачественным топливом является древесный уголь. Однако большой расход при использовании для горна и трудности с приобретением сдерживают его применение. В горнах современных конструкций целесообразно применять литейный кокс, который по качеству не уступает древесному углю, а в некоторых случаях превосходит его. Конструкция традиционного горна, используемая кузнецами, приведена на рисунке 10. Основой его является стол с очагом и местом для нагреваемых заготовок. Размер стола  $1 \times 1,5$ — $1,5 \times 2$  м, высота произвольная в зависимости от роста кузнеца. Изготавливают его из деревянных бревен или камня. Внутренность заполняют



**Рис. 10. Конструкция традиционного горна с боковым дутьем:**  
 1 — вытяжной зонт; 2 — горновое гнездо; 3 — кирпичный стол горна; 4 — ниша для хранения дров; 5 — чугунная фурма для подачи воздуха; 6 — подставка; 7 — мех; 8 — груз; 9 — штанга

камнем, песком, глиной, жженой землей и хорошо утрамбовывают. Для изготовления стола можно использовать кирпич, бетон, а также сварные металлические конструкции.

Очаг, или горновое гнездо, где сжигается топливо, футеруют огнеупорным кирпичом или изготавливают цельным из шамотной глины. Размер очага в плане произвольный и зависит от размера нагреваемых заготовок, но не более 40×40 см, глубиной 10—15 см.

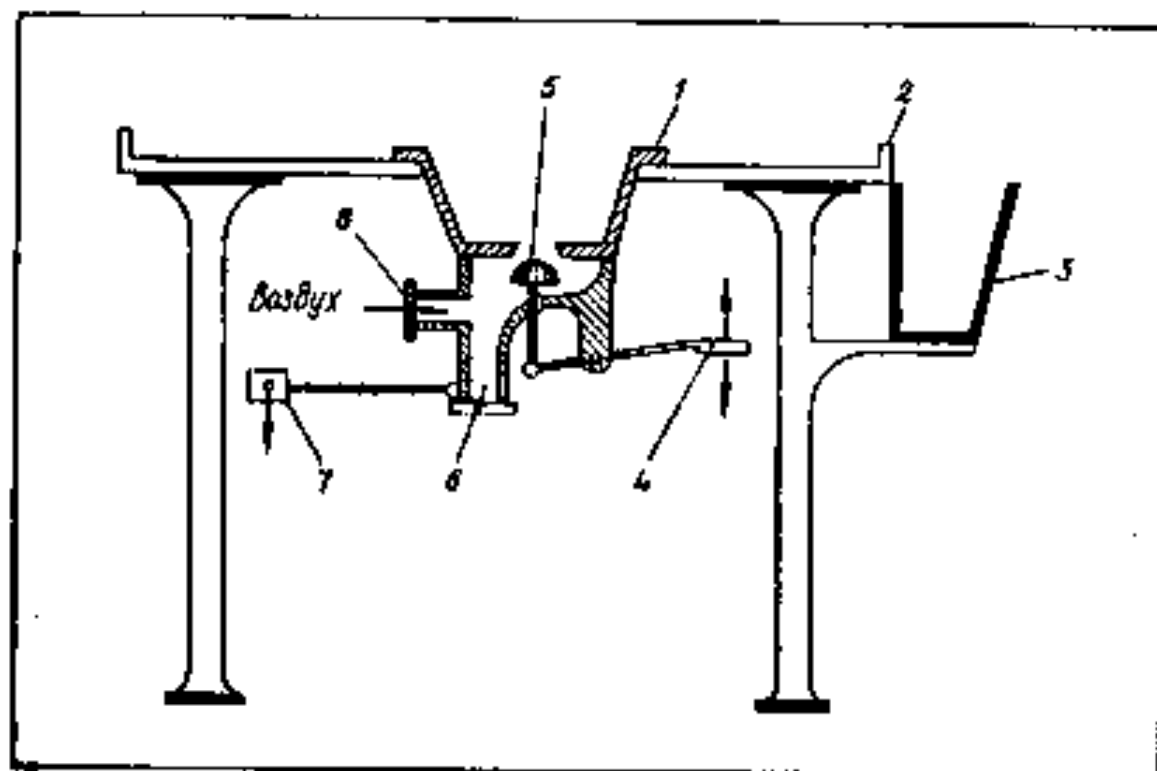
Для сопла используют чугунные втулки или отрезки чугунных труб, изолированные шамотной глиной.

Воздух в горн подают с помощью меча или электрических центробежных вентиляторов. Использовать мех для дутья нецелесообразно, так как это трудоемкий и малопродуктивный процесс. Для сбора и отвода дыма и газов над горном устанавливают зонт из листовой стали толщиной 1—1,5 мм. Обычно размеры улавливающей части зонта соответствуют размерам стола. Сечение дымового канала должно быть не менее 20×20 см. Высота расположения зонта зависит от объема сжигаемого топлива, силы поддува и высоты вытяжной трубы. Под-

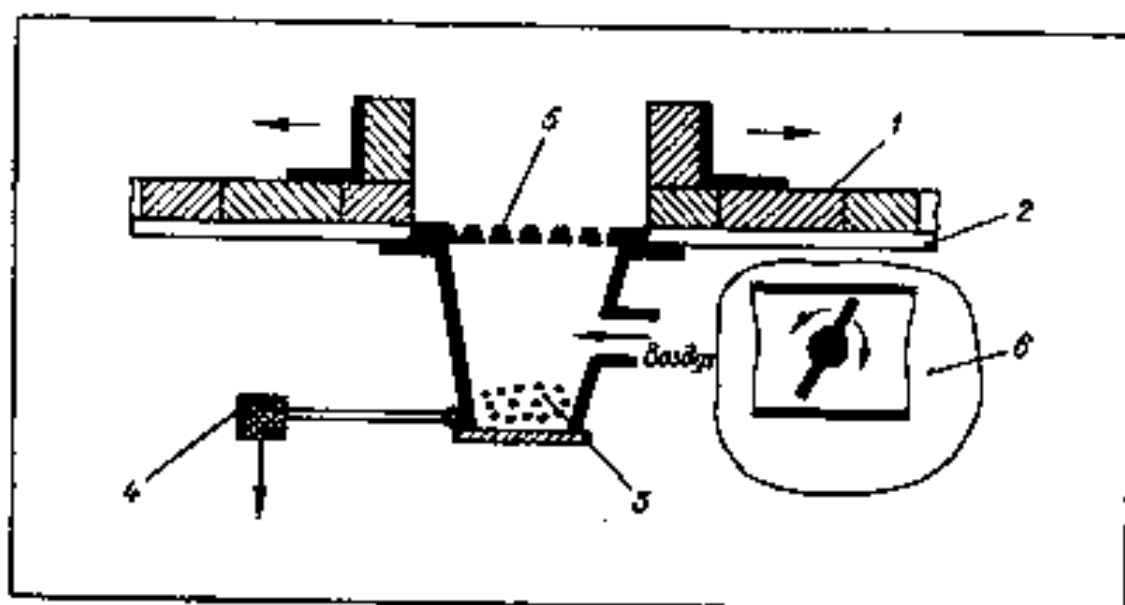
бирают ее опытным путем. Однако не рекомендуется зонт поднимать выше 80 см над уровнем стола.

Конструкция современного стационарного горна приведена на рисунке 11. На сварной металлической конструкции укреплена литая чугунная плита (стол) с отверстием в центре, в которое вставляется съемное чугунное горновое гнездо, имеющее фланцевое соединение для подсоединения воздуховода, донную крышку для удаления золы из зольника и место для установки сменных колосниковых решеток. Воздуховод оборудован заслонкой для регулировки подачи воздуха. В зависимости от необходимости получения пламени определенной конфигурации используют колосники с отверстиями различной формы. Колосники с равномерно расположенными отверстиями дают широкое факельное пламя, равномерно прогревающее заготовку. Для местного нагрева применяют колосники со щелевидными отверстиями.

Однако следует отметить, что в горнах традиционной конструкции наличие задней стенки не дает возможности нагревать длинномерные заготовки, а в современных стационарных горнах размеры горнового гнезда не всегда позволяют нагреть заготовку сложной формы. Данных не-



**Рис. 11. Конструкция стационарного горна с нижним дутьем:**  
 1 — горновое гнездо; 2 — литой чугунный стол; 3 — ящик для воды; 4 — рычаг управления заслонкой; 5 — заслонка; 6 — зольная камера; 7 — груз; 8 — фланец



**Рис. 12. Усовершенствованный горн с подовой доской:**  
 1 — кирпичи; 2 — стол (стальной лист); 3 — зольная камера; 4 — груз с крышкой зольной камеры; 5 — подовая доска (колосники); 6 — регулятор подачи воздуха

достатков лишен горн, показанный на рисунке 12. Достоинство его конструкции — отсутствие литых заводских чугунных деталей и простота изготовления. Несущий каркас сваривают из стального уголка, стол выполняют из листовой стали толщиной 3—5 мм. В центре стола вырезают отверстие размером 30 × 30 см, в которое вваривают зольник в форме усеченного конуса с дошной крышкой и фланцем для подсоединения воздуховода. Стол футерируют огнеупорным кирпичом; на зольник укладывают подовую доску (колосники), которую можно изготовить из листовой стали толщиной 8—10 мм. Поступающий воздух охлаждает доску, что защищает ее от прогара. Со временем за счет разности температур верхней и нижней поверхностей подовой доски ее коробит. Однако этот дефект легко устраняется выравниванием ее на наковальне.

Зольная камера и подовая доска могут быть и круглой формы. В этом случае колосник изготавливают из стальной полосы толщиной 6—10 и шириной 30—50 мм, которую закручивают в спираль. Зазор между витками должен быть приблизительно равен толщине полосы, а диаметр колосника — необходимых размеров (рис. 13). Топливо в таком горне расположено в одной плоскости. Поэтому размеры рабочей зоны (площадь горения) можно регулировать в широких пределах. С боков зону ограничивают огнеупорным кирпичом, который фиксируют чугунной или

стальной рамой. Для получения пламени различной конфигурации используют чугунные колпаки с отверстиями разнообразной формы, как в ранее описанных колосниках. В связи с тем, что в данной конструкции горна отсутствует горновое гнездо, между подом и заготовкой постоянно должно быть топливо. Если поступающий кислород воздуха не успевает перегореть в слое угля, это приводит к образованию большого количества окалины, выгоранию металла, ухудшению пластических и физических его свойств.

Коэффициент полезного действия открытых горнов невелик — 2-5%. Поэтому в некоторых случаях строят горны закрытого типа или используют так называемые печурки (рис. 14). Печурка представляет собой ряд огнеупорных кирпичей, ограничивающих зону горения (рис. 15). Спереди и сзади оставляют окна для загрузки заготовок. Сверху их также перекрывают кирпичом. Если размеры печурки больше размеров кирпича, то в качестве перекрытия можно использовать металлический лист. При горении каменного угля за счет процесса шлакообразования

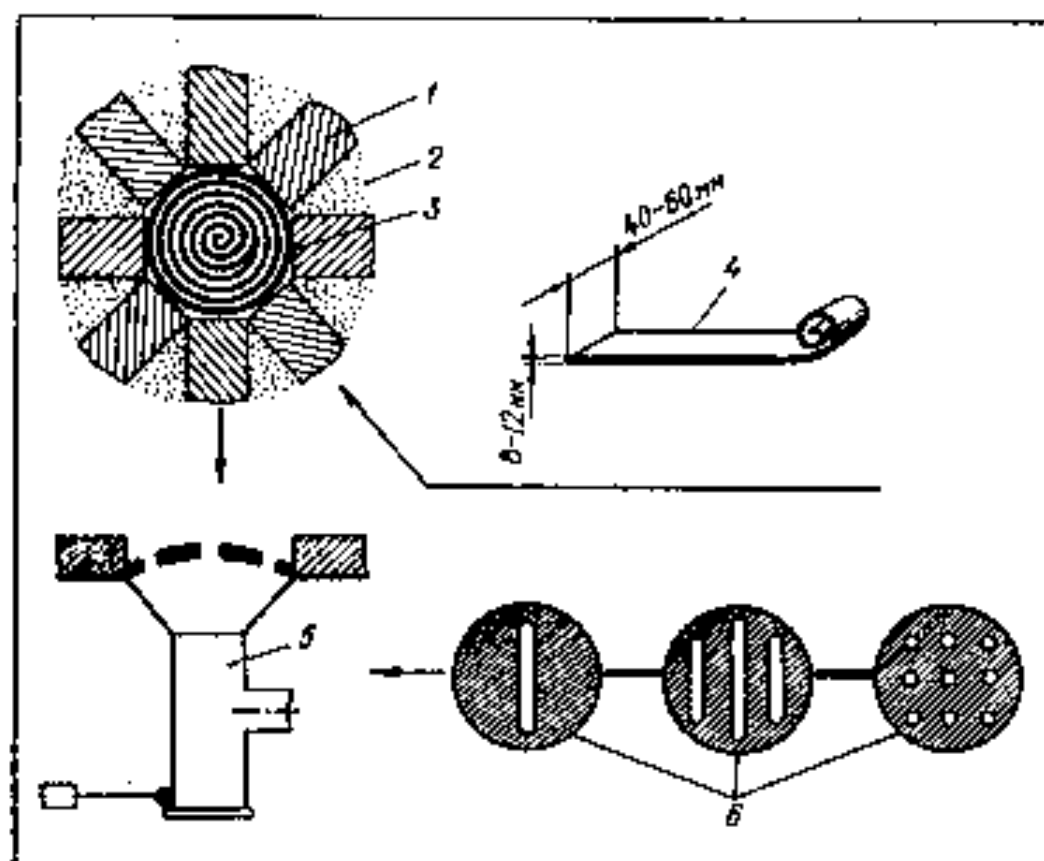
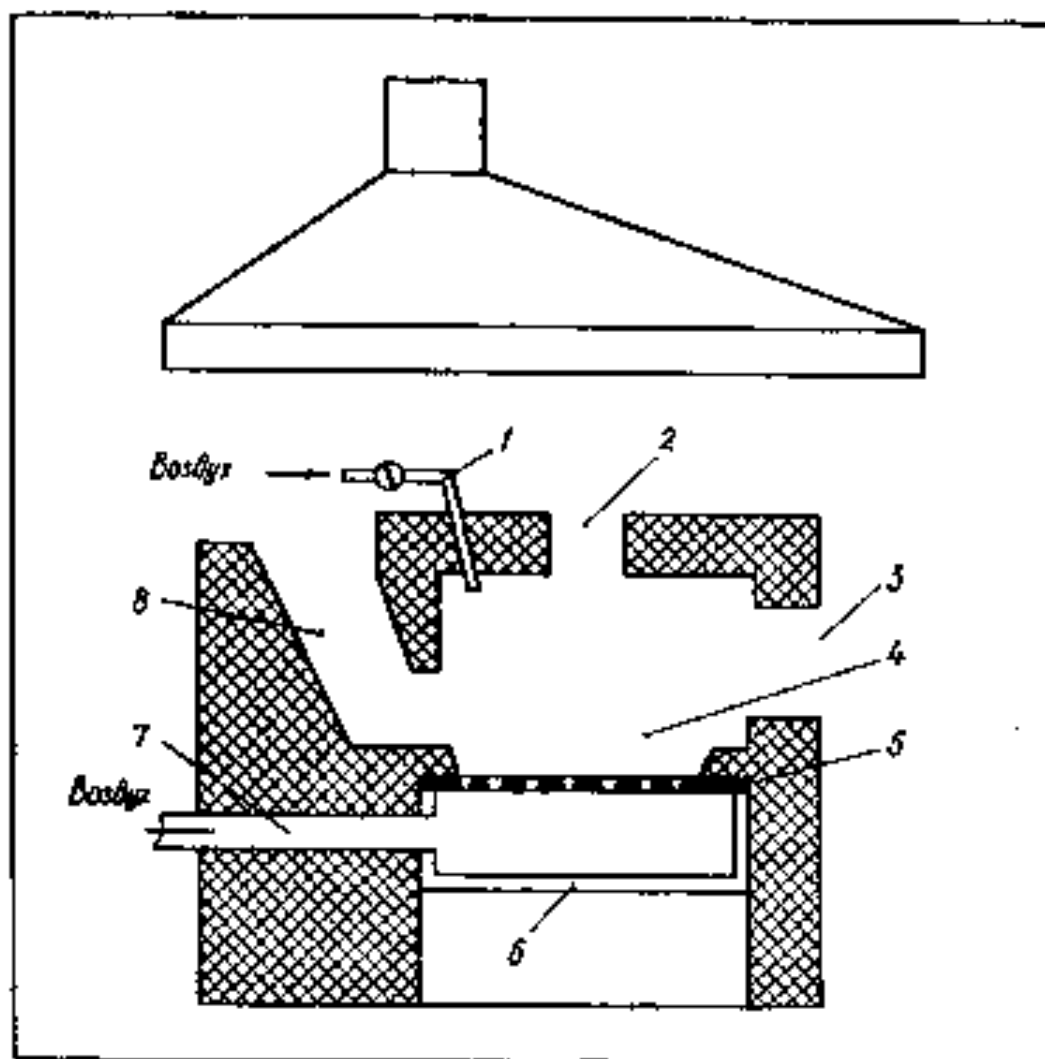


Рис. 13. Горн с цилиндрическим зольником:

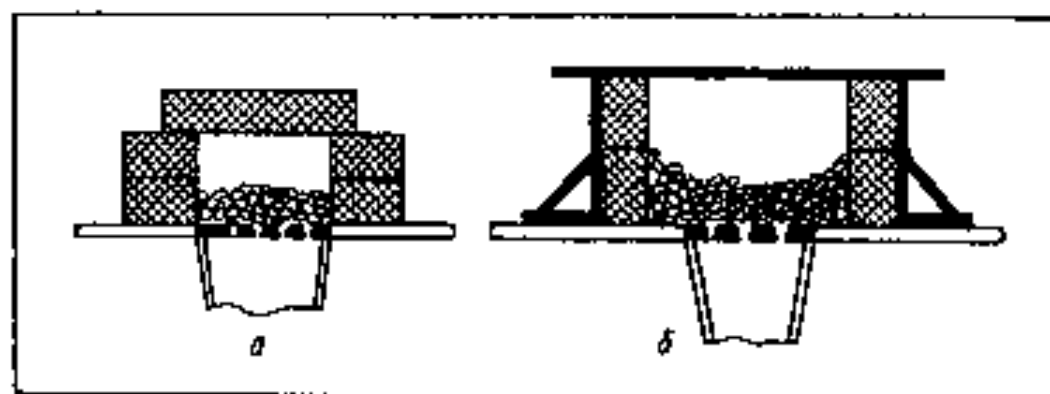
1 — кирпичная футеровка; 2 — огнеупорная глина; 3 — спиральная подовая доска (колосниковая решетка); 4 — стальная полоса; 5 — цилиндрический зольник; 6 — подовые доски (колосники) из листового металла





**Рис. 14. Горн закрытого типа:**

- 1 — трубка дополнительной подачи воздуха для дожигания отходящих газов;  
 2 — дымоход; 3 — окно для загрузки заготовок; 4 — топочная камера;  
 5 — колосниковая решетка; 6 — металлический короб (золевая камера);  
 7 — труба для подачи воздуха; 8 — люк для загрузки топлива



**Рис. 15. Устройство печурок:**

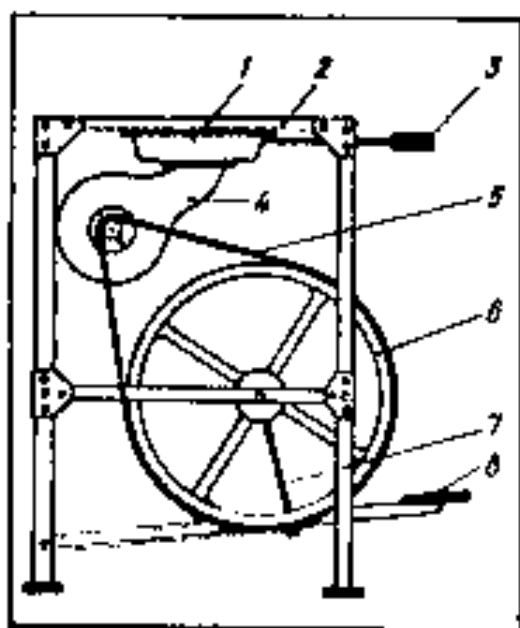
- а — печурка, выполненная из кирпича; б — с использованием стального  
 вала чугунного листа

над очагом горения образуется слой спекшегося угля. Это свойство каменного угля используют кузнецы. Под таким естественным колпаком детали быстрее нагреваются и меньше окисляются.

Кроме стационарных конструкций горнов, широко распространены переносные. Малые размеры, возможность транспортировки, относительная несложность изготовления являются несомненными достоинствами их для использования в домашней мастерской. Однако следует учесть, что переносной горн не рассчитан на нагрев больших заготовок, но для изготовления инструмента и небольших кованых изделий его вполне достаточно. Конструкция переносного кузнечного горна такая же, как и современного с литым чугунным очагом или подовой доской, только меньших размеров (рис. 16). Воздух подается от вентилятора, приводимого ножной педалью.

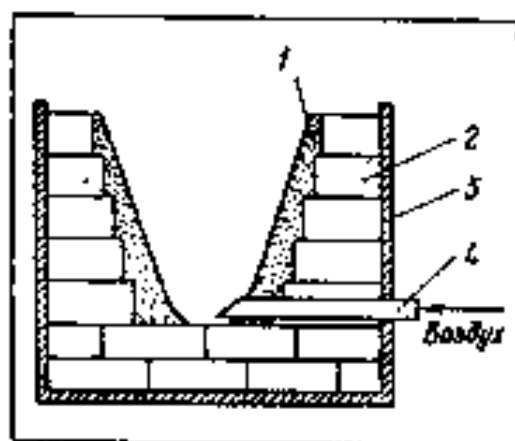
Имеются конструкции с ручным приводом вентилятора через многоступенчатый редуктор. Если горн будут использовать в условиях мастерской, то рекомендуется предусмотреть применение также электрического вентилятора, а если необходимость в нагреве металла возникает от

случая к случаю, то для изготовления строительных скоб, петель и т. п. можно использовать простейшие



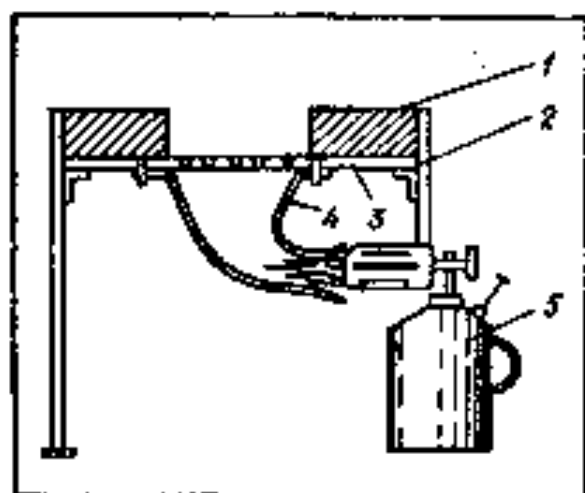
**Рис. 16. Переносной кузнечный горн с ножным приводом подачи воздуха:**

1 — горновое гнездо (чугун);  
2 — стальная рама; 3 — рычаг управления заслонкой подачи воздуха; 4 — вентилятор; 5 — ремень; 6 — маховик; 7 — тяга привода маховика; 8 — педаль



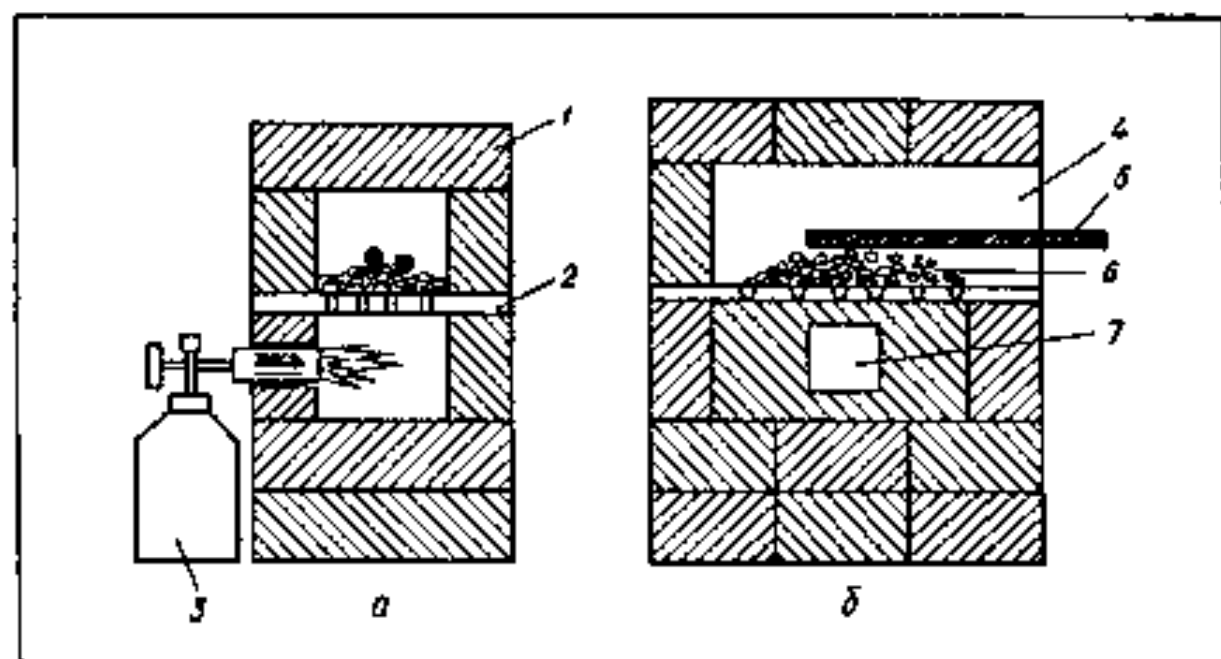
**Рис. 17. Устройство простейшего горна:**

1 — обмазка из огнеупорной глины; 2 — кирпичи; 3 — металлический кожух; 4 — сопло для подачи воздуха (фурма)



**Рис. 18. Конструкция горна с чугунным угловым патрубком:**  
 1 — кирпич; 2 — рама, сваренная из уголка (сталь); 3 — подовая доска — колосник; 4 — чугунный патрубок; 5 — паяльная лампа

нагревательные конструкции (рис. 17). Например, отрезок стальной трубы необходимого диаметра с заваренным дном или металлическое ведро футеруют огнеупорным кирпичом и обмазывают шамотной (огнеупорной) глиной так, чтобы углубление имело форму конуса. На уровне вершины конуса вмуровывают отрезок чугунной трубы (фурмы), к которой подсоединяют патрубок пылесоса. Вместо него можно использовать паяльную лампу, тогда диаметр фурмы должен быть чуть больше диаметра сопла паяльной лампы. Отрезок чугунной трубы размещают на одном уровне с паяльной лампой. Эту конструкцию можно усовершенствовать, если применить чугунные угловые патрубки для паяльных ламп (рис. 18). Для повышения мощности горна, сложенного из кирпича, рекомендуется использовать две паяльные лампы (рис. 19).



**Рис. 19. Горн из кирпичей:**  
 а — вид спереди; б — вид сбоку; 1 — кирпичи; 2 — колосник; 3 — паяльная лампа; 4 — нагревательная камера; 5 — заготовка; 6 — уголь; 7 — окно для лампы

В домашней мастерской применяют также ступовые тиски — э а ж и м н о й кузнечный инструмент, предназначенный для зажима холодных и горячих заготовок, а также удержания приспособлений при выполнении различных кузнечных операций. Кроме тисков, к зажимным инструментам относят всевозможные воротки, ключи и т. п., применяемые для закрутки, завивки и других операций (рис. 20)

Помимо кувалды, в домашней мастерской могут быть и другие ударные инструменты — различные приспособления, заменяющие кузнецу помощника — молотобойца (рис. 21). В зарубежных источниках приводятся конструкции молотов с ножным приводом (рис. 22).

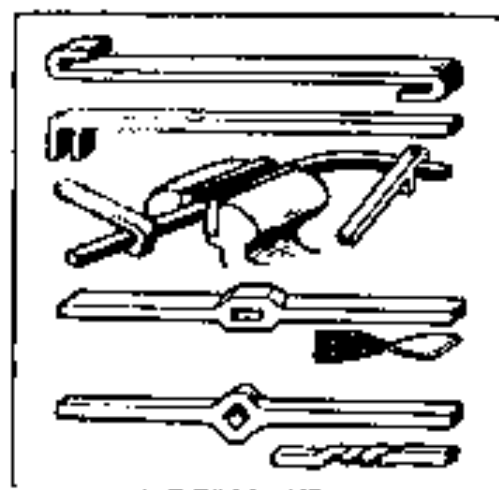


Рис. 20. Воротки

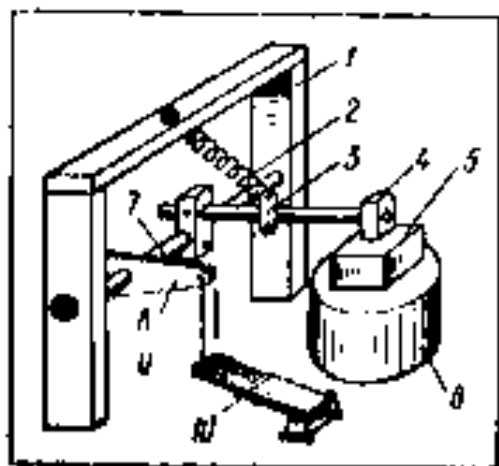


Рис. 21 Молот с ножным приводом:

1 — рама (металл, дерево);  
2 — пружина подъема молота; 3 — хомут крепления пружины и регулировки натяжения; 4 — молот; 5 — наковальня; 6 — ступа; 7 — вал; 8 — рычаг; 9 — тяга; 10 — педаль

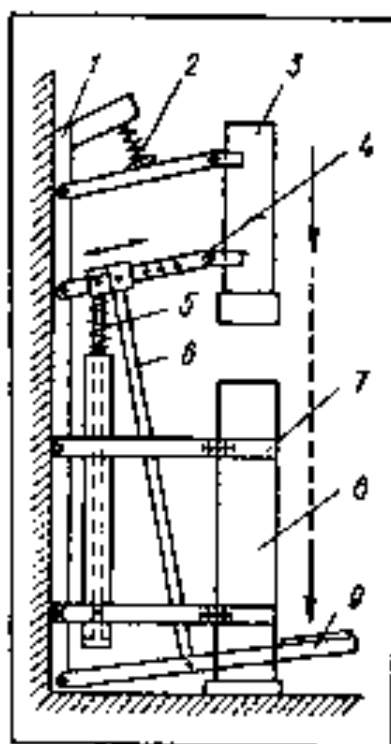


Рис. 22. Молот с ножным приводом (из зарубежных источников):

1 — стойка; 2 — пружинный упор; 3 — верхний боек (сталь, квадрат 80 × 80 мм, H — 500 мм); 4 — серья (4 шт.); 5 — пружина подъема бойка (диаметром 50 мм, диаметр проволоки 6 мм); 6 — тяга; 7 — хомут крепления основания; 8 — основание (шабот, сталь, квадрат 120 × 120 мм); 9 — педаль

При отсутствии молотобойца, т. е. при работе «в одну руку», возникает необходимость как-то удерживать заготовку. Держа в одной руке клещи с заготовкой, в другой — ударный инструмент, кузнец не имеет возможности удерживать подкладной инструмент. В таких случаях иногда применяют петлю из троса, которой с помощью педали из доски зажимают заготовку на наковальне (рис. 23). Если позволяют размеры зеркала наковальни, для фиксации заготовки можно применить эксцентриковый зажим, что дает возможность кузнецу освободить руки и выполнять иные необходимые операции (рис. 24).

Если возникает необходимость в изготовлении одинаковых элементов (завитков, меандров и т. п.), применяют стальную гибочную плиту с отверстиями, в которые по заданному рисунку вставляют стержни и по ним оггибают разогретую заготовку (рис. 25). Плиту укладывают в раму из стальных уголков, которую желательно крепить на жестком основании или укладывают на наковальне, фиксируя ее в квадратном отверстии.

В кузнице желательно иметь кузнечную форму, представляющую собой массивную плиту с отверстиями и ручьями. Разогретую заготовку кладут на соответствующую

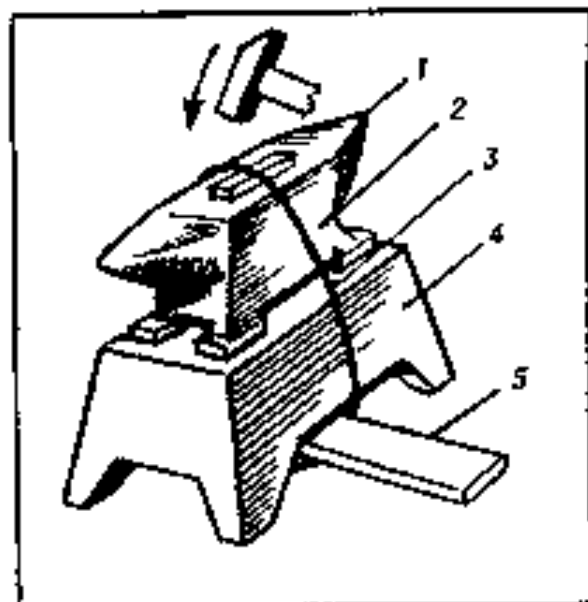


Рис. 23. Удерживание заготовки на наковальне с помощью петли из троса:

1 — зеркало наковальни; 2 — наковальня; 3 — петля из троса; 4 — стул; 5 — педаль

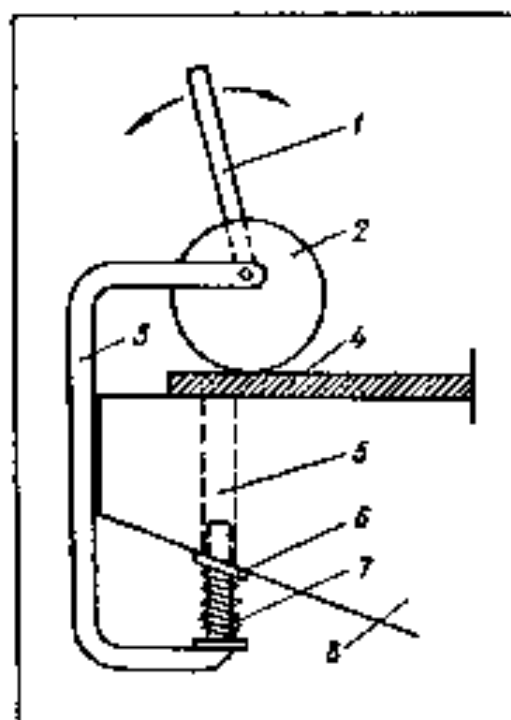


Рис. 24. Эксцентриковый зажим:

1 — рычаг поворота эксцентрика; 2 — эксцентрик; 3 — стержень; 4 — заготовка; 5 — отверстие в наковальне; 6 — шайба; 7 — пружина; 8 — наковальня

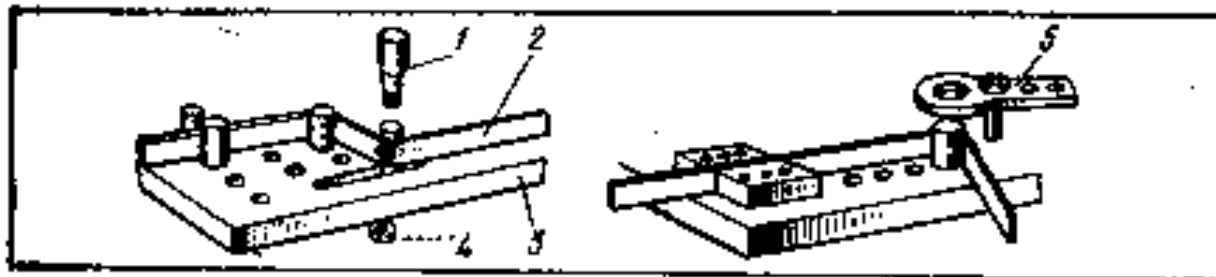


Рис. 25. Гибочная плита:

1 — штифт с резьбой; 2 — заготовка; 3 — плита с отверстиями; 4 — забивка; 5 — ключ

ющее место плиты и ударами молотка придают ей необходимую форму (рис. 26).

Контрольно-измерительные инструменты, применяемые в кузнечном деле, подразделяют на универсальные, специальные и шаблоны.

К универсальным инструментам относят линейки, рулетки, штангенциркуль. Для контроля перпендикулярности применяют угольники с углом  $90^\circ$ . Штангенциркулем измеряют наружные и внутренние размеры заготовок. К специальным инструментам и приспособлениям для измерения поковок в процессековки принадлежат кузнечные кронциркули и нутромеры. Кузнечные кронциркули служат для измерения длин и диаметров поковок, нутромер — для определения внутреннего размера (рис. 27). Кроме вышеназванных инструментов, применяются в художественной ковке различные шаблоны, которыми контролируют общую длину, а также основные размеры и форму заготовки.

Фасонные шаблоны различают контурные и профильные. Кроме них, используют также усачные шаблоны для измерения линейных размеров заготовок с учетом усадки металла после охлаждения.

В кузнечно-слесарной мастерской желательно иметь также инструменты и оборудование, существенно облегчающие ра-

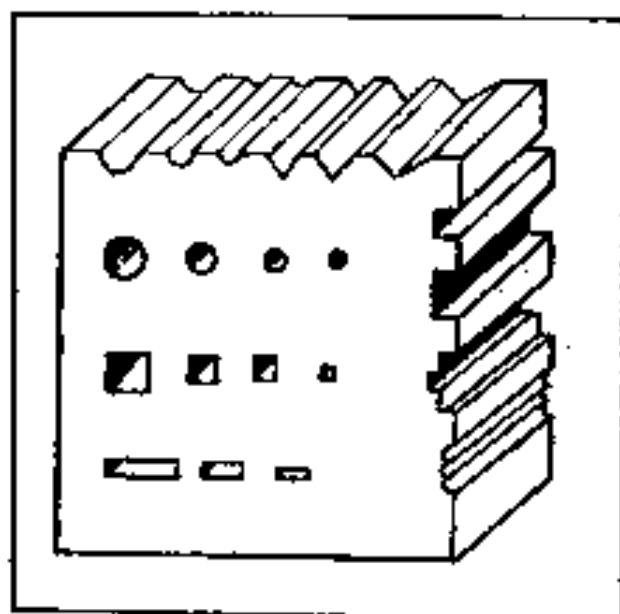
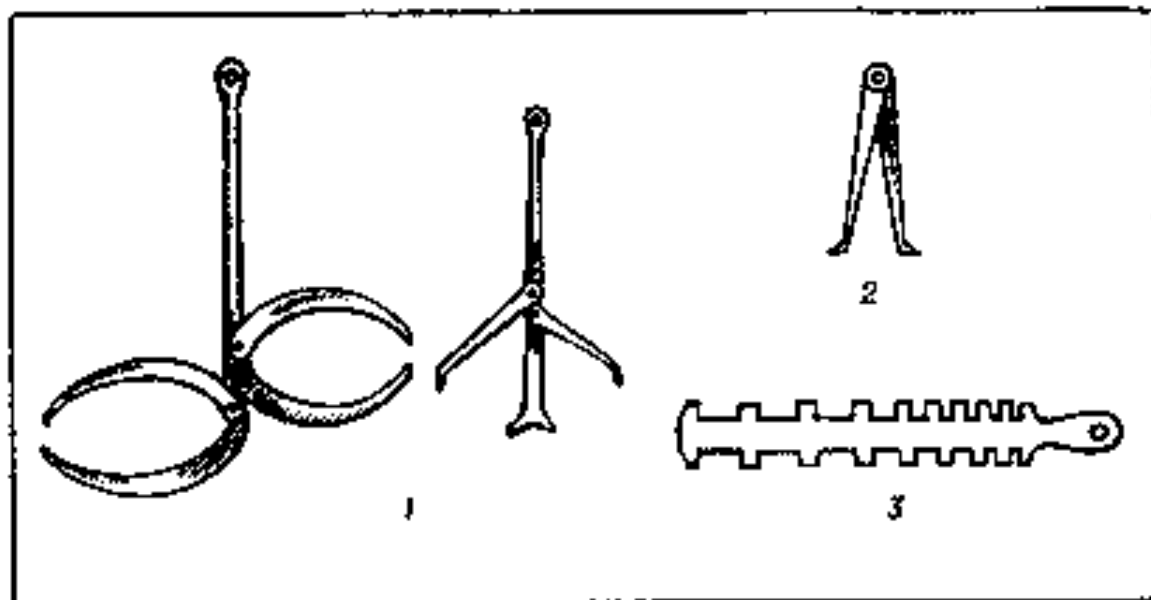


Рис. 26. Кузнечная форма



*Рис. 27. Кузнечный измерительный инструмент:  
1 — крокоциркуль; 2 — нутромер; 3 — калибр гребенка*

боту и дающие возможность применять новые приемы художественной обработки металлов. К ним относятся электросварочный аппарат, сверлильный станок, электрический гибкий вал с набором сменных головок, рычажные ножницы и др.

### **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОВКИ**

Материалы, применяемые дляковки, должны обладать ковкостью и пластичностью. Из черных металлов наилучше использовать стали (сплав железа с углеродом) с наименьшим содержанием углерода (до 0,25 %) и вредных примесей. Также поддаются ковке конструкционные стали с содержанием углерода от 0,2 до 0,6 %. Цвета их маркировки приведены в таблице 1. Инструментальные стали содержат углерода от 0,6 до 1,35 %. С повышением содержания в стали углерода ухудшаются ее пластические свойства и свариваемость. Помимо углерода, в состав сталей входят добавки других легирующих элементов, влияющих на физические и технологические свойства металла. Так, примеси хрома увеличивают износостойкость и кислотоупорность стали, однако ухудшают ее пластичность, а добавки молибдена уменьшают зернистость и увеличивают ее самозакаливаемость. Примеси серы и фосфора являются нежелательными. При определенном навыке марку стали можно приблизительно определить по искре при со-

## 1. Цвета маркировки сталей

Группа	Цвет краски
<i>Сталь обыкновенного качества</i>	
Ст0, Ст0, Ст0	Красный и зеленый
Ст1, Ст1кл	Белый и черный
Ст2, Ст2кл	Желтый
Ст3, Ст3кл, Ст3, Ст3кл, Ст3	Красный
Ст4, Ст4кл, Ст4, Ст4кл, Ст4	Черный
Ст5, Ст5	Зеленый
<i>Сталь углеродистая качественная</i>	
05, 10, 15, 20	Белый
30, 35, 40	Белый и желтый
45, 50, 55, 60	Белый и коричневый
<i>Сталь легированная конструкционная</i>	
Хромистая	Зеленый и желтый
Хромоникелевая	Зеленый и фиолетовый
Хромоникелевая	Зеленый и черный

прижигении образца металла с вращающимся наждачным кругом. Если в наличии маркировальные эталоны, можно определить содержание углерода в стали с точностью до 0,2 %:

Группа стали	Цвет и характеристика пучка искр
Низкоуглеродистая нелегированная (углерода до 0,10 %)	Короткий темно-желтый пучок искр, принимающий форму полосок и становящийся более светлыми в зоне сгорания; мало звездообразных разветвлений
Среднеуглеродистая нелегированная (углерода 0,15—1,0 %)	При повышении содержания углерода образуется более плотный и светлый желтый пучок искр с многочисленными звездочками и ответвлениями лучей
Высокоуглеродистая нелегированная (углерода свыше 1,0 %)	Очень плотный желтый пучок искр с многочисленными звездочками. При увеличении содержания углерода уменьшается яркость и укорачивается пучок искр
Легированная с повышенным содержанием марганца	Широкий плотный ярко-желтый пучок искр; внешняя зона длинней искр особенно яркая. Многочисленные разветвления лучей



Группа стали	Цвет и характеристика пучка искр
Марганцовистая (марганца 12 %)	Преобладание зонтообразных искр
Конструкционная (марганца до 5 %)	Яркие желтые линии искр в виде язычков, расщепленные на конце; увеличенные яркости в зоне сгорания. При повышении содержания углерода на концах искр появляются звездочки
Хромистая с низким содержанием углерода и высоким содержанием хрома	Короткий темно-красный пучок искр без звездочек, слабоветвистый; искры прилипают к поверхности шлифовального круга
Никелевая высоколегированная	При содержании никеля до 35 % красно-желтая окраска пучка. При более высоком его содержании (около 47 %) яркость искр значительно ослабевает
Хромоникелевая	Желто-красные искры с более яркими полосами в зоне сгорания. При повышенном содержании хрома и никеля пучок искр более темный
Вольфрамовая	Красные короткие искры; линии искр отчетливо изгибаются клизу. Разветвление звездочек углерода отсутствует. Чем выше содержание вольфрама, тем слабее образование искр
Молибденовая	Ярко-желтые искры в виде язычков. При низком содержании кремния язычки видны перед звездочками углерода; при повышенном содержании — за звездочками углерода

Способность стали к закалке определяют следующим способом: ее нагревают до 800°—900 °С и опускают в воду. Затем образец испытывают напильником. Если сталь малоуглеродистая, то она легко пилится напильником. Цвета разогретого металла, соответствующие определенной температуре нагрева, приведены в таблице 2.

## 2. Цвета нагрева стали

Температура, °С	Цвет	Температура, °С	Цвет
550—580	Темно-коричневый	830—900	Светло-красный
580—650	Коричнево-красный	900—1050	Оранжевый
650—730	Темно-красный	1050—1150	Темно-желтый
730—770	Темно-вишнево-красный	1150—1250	Светло-желтый
770—800	Вишнево-красный	1250—1300	Ярко-желтый
800—830	Светло-вишнево-красный		

## ПРИЕМЫ И ТЕХНОЛОГИЯ КОВКИ

Прежде чем приступить к ковке, необходимо научиться правильно разжигать горн и овладеть приемами нагрева металла. Перед началом работы горн следует хорошо вычистить, горниное гнездо или колосники, а также зольную камеру освободить от остатков несгоревшего топлива и золы. В горниное гнездо укладывают древесную щепу, бересту или другой легковоспламеняющийся материал, а сверху — дрова. Когда дрова разгорятся, включают поддув и небольшими порциями подкладывают топливо до тех пор, пока не образуется жаровой массив.

При нагреве металла следует учитывать, что при большой подаче воздуха происходит интенсивное его выгорание, которое может привести к полной непригодности заготовки. Малое количество подаваемого воздуха, наоборот, не дает нужной температуры. Никогда не следует работать с холодным металлом, а при изготовлении инструмента необходимо особенно тщательно соблюдать температурный режимковки.

В процессековки применяют разнообразные приемы и используют различные кузнечные инструменты, чередуя их в разных комбинациях и последовательности. Однако все многообразие приемов можно свести к следующим основным операциям: осадка и высадка, вытяжка, рубка, прошивка, гибка, скручивание, выглаживание.

**Осадка и высадка.** Осадку применяют, когда необходимо увеличить поперечное сечение заготовки за счет уменьшения ее длины. Если осадку необходимо выполнить не по всей длине заготовки, а только на определенном участке, эту операцию называют высадкой. Осадку применяют при изготовлении инструмента (формирование бойка фартушного молотка) и выполнении декоративных элементов, имеющих переменное сечение.

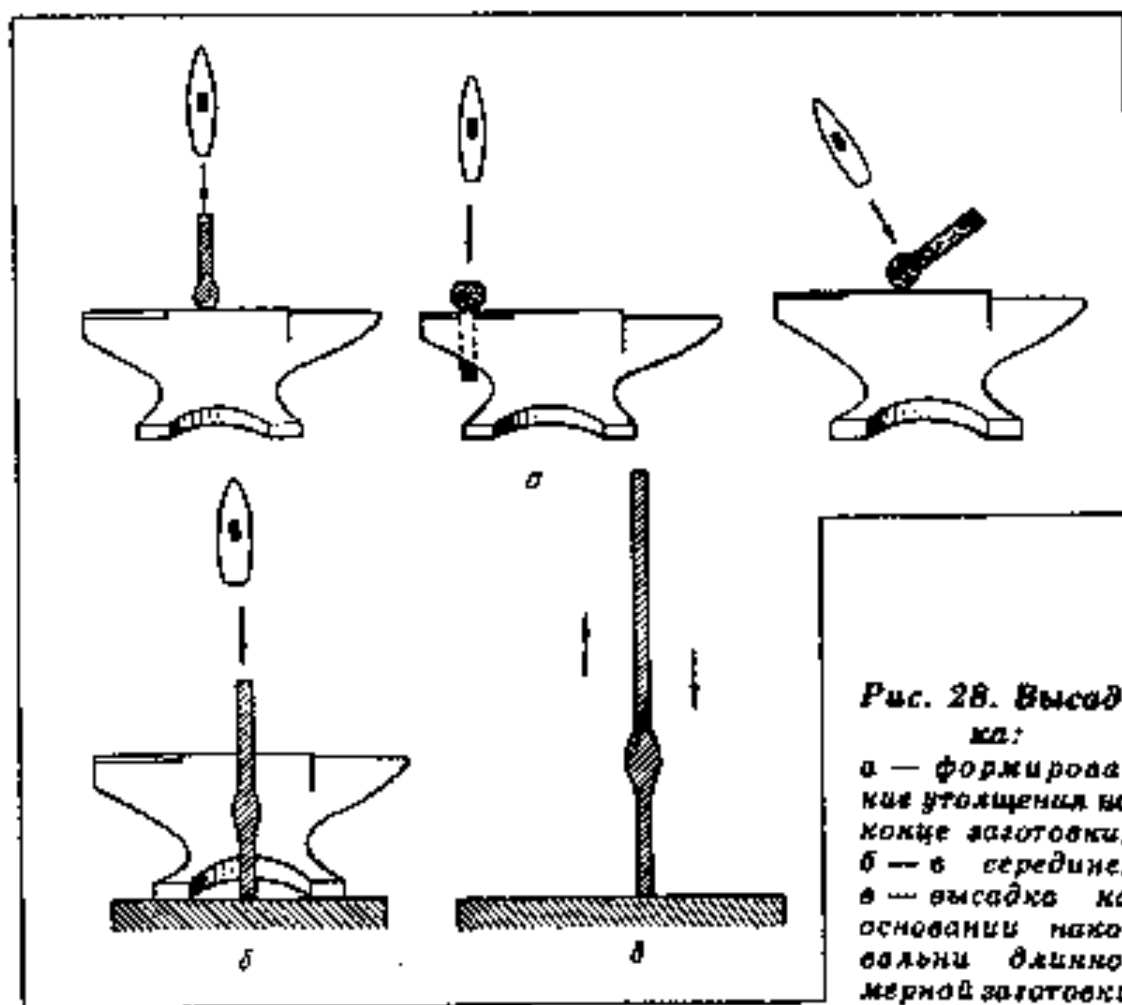
При осадке часть заготовки нагревают, ставят вертикально на наковальню и наносят удары по верхнему концу. Длина поковки или нагретой части заготовки при высадке не должна превышать 2—2,5 диаметра заготовки, иначе она изогнется. Если нет возможности ограничить зону нагрева заготовки, то на ней зубилом делают засечку на месте высадки. Затем разогретую заготовку берут клещами и быстро охлаждают в воде концы, а часть, отмеченную засечками, оставляют разогретой. После этого заготовку переносят на наковальню и производят высадку.

При необходимости операцию повторяют несколько раз. Длинномерные заготовки со значительной массой можно высаживать без молотка, нанося удары по наковальне непосредственно самой заготовкой (рис 28) Если утолщение приобрело неправильную форму или сместилось, то операцию повторяют или устраняют дефект с помощью проковки.

Иногда необходимо увеличить объем заготовки на одном конце. Для этого разогретый конец загибают под углом  $90^\circ$  (длина загнутого конца не более 2,5 диаметра), затем переворачивают, кладут на наковальню, осаживают и проковкой придают необходимую форму (рис. 29).

**Вытяжка** — одна из наиболее распространенных операций в ковке. Применяется для увеличения длины заготовки или изменения ее конфигурации за счет уменьшения поперечного сечения. Если необходимо из толстого куска металла отковать полосу, раскаленную заготовку кладут на наковальню, удерживая клещами, и наносят удары узким бойком кувалды по всей длине

Затем поковку поворачивают и повторяют операцию.



**Рис. 28. Высадка:**

а — формирование утолщения на конце заготовки;  
 б — в середине;  
 в — высадка на основании наковальни длинномерной заготовки

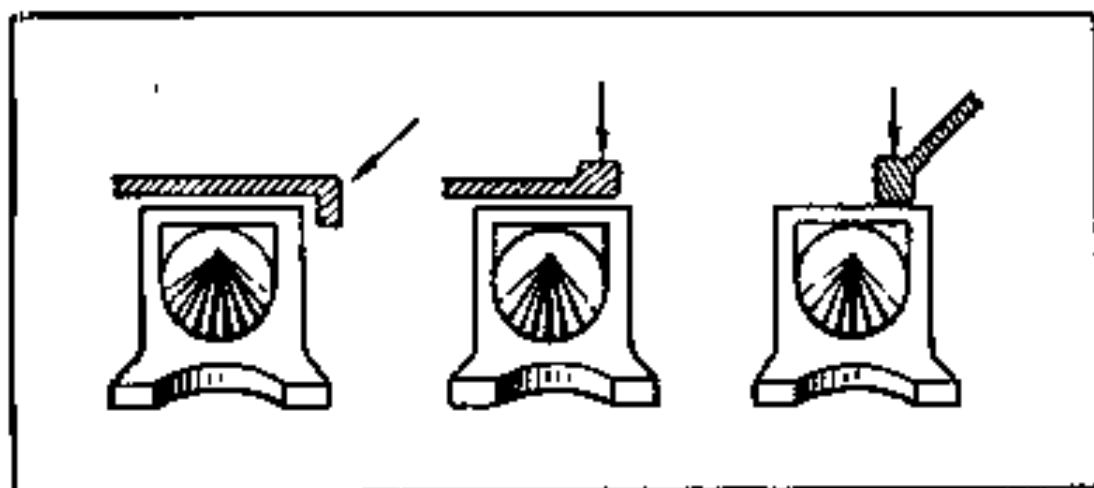


Рис. 29. Высадка с загибом конца заготовки

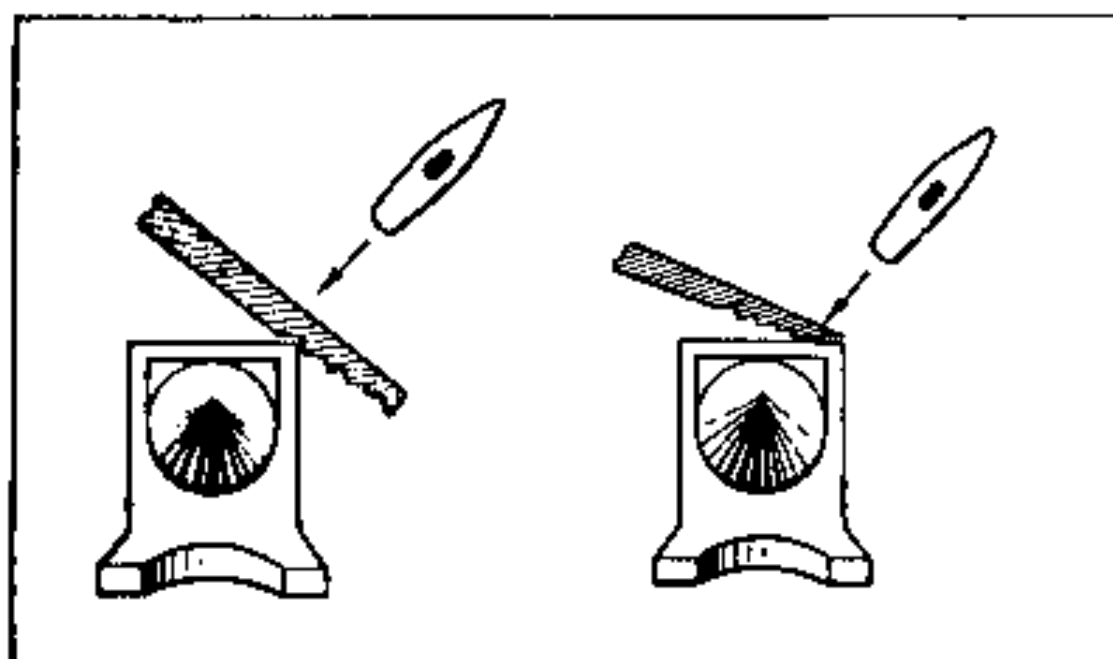
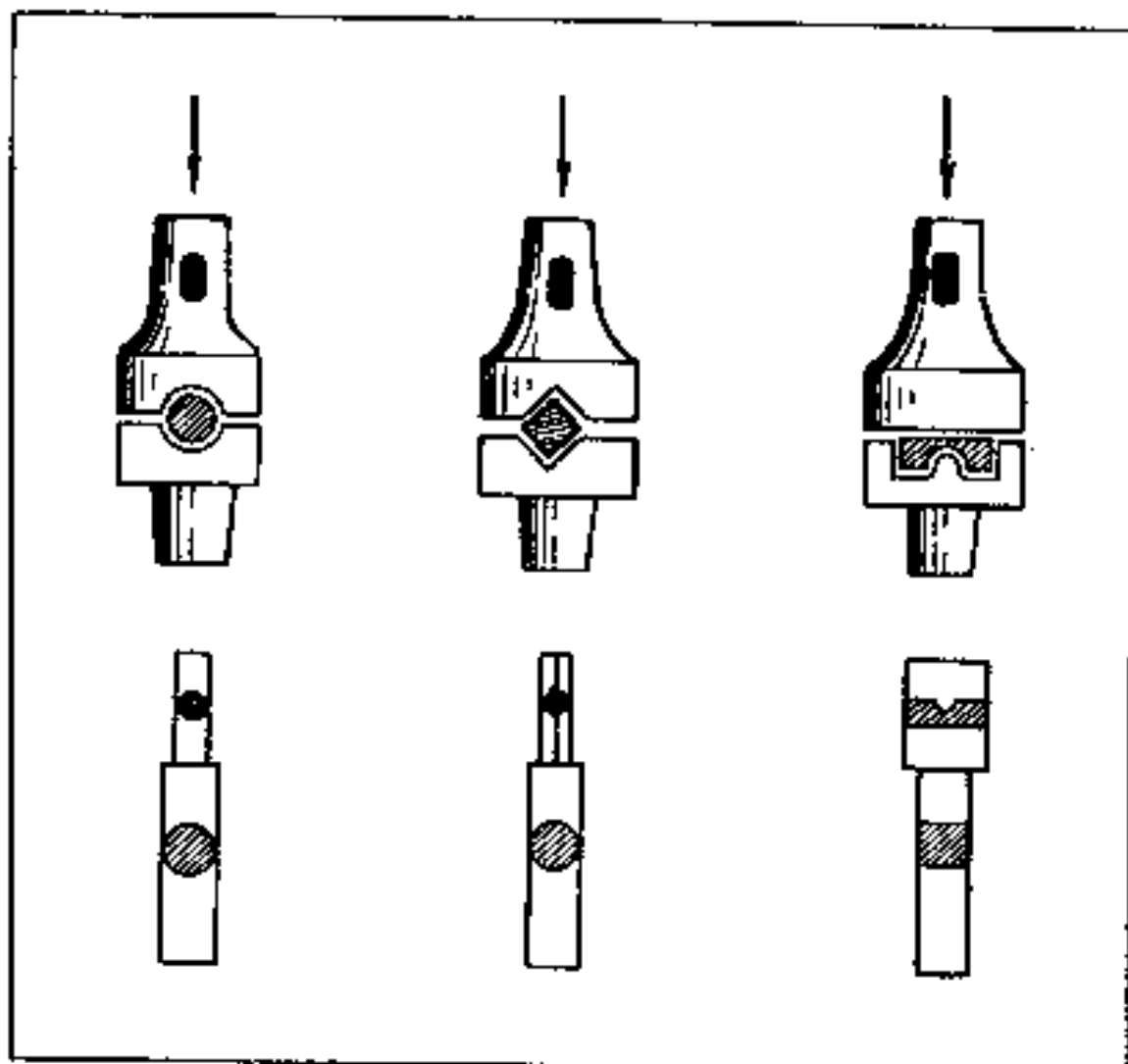


Рис. 30. Вытяжка на углу наковальни

Когда заготовка достигнет нужных размеров, ее окончательно формируют ручником и при необходимости обрабатывают гладилкой.

При небольших размерах заготовки вытяжку выполняют так: заготовку, удерживая клещами, ставят на угол наковальни и наносят сильные удары ручником. Затем ее смецают, поворачивают на  $90^\circ$  и опять ударяют ручником. Операцию повторяют до тех пор, пока заготовка не примет нужных размеров (рис. 30).

Поковку круглого сечения вытягивают, придавая ей в сечении форму квадрата, затем грани сбивают на восьмиугольник и в обжимках окончательно формируют и выгла-

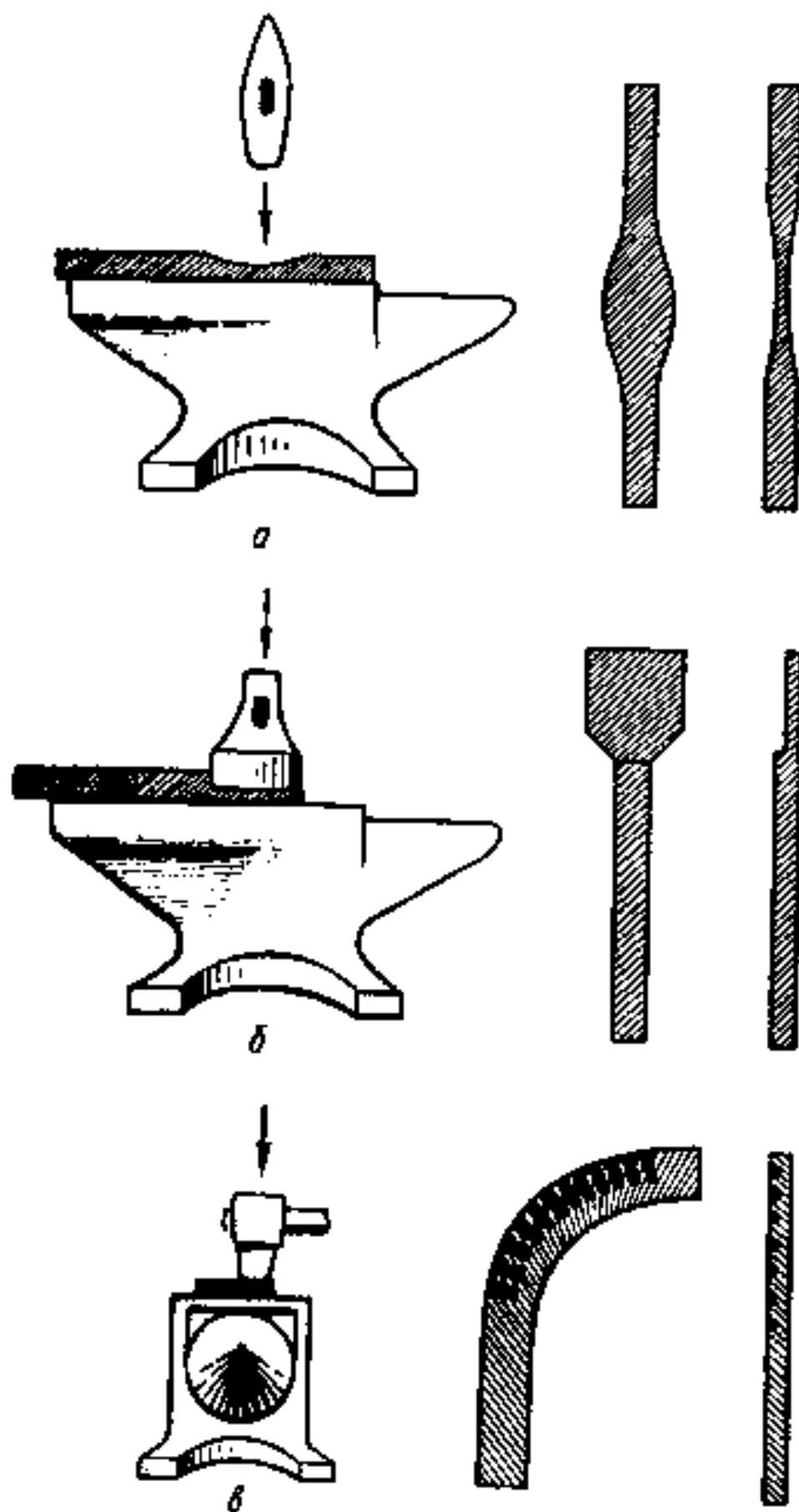


*Рис. 31. Изготовление заготовок с переменным поперечным сечением*

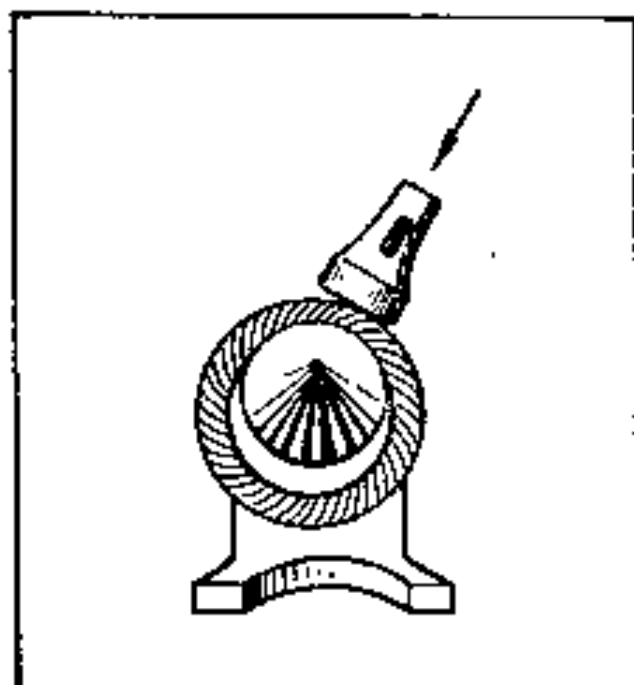
живают полученный пруток круглого сечения. Так же поступают и в тех случаях, когда необходимо иметь заготовку с разными формами поперечного сечения и объема (рис. 31).

Расплющивание, или разгонку, применяют, когда нужно увеличить площадь заготовки или часть ее за счет уменьшения толщины. Расплющивание выполняют, нанося удары ручником или кувалдой. Если участок, который необходимо расплющить, имеет строго фиксированные размеры, то применяют соответствующую наставку. Для ускорения процесса используют раскатки (разгонки) плоской или полукруглой формы. Имея малую площадь рабочей части и принимая всю силу удара на себя, раскатка входит в металл и раздвигает его в стороны (рис. 32).

Вытяжку пустотелых заготовок (например, труб) производят на оправках с небольшой конусностью и применением круглых или квадратных обжимок в зависимости от формы заготовки. Если заготовка большого диаметра, то



**Рис. 32. Расплющивание:**  
 а — ручником; б — наставкой; в — разгонка с помощью раскатки



*Рис. 33. Раздача колец на роге наковальни*

операцию выполняют на соответствующих шпераках или роге наковальни свободной ковкой без обжимок.

Раздачу на оправке, роге шперака или наковальни применяют при изготовлении неразъемных колец, обсчак, обручей (рис. 33). Предварительно высаженную и проштампованную заготовку одевают на цилиндрическую оправку, опирающуюся обоими концами на подставку или рог наковальни, и ударами ручника или подбойки осуществляют раздачу кольца.

Следует помнить, что в процессе раздачи увеличивается внутренний и внешний диаметр колец, но уменьшается их поперечное сечение. Мелкие заготовки можно раздавать на конусах и оправках, вставляемых в отверстие наковальни.

**Рубка** — кузнечная операция, с помощью которой поковку разделяют на части. Для этого используют кузнечные и слесарные зубила, а в некоторых случаях и другие кузнечные инструменты и приспособления. Выполняют рубку как горячего, так и холодного металла. Для холодной рубки зубило затачивают под углом  $60^\circ$ . При холодной рубке в заготовке возникают сильные внутренние напряжения, что может привести к образованию трещин и разрывов, поэтому металл желательно предварительно отжечь.

Для горячей рубки зубило затачивают под углом  $80-85^\circ$ . Перед рубкой горячего металла и в процессе ее зубило необходимо охлаждать в воде, а лучше в масляной эмульсии, где одновременно с охлаждением происходит смазка рабочей части зубила, что предупреждает пригар инструмента к заготовке.

Перед нагреванием деталь размечают и по отметкам или контуру на холодной заготовке делают насечку зубилом или керном. Затем заготовку нагревают, переносят на наковальню и выполняют рубку, нанося сильные удары кувалдой.

Не следует зубило передерживать в массе разогретого металла, так как, набрав тепло из заготовки, оно отпустится и сядет. Под рукой желательно иметь несколько зубил, чтобы в случае порчи одного воспользоваться другими. Разрубку производят на  $\frac{2}{3}$  глубины заготовки, затем ее переворачивают так, чтобы место разуба находилось на краю наковальни, и окончательно отрубывают (рис. 34). Линейные заготовки можно также рубить с помощью подсечки. Заготовку переносят на подсечку, наставляют зубило и отрубывают (рис. 35). При отсутствии молотобой-

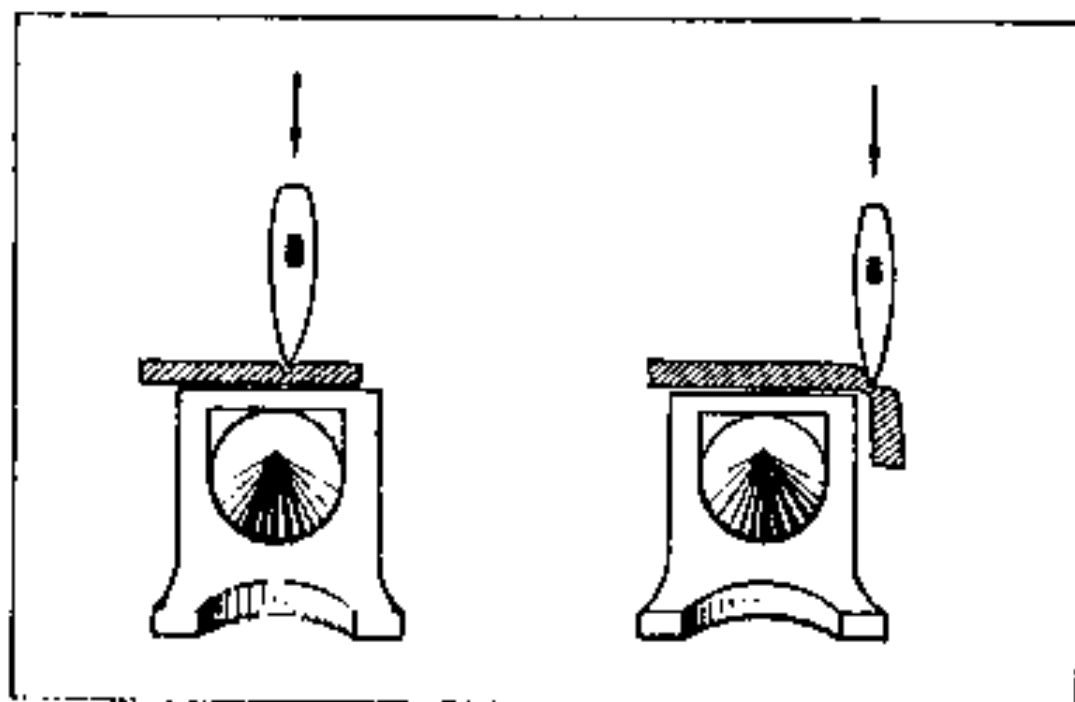


Рис. 34. Рубка заготовки на краю наковальни

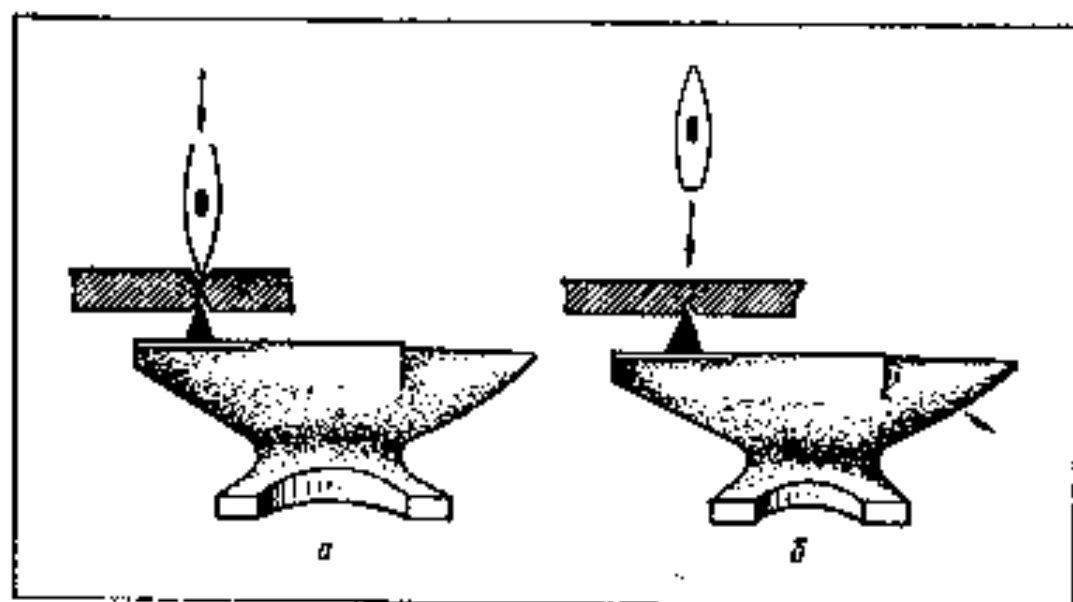


Рис. 35. Рубка:  
а — зубилом на подсечке; б — на одной подсечке



ца наносят удары ручником по уложенной на подсечку заготовке. При этом надо следить, чтобы не допустить сплошной прорубки, иначе можно повредить подсечку и рабочую часть молотка.

Рубку условно можно разделить на следующие разновидности:

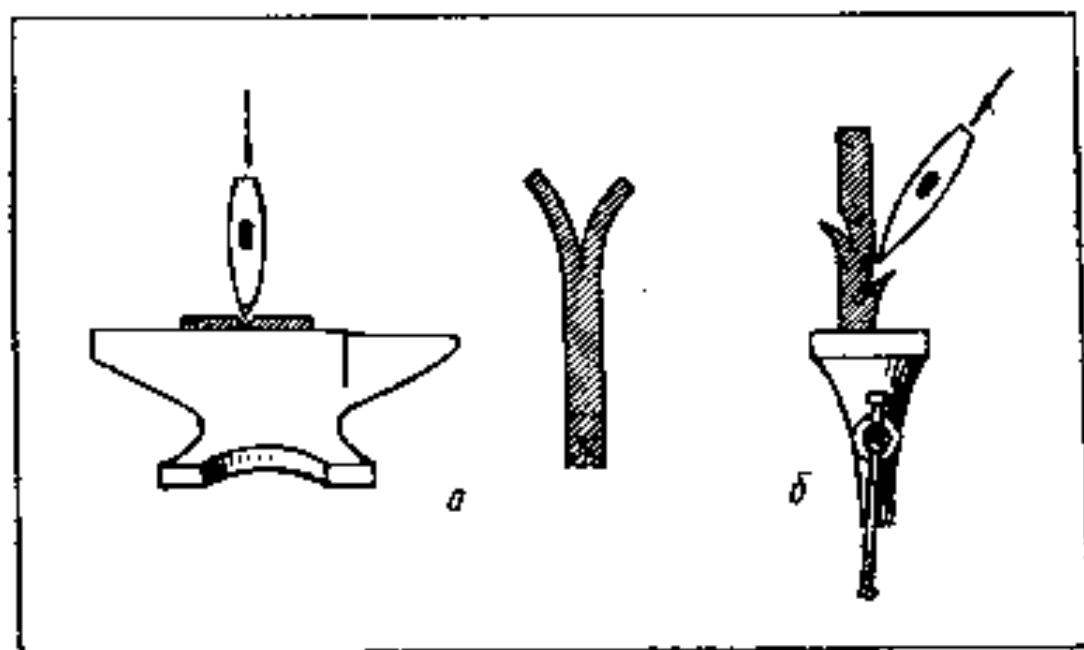
разрубка — заготовку только надрубывают и она остается прочно связанной с основной массой, затем разрубленные части вытягивают, закручивают и т. д. (рис. 36);

обрубка — отделение металла по наружному контуру;

вырубка — отделение металла по внутреннему контуру.

Обычно последние два приема используют при работе с листовыми материалами. Разрубку листового металла толщиной до 3 мм выполняют холодным способом, а большей толщиной — горячим. При этом можно использовать такой прием: разогретую заготовку из листового металла кладут на наковальню или стальную плиту и разрубывают зубилом, не дорубывая на 1 мм металл по толщине. После того как рисунок пройден по контуру полностью, заготовке дают остыть. Затем рубку выполняют холодным способом на подкладке.

Для вырубки отверстий сложных форм целесообразно применять фасонные зубила. Но ввиду определенной сложности изготовления и заточки использовать их рекомендуется при горячей рубке и нанесении декоративной насечки.



**Рис. 36. Разрубка:**  
а — на наковальне; б — в тисках

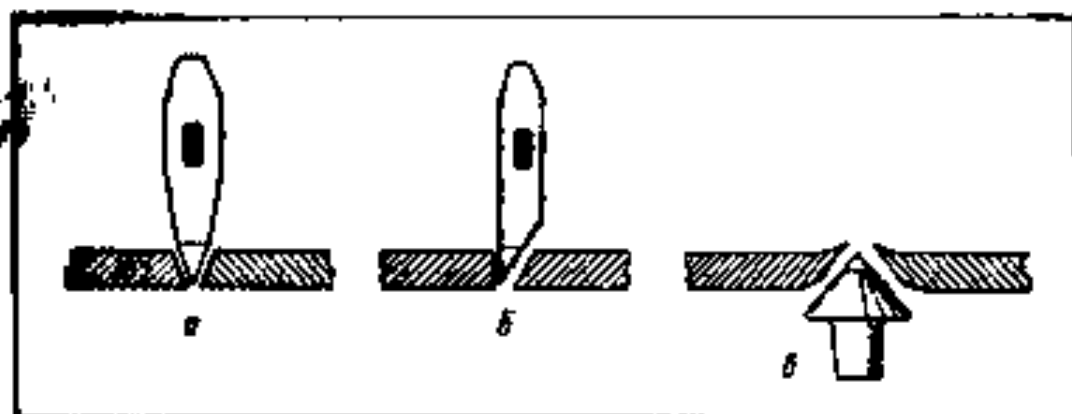


Рис. 37. Формы кромок разрубываемого металла: а — тонким зубилом; б — зубилом с односторонней заточкой; в — на подсежке

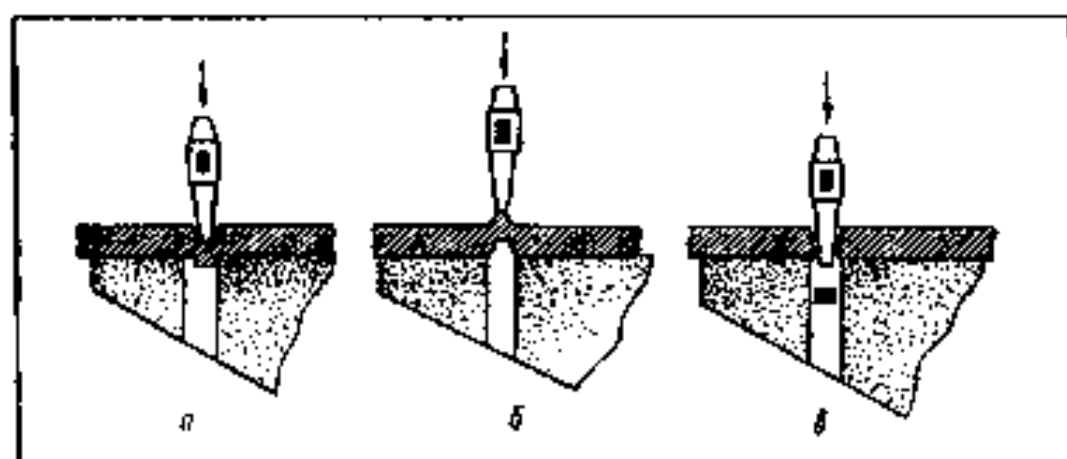


Рис. 38. Пробивка на отверстии наковальни (а, б, в — последовательность операций)

Следует учесть, что от толщины зубила, угла и способа его заточки зависит внешний вид изделия. Зубила с тонким лезвием дают более тонкую линию разруба, однако менее прочны и быстрее садятся. Зубила с толстым лезвием более долговечны в работе, однако при их использовании в результате рикошета может произойти деформация изделия, но в то же время это свойство можно использовать как технологический или декоративный прием (рис. 37).

**Прошивка (пробивка)** — способ получения сквозных и глухих отверстий в поковке. Операцию выполняют с помощью пробойников (бородков), имеющих различную форму рабочей части, в некоторых случаях используют зубила и оправки. Для прошивки необходимо сильно нагреть заготовку. Отверстие пробивают в несколько приемов на наковальне или пробойной плите, укрепленной на ней (рис. 38). Место будущего отверстия должно находиться над отверстием наковальни или плиты и быть несколько большего

размера, чем пробойник. После нескольких ударов в нижней части заготовки происходит выпучивание металла. Не вынимая пробойника, заготовку переносят на плоскость наковальни и еще наносят несколько ударов, пока на выпуклой части ее не образуется темное пятно, точно соответствующее месту отверстия с обратной стороны. После этого пробойник вынимают и охлаждают. Затем заготовку переворачивают на 180° и выполняют встречную операцию. В результате вырубает участок металла, который называется выдрой.

При другом способе прошивки заготовку кладут на плоскую часть наковальни и ударяют по бородку до тех пор, пока не почувствуют так называемый отбой, т. е. предел уплотнения металла. Затем все операции выполняют, как в первом случае. При этом способе прошивки вследствие разной структуры металла четко проявляются контуры отверстия (рис. 39). Если оно получилось меньшего размера, чем необходимо, или иной формы, в предварительно нагретое отверстие вставляют оправку нужного профиля и его окончательно формируют.

В тех случаях, когда необходимо пробить отверстие в квадрате через грань, используют зубило. Квадратную заготовку укладывают на нижник, удерживающий ее в нужном положении, и разрубывают зубилом (рис. 40), затем формируют соответствующей оправкой. С заготовками круглого сечения поступают иначе: место будущего отверстия легкими ударами уплощают и далее производят разрубку. Этот способ можно применять также при рубке через грань. При необходимости иметь отверстие большее, чем имеющиеся в наличии оправки, заготовку

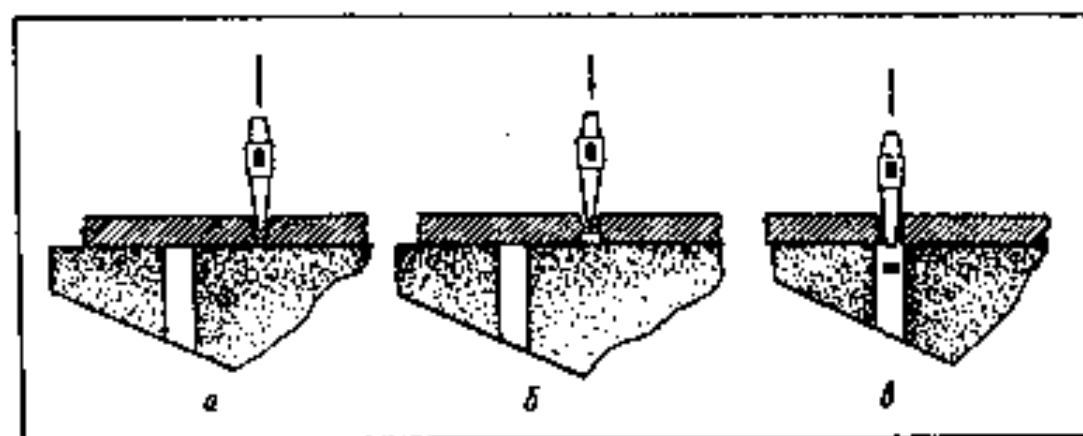


Рис. 39. Пробивка с предварительным уплотнением металла (а, б, в — последовательность операций)

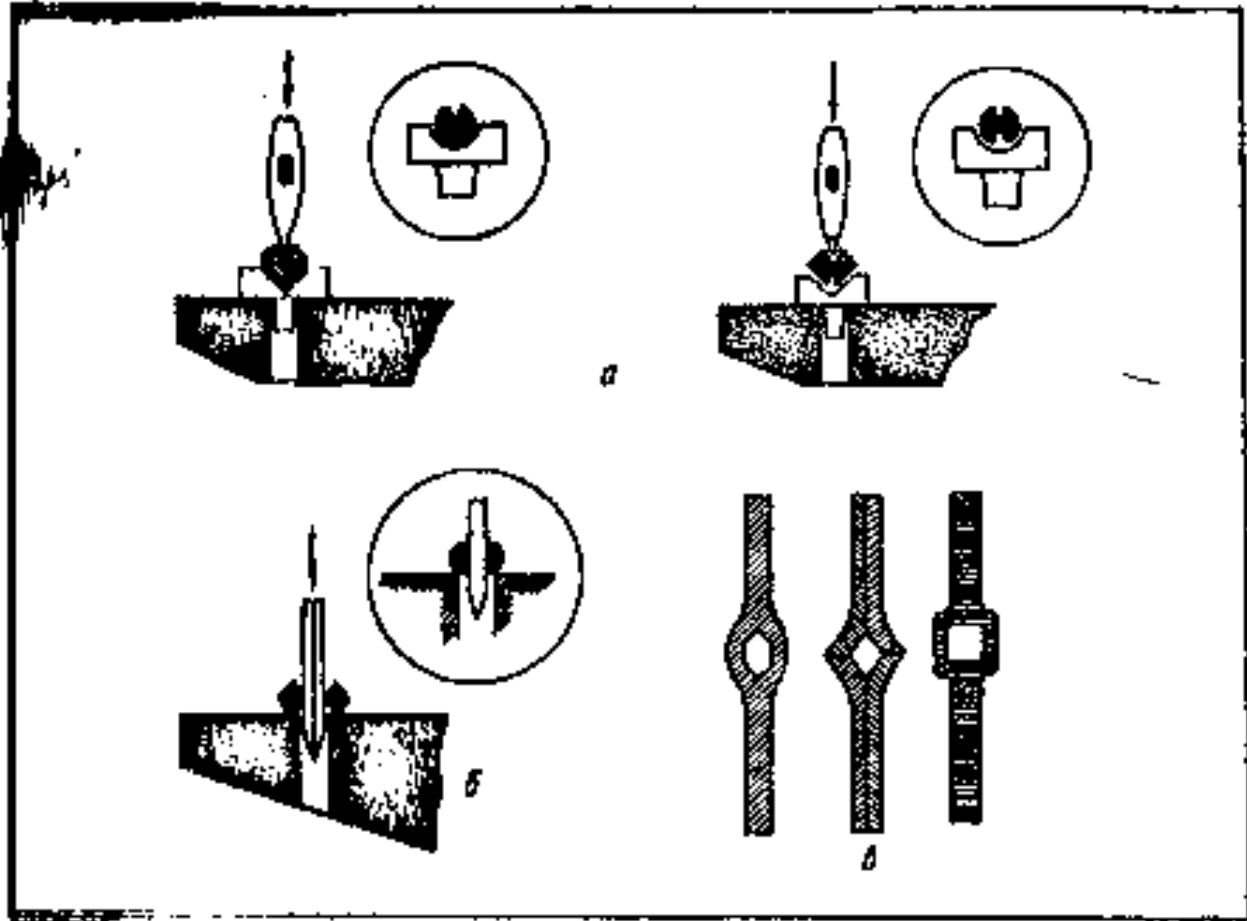


Рис. 40. Пробивка отверстий через грань:

а — разрубка; б — формирование отверстия оправкой; в — формы отверстий, получаемых способом разрубки

разрубывают и раздвигают наибольшей оправкой, после этого надевают на рог наковальни и проковывают до нужного размера и формы (рис. 41). Зубило, применяемое для пробивки отверстий, должно быть слегка выгнутое и в разрезе иметь форму конусов, соединенных основанием (рис. 42).

Гибка — операция, при которой заготовке придают изогнутую форму. Заготовка может быть в холодном, теплом и горячем состоянии, а зависимость от ее толщины и профиля, а также формы изгиба. Гибку выполняют на наковальне, в тисках или на иных приспособлениях. При изгибании заготовки под прямым углом ее нагревают и

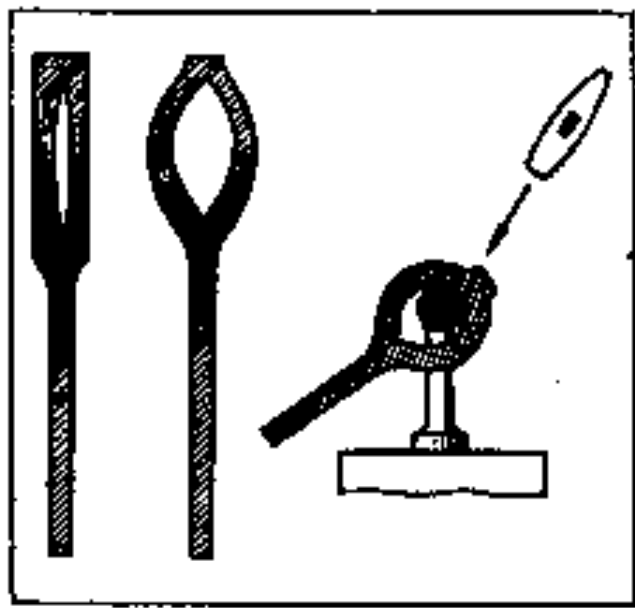
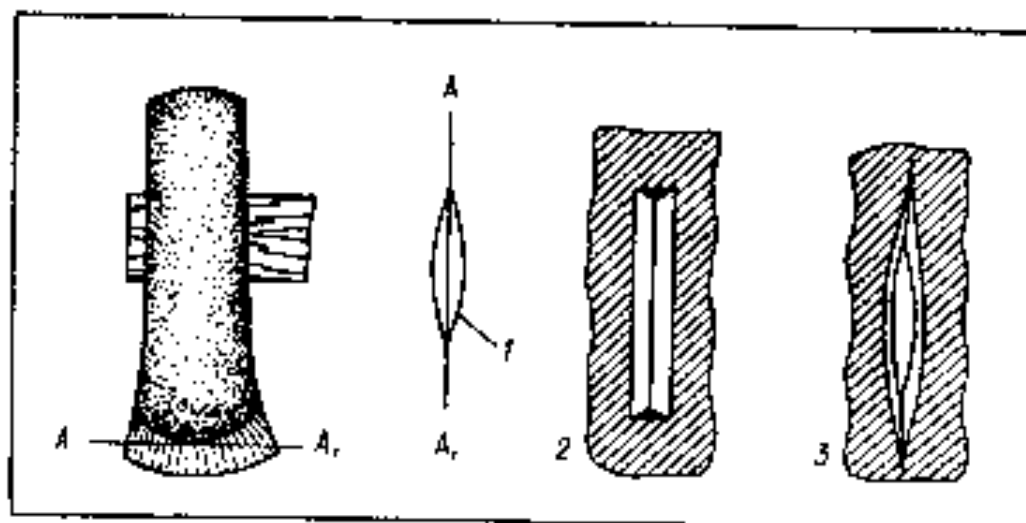
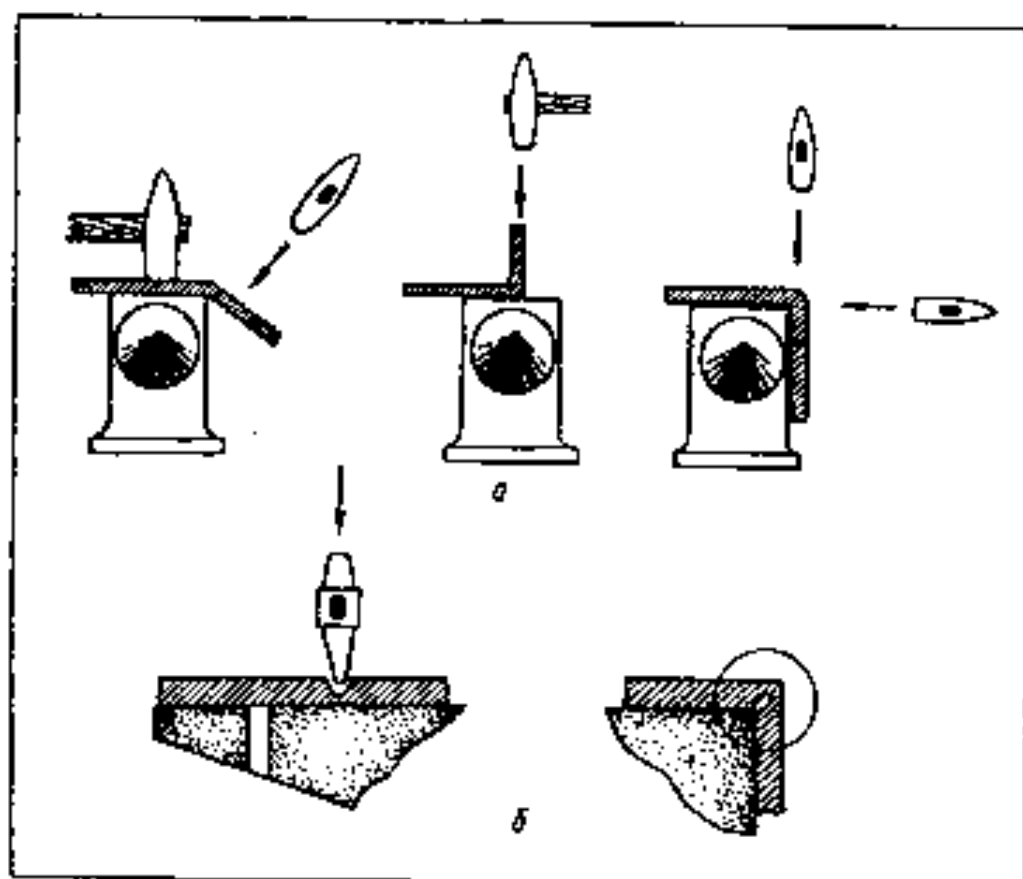


Рис. 41. Формирование отверстий большого диаметра



**Рис. 42. Зубило для пробивки отверстий:**  
 1 — форма лезвия зубила; 2 — разруб, полученный при использовании зубила с прямой заточкой; 3 — разруб, полученный зубилом с конусной формой



**Рис. 43. Гибка на углу наковальни:**  
 а — с высадкой; б — с подвечкой

укладывают на край наковальни, прижимают кувалдой и загибают выступающий конец ручником. При этом следует учесть, что в месте изгиба уменьшается поперечное сечение. В заготовках с малым поперечным сечением этим можно пренебречь.

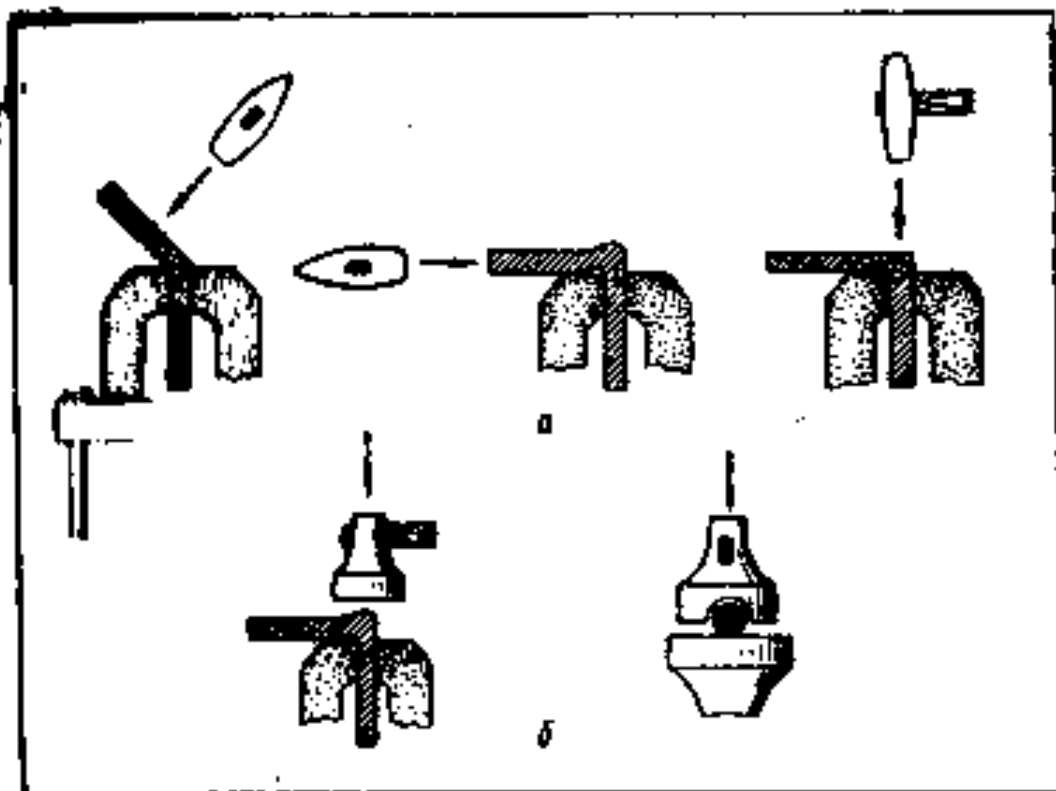


Рис. 44. Гибка и осаживание в тисках:

а — стержни квадратного и прямоугольного сечения; б — круглого сечения

Если необходимо выдержать размеры сечения, место изгиба предварительно осаживают. И наоборот, если изгиб имеет декоративный характер или не несет больших нагрузок, место изгиба подсекается и легко гнется на заданный угол (рис. 43). При гибке в тисках под прямым углом одновременно осуществляют осадку и гибку (рис. 44). Эту операцию необходимо выполнять быстро, так как тиски забирают тепло заготовки и она быстро остывает.

Легкие изгибы выполняют на металле в холодном состоянии. Для этого заготовку укладывают одним концом на станину, а другим опирают на поверхность наковальни и делают несколько ударов. При изготовлении нескольких деталей пользуются плитой или кондуктором.

**Скручивание (торсионка)** — операция, при которой заготовки проворачивают относительно друг друга вокруг общей оси. Обычно скручиваемые стержни или элементы изделия имеют квадратное или прямоугольное сечение. Стержни толщиной до 15 мм скручивают в холодном состоянии. Перед скручиванием заготовку хорошо отжигают, охлаждая в золе или дав ей остыть вместе с горном в угле. Затем размечают место закрутки, один конец зажимают в тисках или вставляют в паз гребенки соответствующего размера, а на другой надевают вороток и проворачивают

на нужное количество оборотов. Иногда для фиксации линейных размеров торсировки используют отрезок трубы необходимого размера (рис. 45).

Скручивание более толстых заготовок вызывает определенные трудности. Заготовку предварительно нагревают. Нагревается она неравномерно, поэтому при скручивании образуются неравномерные витки, поскольку горячая часть скручивается больше, холодная — меньше. В некоторых случаях этим можно пренебречь. Но если все же необходимо получить одинаковые витки, то поступают следующим образом: нагревают как можно большую часть заготовки, перемещая ее в горне и добиваясь равномерного нагрева в зоне будущей закрутки. Затем проводят скручивание. Красиво выглядят стержни, у которых перед торсировкой по граням выдавлены бородки. Если нагреть только половину места закрутки, а затем горячий конец зажать, а холодный крутить, то получают эффект, когда густой завиток постепенно сходит на нет. Невозможность равномерного нагрева и как следствие неравномерность закрутки можно использовать как художественный прием, выполнив встречную закрутку. Для этого максимально нагревают заготовку по центру торсировки. Затем, зафиксировав ее по краям границы нагрева, по центру начинают скручивание.

Таким образом получают закрутку с плотным завитком по центру и постепенно сходящим на нет к краям заготовки (рис. 46).

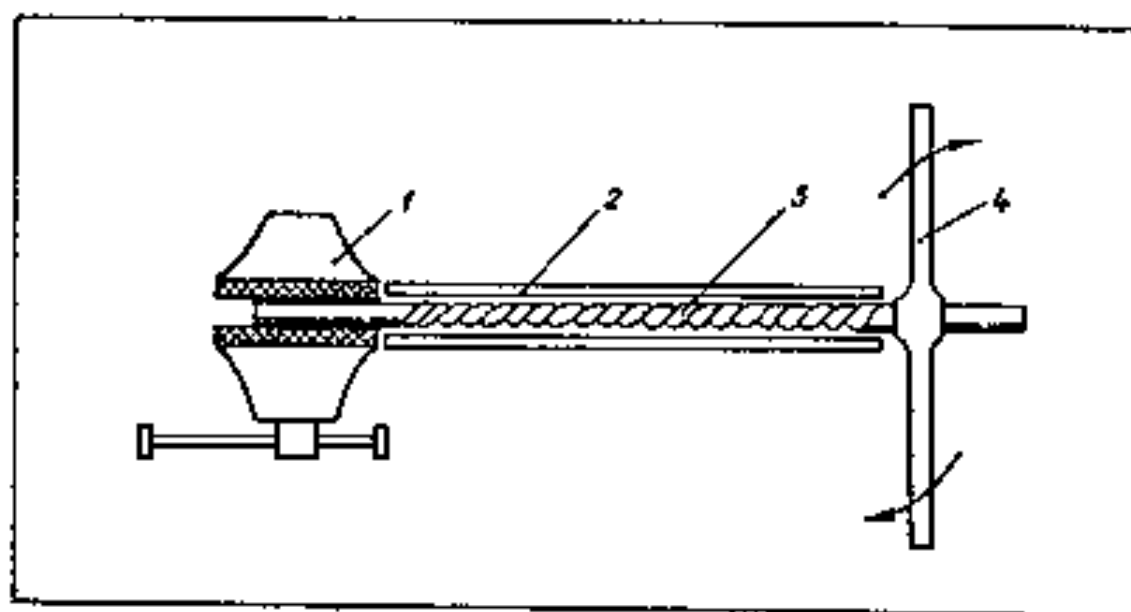


Рис. 45. Скручивание (торсировка) на «холодную»:  
1 — тиски; 2 — труба; 3 — заготовка; 4 — вороток

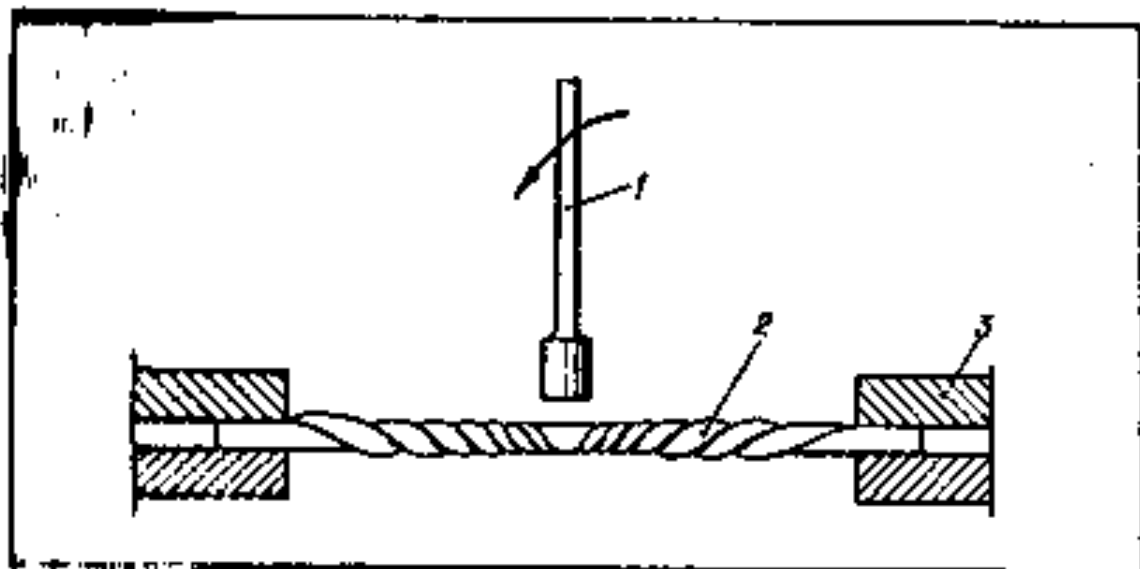


Рис. 46. Тorsировка со встречной закруткой:  
1 — молоток; 2 — заготовка; 3 — место фиксации заготовки

**Выглаживание** — это операции по отделке изделия, выполняемые после того, как основная форма выкована и выполнены все формообразующие приемы. Выглаживание делают при нагреве изделия до темно-вишневого цвета. Более сильный нагрев может привести к его деформации. Для выглаживания применяют плоские гладилки, для выпуклых и вогнутых мест — специальные. Выглаживание выполняют перемещением гладилки по изделию, нанося по ней удары ручником. Рекомендуется выглаживать не все изделие, а часть его, например конструктивную линию, а элементы декора оставлять «из-под молотка».

### **ПОДГОТОВЛЕНИЕ КОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИЗДЕЛИЯ УТИЛИТАРНО-БЫТОВОГО И ДЕКОРАТИВНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

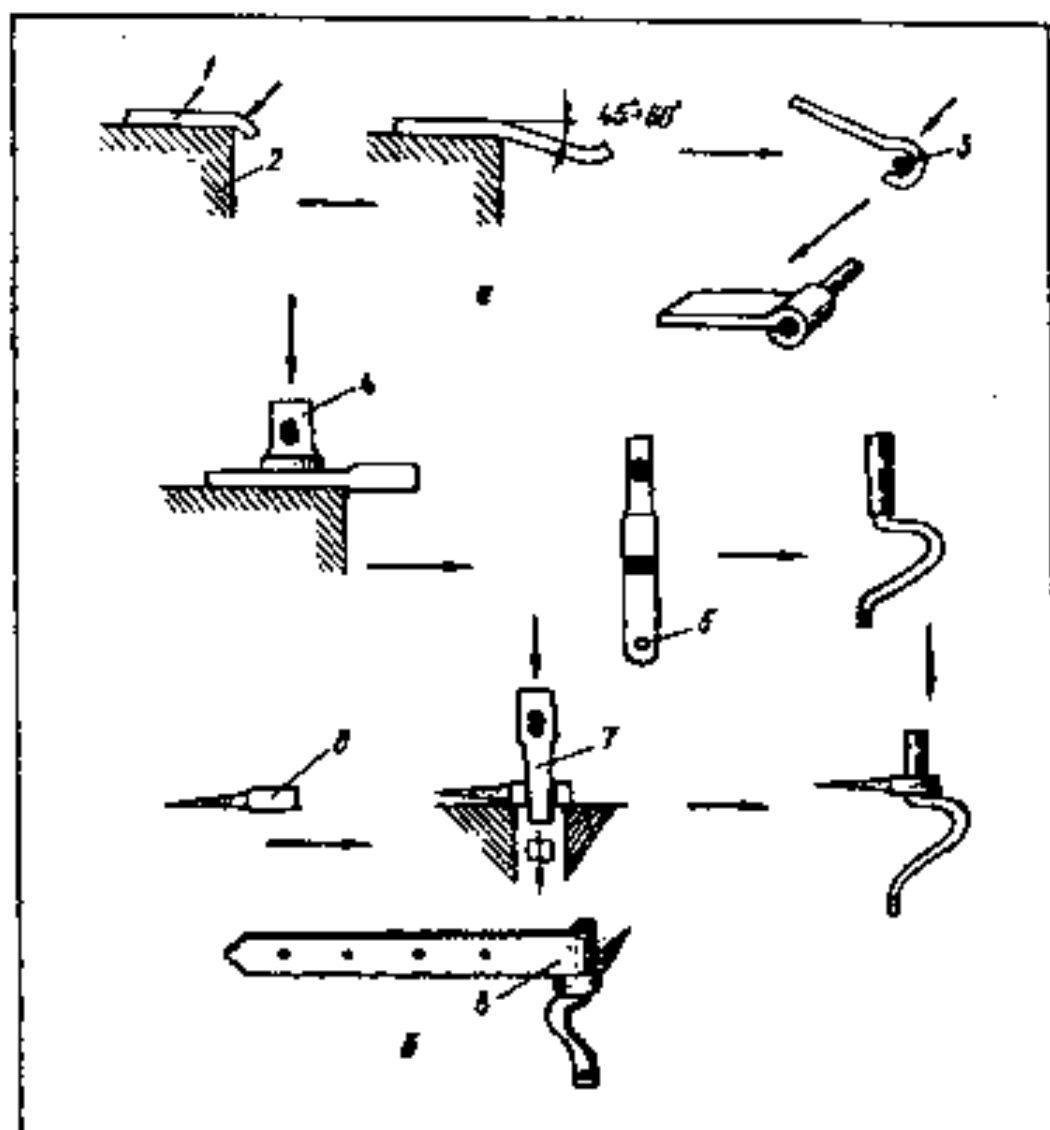
С помощью вышесказанных приемов ковки, можно переходить к изготовлению несложных изделий.

При изготовлении петель берут полосу необходимого размера, на одном конце отмечают расстояние, соответствующее длине окружности ушка петли плюс две толщины полосы. Конец заготовки нагревают и отмеченный участок отгибают в сторону, противоположную направлению кручения петли. Затем заготовку кладут на край наковальни. Сдвигая заготовку и нанося удары ручником, выполняют загибание. Когда загиб оформится на  $\frac{2}{3}$ , в него вставляют оправку необходимого диаметра. После это-



го окончательно формируют ушко петли (рис. 47). Вторая часть ее состоит из двух элементов — опорного пальца, на котором вращается петля, и удерживающего костыля.

Опорный палец изготавливают из круглой заготовки. На расстоянии ширины петли плюс толщина костыля делают отметку. Затем увеличивают это расстояние приблизительно втрое — это будет размер заготовки. Далее, разогрев заготовку, уплощают ее на  $\frac{2}{3}$  длины, оформляют острые углы и на конце плоской части пробивают отверстие. Для костыля вытягивают одну сторону заготовки на клин. Противоположную часть образовавшегося клина слегка уплощают и пробивают отверстие, соответствующее диаметру опорного пальца. Если петля не несет больших нагрузок, можно отказаться от опорного пальца, а если в



**Рис. 47. Изготовление дворянской петли:**

**а** — последовательность выполнения ушка; **б** — последовательность выполнения опорной оси петель; 1 — заготовка; 2 — наковальня; 3 — оправка; 4 — гладилка; 5 — отверстие; 6 — костыль; 7 — бороздок; 8 — петля в сборе

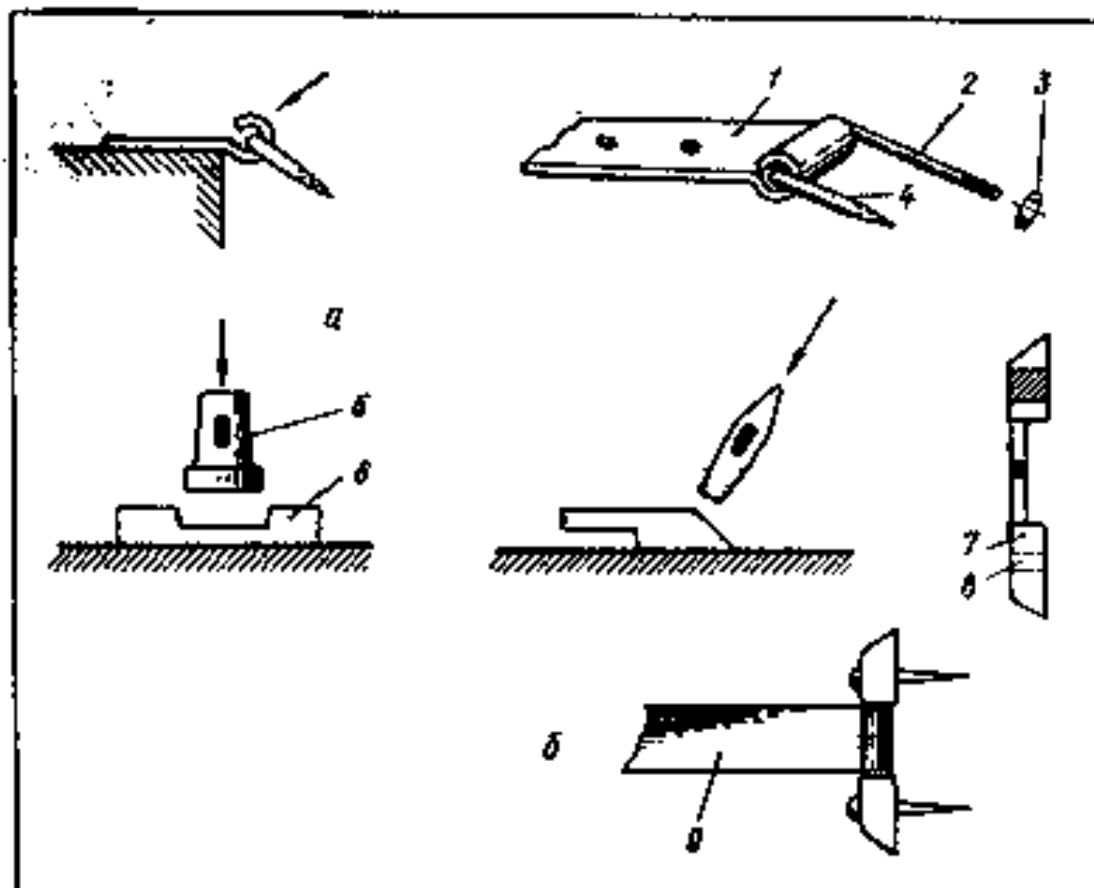


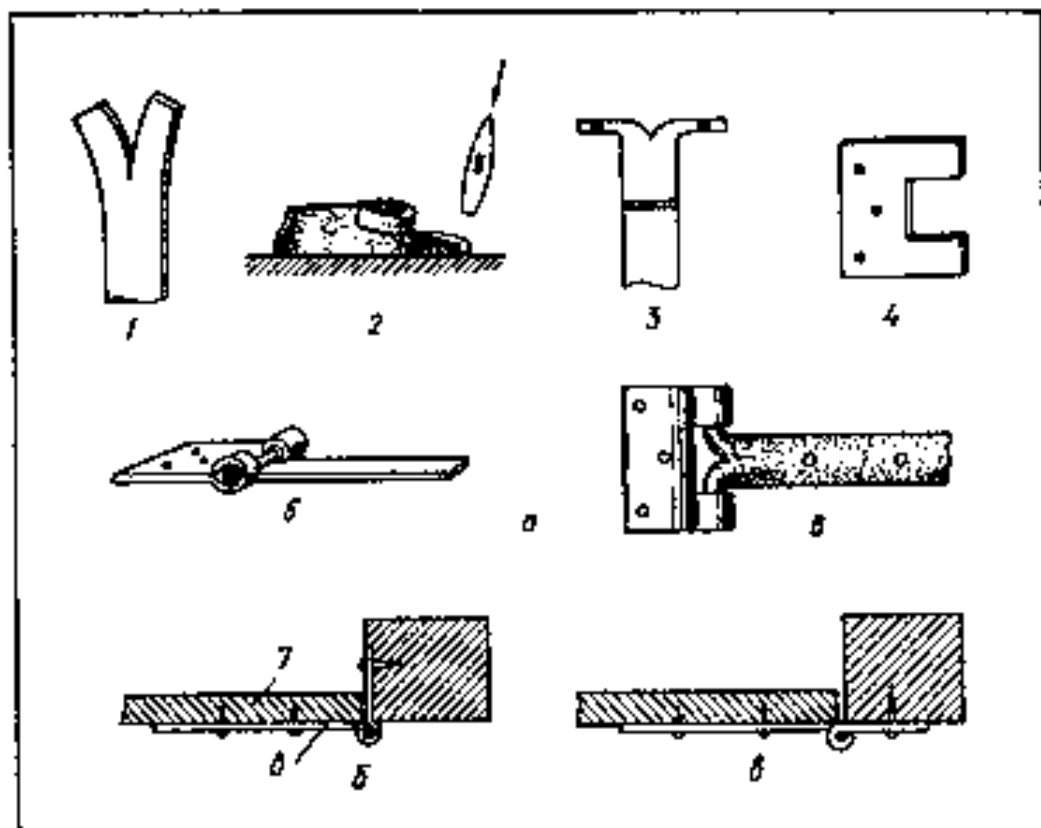
Рис. 48. Изготовление неразъемных петель:

а — со скобой (резьбовой или зубчатой); б — с декоративной накладкой;  
 1 — петля; 2, 3 — резьбовое крепление скобы; 4 — обычный способ крепления (зубчатой); 5 — гладилка; 6 — заготовка; 7 — шарнир; 8 — отверстие;  
 9 — петля в сборе

момент скручивания ушка вставить скобу и обогнуть ее, то петля получится неразъемной (рис. 48).

Петлю без опорного пальца выполняют следующим образом: конец полосы разрубывают, отрезки отгибают в стороны и оформляют в виде кругляков. Вторую часть петли вырубывают в форме буквы П и загибают вокруг отогнутых усов. При этом получают петлю, одна часть которой шлится накладной, а вторая может крепиться как с наружной, так и с внутренней стороны (рис. 49). Кроме функционального назначения, петли могут быть декоративным украшением. Последовательность изготовления декоративных петель показана на рис. 50.

После того как петли готовы и смонтированы, для завершения ансамбля требуется выполнить ручки (рис. 51). Ручку желательно крепить как минимум в трех точках, находящихся не на одной осевой линии. Для изготовления ручки заготовку квадратного сечения расплескивают на одном конце, потом это место разрубывают вдоль и слегка разводят в стороны. На концах полученных усов просверли-



**Рис. 49. Изготовление шарнирной петли без пальца:**  
*а — последовательность операций; б — крепление петли влогах; в — крепление петли внакладку; 1 — разрубка заготовки; 2 — осадка и формирование усов; 3 — вид законченного элемента; 4 — вырубка П-образной заготовки; 5 — сборка петли; 6 — вид готовой петли; 7 — двери, ворота; 8 — петля*

вают или пробивают отверстия. Противоположный конец заготовки с помощью наставки ухлощают, а затем выполняют в нем отверстия. Разогрев всю заготовку, перекручивают ее посредине и придают ей форму ручки, следя за тем, чтобы все точки крепления находились в одной плоскости. Готовое изделие проверяют и при необходимости ровняют. Для этого его кладут на поверхность наковальни всеми точками крепления.

Часто для ворот и калиток применяют ручки-стучальца, представляющие собой накладку с закрепленным шарнирно кольцом или молотком, который при постукивании им о накладку издает звук (рис. 52).

Для изготовления ручки-стучальца требуется отрезок полосы и пруток круглого сечения. Разогретую полосу кладут на две подкладки, уложенные на наковальню. Толщина подкладок должна равняться диаметру прутка плюс толщина полосы, а расстояние между ними — также соответствовать этому размеру. Затем сверху накладывают пруток и через гладилку наносят по нему удары до пол-

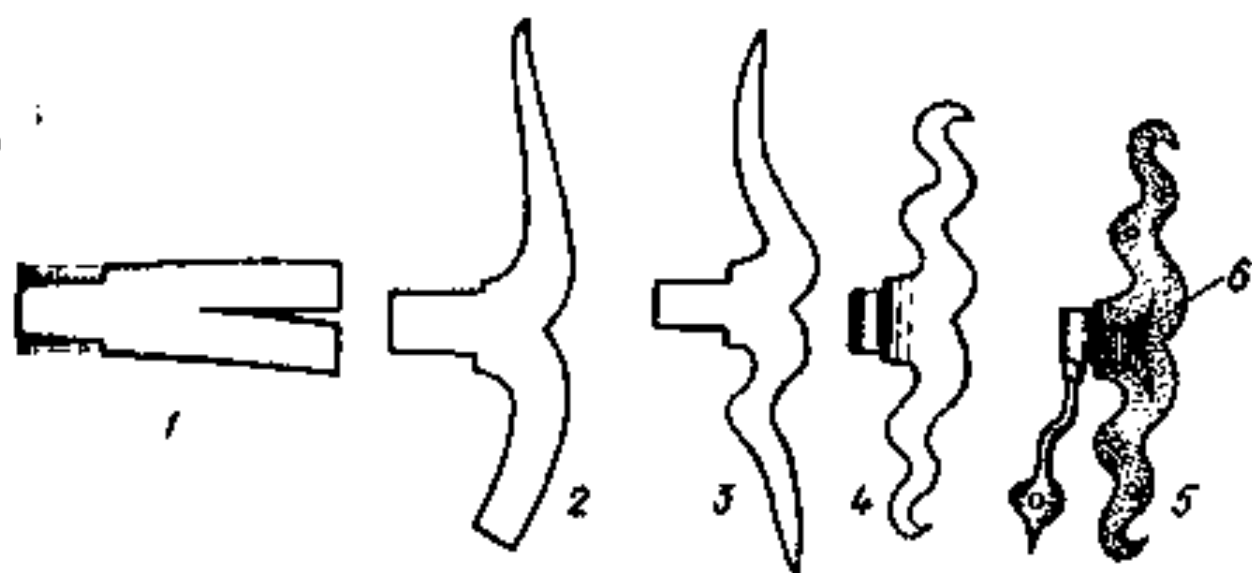
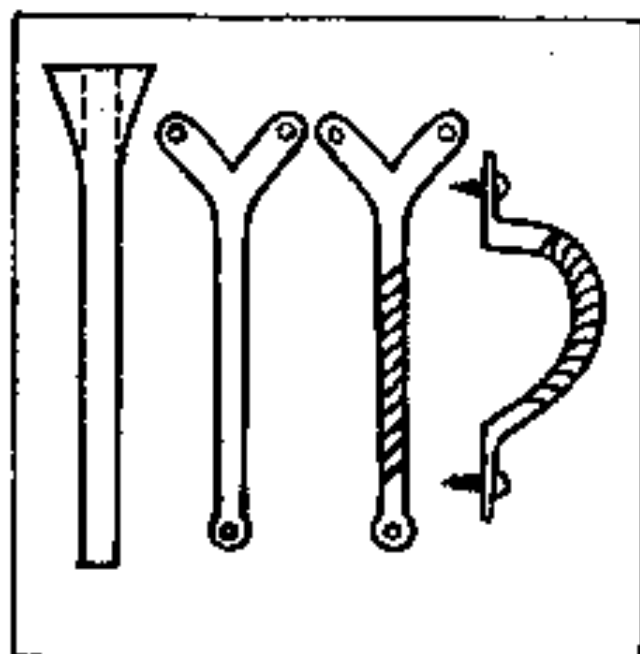


Рис. 10. Последовательность изготовления декоративных петель:  
 1 — разрезка заготовки; 2 — отглаживание концов; 3 — придание формы;  
 4 — лавно ушка петли; 5 — готовая петля; 6 — насечка



*Рис. 51. Изготовление ручки*

ной высадки металла. Лишний материал отрубывают. Отрубленные концы следует оформить. Для этого, отступив от края на расстояние, равное ширине полосы, с двух сторон по середине пробивают отверстия, далее от углов к отверстию вырубывают часть металла. С помощью чекана в форме затупленного зубила делают насечку с внутренней стороны полученных усов, вследствие разгонки металла

они разворачиваются на наружную сторону. Необходимый кусок круглой заготовки ужимают посредине, прокручивают на  $180^\circ$  и на оправке или роге наковальни закручивают в кольцо, которое в момент крепления ручки заводят в полученную высадку. Чтобы кольцо не меняло своего положения, в месте стыка его спрямляют на ширину полосы.

Для врезных замков используют декоративные накладки, которые могут одновременно служить ручками (рис. 53). Для изготовления ручки из листового металла толщиной 3—4 мм вырубывают заготовку необходимого размера, затем на расстоянии 20 мм от края разрубывают ее. Полученный ус оттягивают на нет и закручивают завиток. На краю наковальни оформляют ручку, далее выполняют отверстие для ключа и крепления, тщательно обработав края изделия напильником.

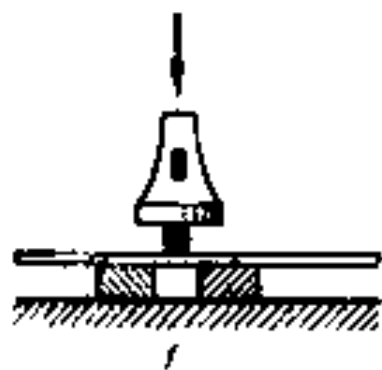
Традиционным элементом кованных изделий является растительный орнамент, состоящий из цветков и листьев. Существует множество способов изготовления цветков из металла. Одним из простейших является способ, когда

*Рис. 52. Этапы изготовления ручки-стучальца:*

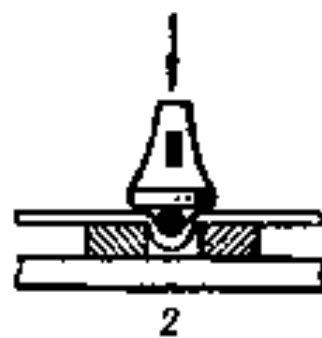
*1, 2 — высаживание ушка; 3 — разрубка и отгибание усов; 4, 5 — сплющивание и торсировка заготовки; 6 — изготовление кольца; 7 — ручка в сборе; 8 — вид сбоку*

*Рис. 53. Ручка-накладка:*

*1 — раскрой листа металла; 2 — формирование бокового завитка; 3 — окончательный вид ручки*



1



2



3



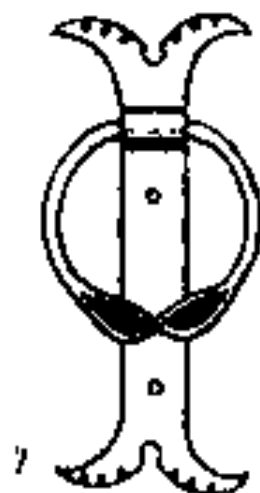
4



5



6



7



8



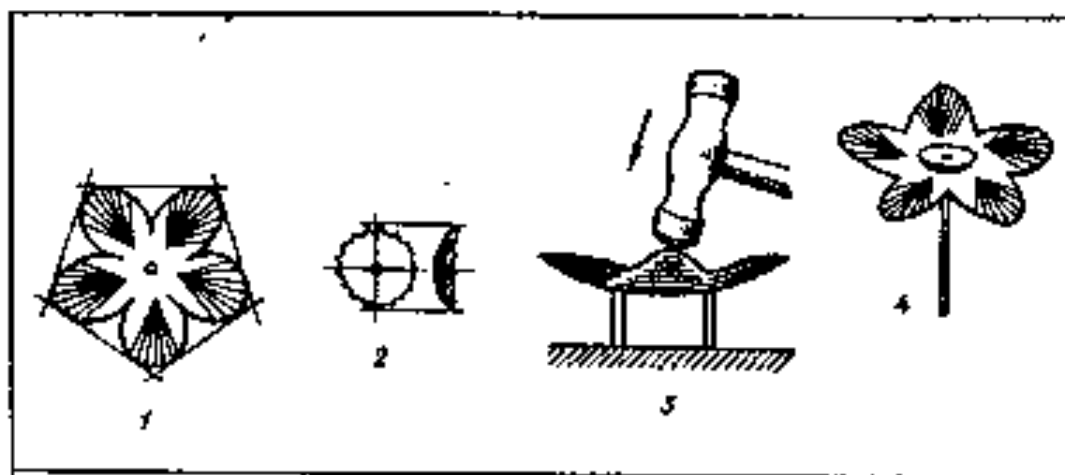
1



2



3



*Рис. 54. Цветок из листового металла:*

*1 — разметка и вырубка формы цветка; 2 — середина цветка; 3 — формирование объема; 4 — вид в сборе*

элементы цветка выполняют из листового металла (рис. 54). Задуманную форму цветка делят на отдельные элементы, затем для каждого изготавливают шаблон из картона или плотной бумаги. С помощью шаблонов рисунок переносят на металл, вырубывают заготовки и придают им необходимую форму. На цветки, изготовленные из тонкого металла, можно нанести фактуру чеканами с различной формой боя холодным способом. При использовании металла толщиной свыше 3 мм элементам цветка можно придать форму не только вырубкой, но и разгонкой металла, а также за счет получения более глубокого рельефа при нанесении фактуры горячим способом. После этого элементы собирают в цветок. Если необходимо, цветок нагревают и окончательно формируют с помощью клещей или плоскогубцев.

Процесс изготовления розы по технологии похож на вышеописанный способ, но имеет свои особенности: из листа металла вырубывают три круглые заготовки с отверстиями посредине. Диаметр отверстия должен соответствовать стеблю, на котором будет крепиться бутон. Затем от края к центру заготовку разрубывают на пять одинаковых частей-секторов, не доходя до центрального отверстия 5—8 мм.

Заготовку нагревают и одну часть отгибают под углом 90°, укладывают на угол наковальни или шперак и расковывают. При этом уменьшится толщина отогнутой части и увеличится ее размер. Прокованную часть отгибают на прежнее место, перекрывая соседние элементы. Операцию повторяют со всеми частями заготовки.

Лепестки укладывают ступенькой — одна часть лепестка должна находиться под предыдущими, другая под succeeding. Раскованные заготовки в плоском виде собирают в пакет и укрепляют на несущем стержне. Набор хорошо нагревают и плоскогубцами придают ему форму розы. От количества заготовок зависит объем цветка.

Одним из вариантов является способ изготовления розы из цельного куска металла (рис. 55). Для этого в заготовке необходимого размера оттягивают и формируют отрезок меньшего диаметра. Хорошо нагретую заготовку вставляют в отверстие наковальни или плиты тонким концом, а другой, более толстый, осаживают в форме конуса или полусферы. Далее, начиная с основания конуса, надрубывают металл полукруглым зубилом.

При этом способе изготовления розы нельзя дать конкретных советов по количеству и глубине разрубов и их направлению, поскольку все зависит от вкуса кузнеца. Однако следует помнить, что ширина линии разруба и угол отклонения лепестков зависят от толщины зубила и угла его заточки.

Используя способность металла увеличивать площадь при уменьшении толщины, можно изготовить цветок из цельной заготовки с оттягиванием лепестков. Для этого валькой выполняют круглую бляшку толщиной 6—8 мм (от толщины зависит длина лепестков). Хорошо разогретую заготовку укладывают на угол наковальни плашмя (не более чем на половину диаметра заготовки) и наносят по ней сильные удары кувалдой, постепенно смещая ее перпендикулярно углу наковальни. При этом металл утон-

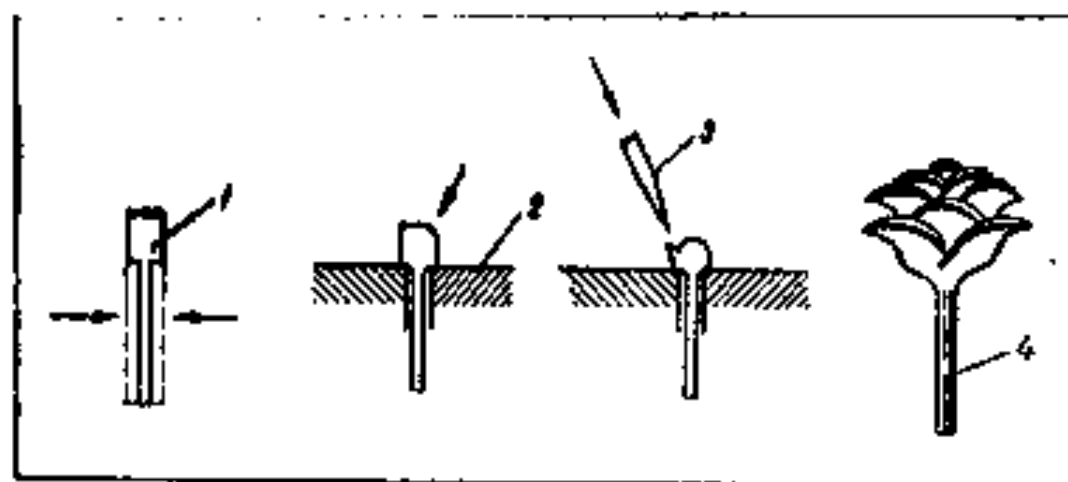
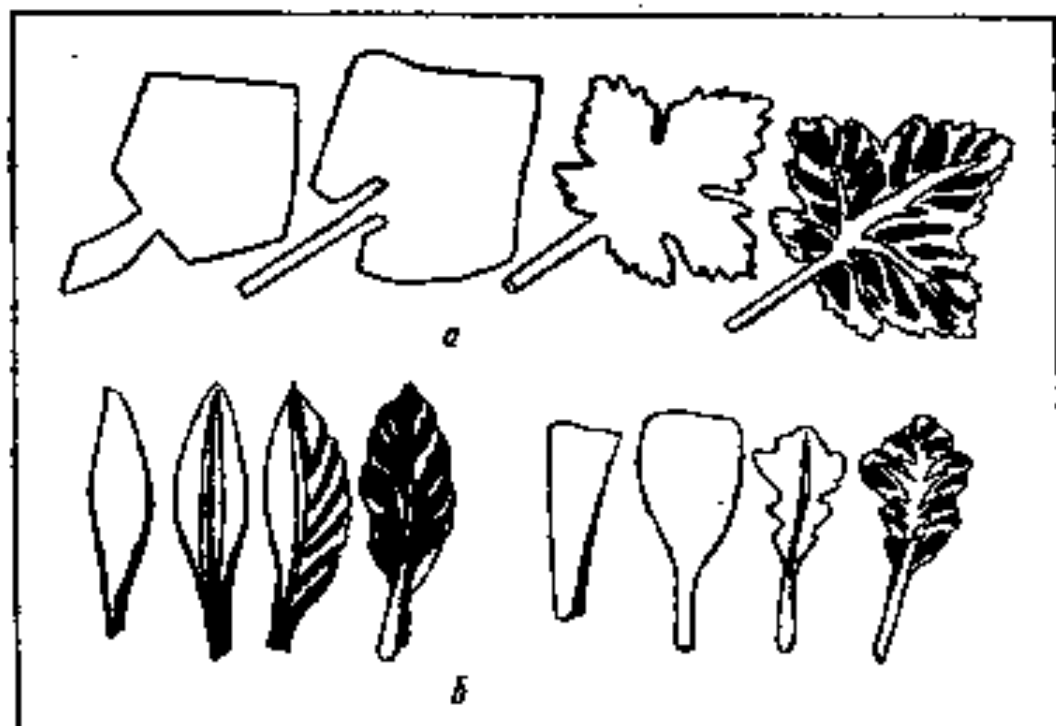


Рис. 55. Изготовление розы из цельного куска металла:

1 — заготовка; 2 — наковальня или кузнечная форма; 3 — полукруглое зубило; 4 — готовый цветок





**Рис. 56. Изготовление листьев:**

**а — из листового металла; б — вытягиваемым из цельной массы металла**

чается и вытягивается, принимая форму лепестка. Операцию повторяют столько раз, сколько необходимо получить лепестков. Изготавливать их более семи нецелесообразно, так как теряется отчетливая форма цветка. С помощью фасонного пуансона оформляют центр цветка.

Выполняя розу из цельной заготовки, осаженной части придают форму конуса. Если эту часть осадить до формы бляшки и оттянуть лепестки вышеописанным способом, то получим цельный цветок со стеблем.

Логичным завершением описанных способов является получение цветка на стебле с листком, выполненных из единого куска металла. Для этого концу стебля цельного цветка придают форму листа. Стебель сгибают вдвое так, чтобы лист находился ниже цветка. Полученную двойную часть, находящуюся ниже листа, скручивают, проковывают и оттягивают до необходимой толщины. Если оставить на конце стебля запас металла, а затем его сплющить и разрубить, получим цветок с двумя листками.

При выполнении сложных композиций с растительным орнаментом возникает необходимость в изготовлении отдельных элементов, в том числе листьев. Технология их изготовления такая же, как и цветков. Листья также можно выполнить из листового металла или вытянуть из цельной массы (рис. 56).

Фактуру поверхности придают с помощью чеканов и фасонных молотов, а также на специальной плите (матрице), представляющей собой плиту из закаленного металла контррельефом той фактуры, которую необходимо получить на изделии. Для этого предварительно изготовленную по форме листа заготовку укладывают лицевой стороной на плиту, и по обратной наносят сильные удары ручником, в результате чего на лицевой стороне получают необходимую фактуру. Однако при этом вследствие раздачи металла изменяется первоначальная форма заготовки, что следует учитывать. Таких плит желательно иметь несколько с разной фактурой поверхности. Описанный прием может служить промежуточным процессом с дальнейшей проработкой детали чеканами и фасонными молотками.

Не менее распространенным элементом украшения в художественной ковке, чем растительный орнамент, являются различной формы шишки. Их выводят свертыванием проволоки в спираль из одной нитки либо из двух, четырех и более ниток, связанных в пучок (рис. 57).

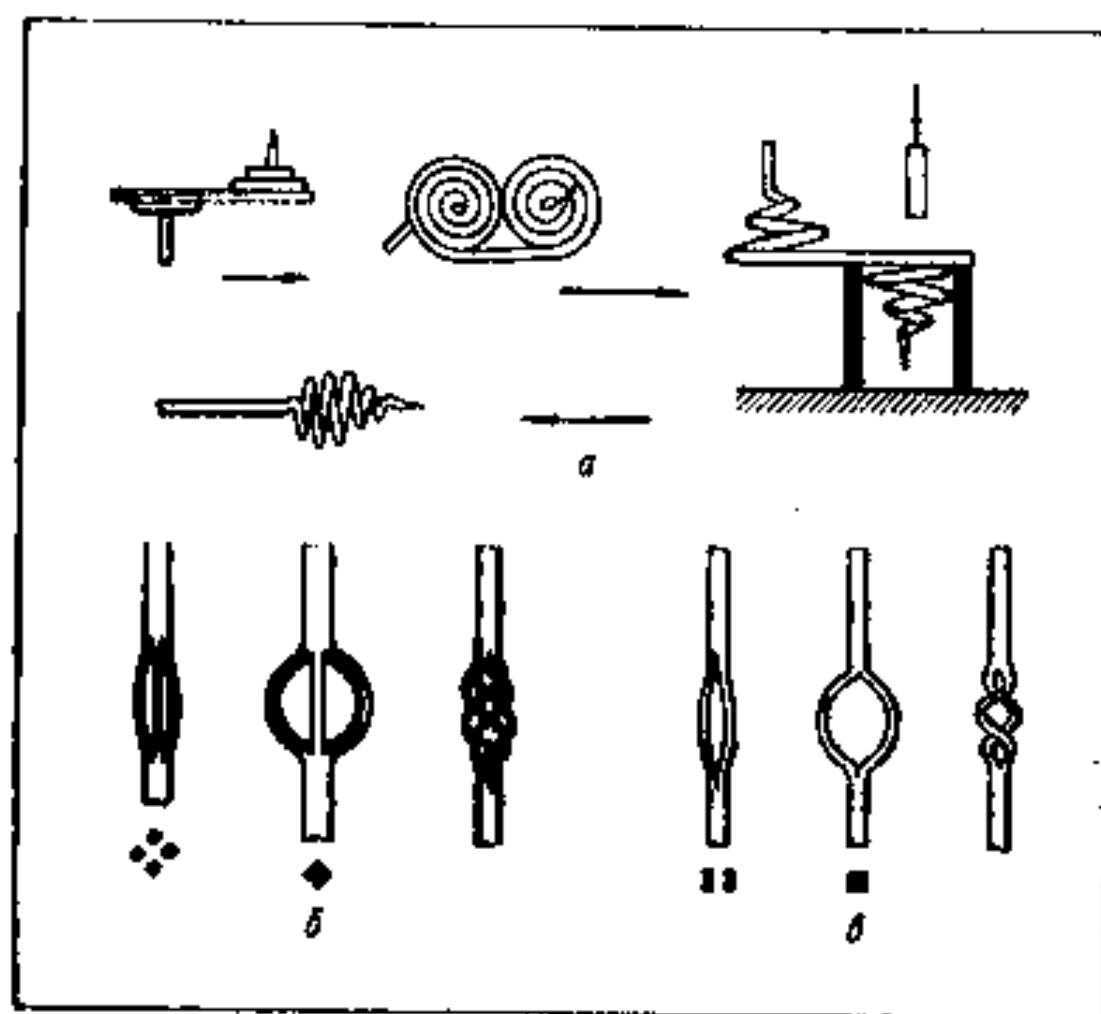


Рис. 57. Шишки:  
 а — шишка, выполненная в одну нитку; б, в — расклевываем в четыре и две нитки

Наиболее простой способ — изготовление шишки в одну нитку. Для этого из проволоки диаметром 5—8 мм в зависимости от размеров шишки отрезают кусок нужной длины и один конец отгибают под прямым углом. Длина загибаемого конца приблизительно 3 см. Отогнутый конец зажимают в тисках так, чтобы оставшаяся длинная часть заготовки была параллельна губкам тисков и над губками выступал участок длиной не более толщины проволоки. Зажатый конец будет служить осью, вокруг которой закручивают спираль. Заготовку предварительно нагревают и закручивают на половину ее длины. Ту же операцию повторяют с другой частью заготовки. Закручивание половин заготовки выполняют навстречу до их смыкания. Заготовка из проволоки имеет малую массу и быстро остывает, поэтому во время закручивания желательнее подогреть ее горелкой. Полученным спиральям придают форму конусов с основаниями, расположенными в одной плоскости. Конусы высаживают ручником или вытягивают центр спирали клещами.

При частом изготовлении шишек необходимо запастись отрезками труб разного диаметра, что упрощает формирование конусов. Спираль укладывают на трубу соответствующего диаметра, в центр спирали ставят наставку и по ней наносят удар ручником, при этом с одного удара оформляется конус шишки. Готовые конусы аккуратно докручивают, совмещая основаниями.

Шишки с большим количеством ниток изготавливают из нескольких кусков проволоки, например, четырех. С учетом усадки шишки заготовки берут несколько большей длины, чем необходимый размер. Концы их сваривают и проковывают в квадрат. Разогретую заготовку одним концом зажимают в тисках, а на другой надевают вороток и производят скручивание. От количества оборотов зависит степень сложности шишки: чем их больше, тем более «крутой» будет шишка.

После остывания заготовки ее раскручивают в обратном направлении, до получения необходимой формы. Если хотят увеличить диаметр шишки, то проводят осадку, нанося удары по торцу заготовки.

При изготовлении более сложных шишек с большим количеством ниток бывает трудно равномерно расположить заготовки вокруг воображаемой осевой линии, чтобы они образовали цилиндр, который в процессе скручивания не должен потерять форму. В данном случае роль несущей

инной линии будет выполнять одна из заготовок, длина которой несколько больше, чем остальных. Лишние концы заготовки загибают на  $180^\circ$ , длина загнутых концов около 2 см. При сборке пакета заготовок загнутые концы располагают внутрь пакета и внакладку на отогнутые концы приваривают остальные заготовки, при этом образуется цилиндр из прутков. Концы полученного цилиндра проковывают на квадрат.

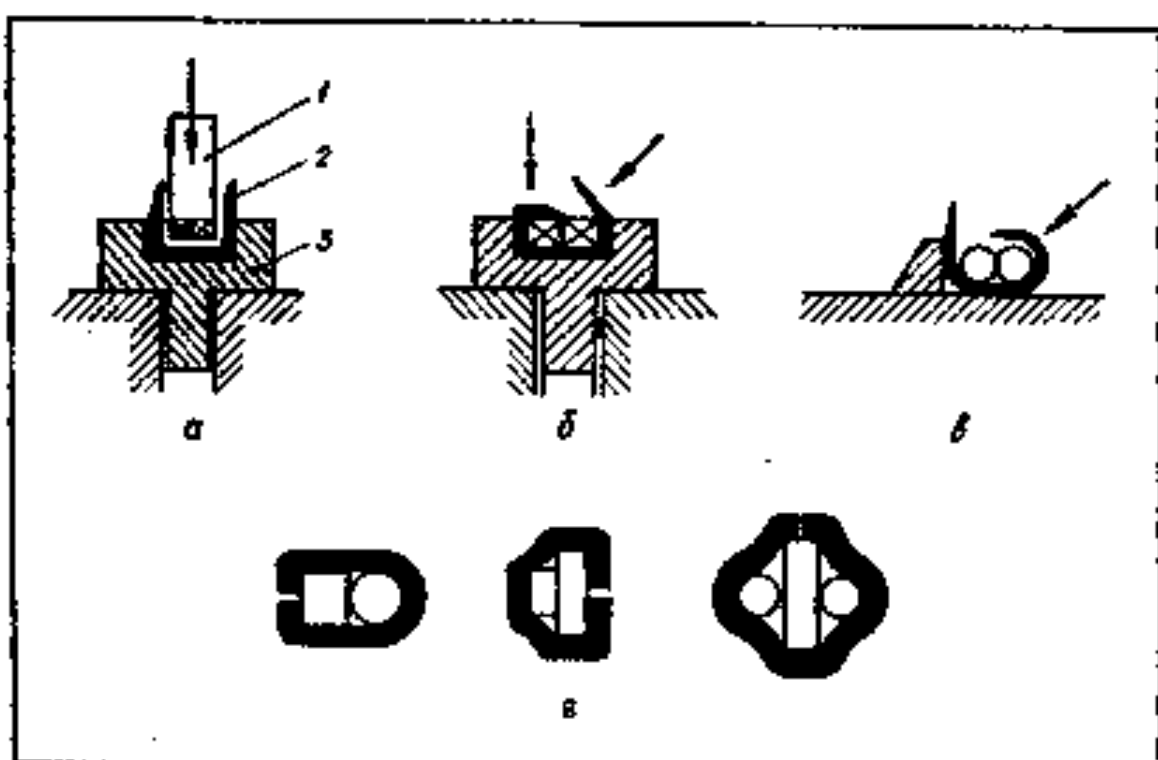
Помимо шишек из набора заготовок, их можно выполнить способом рассекания цельной заготовки металла. При изготовлении шишек в четыре нитки заготовку квадратного сечения разрубывают по четырем плоскостям на необходимую длину до полного разделения металла на четыре части, затем каждую часть правят на шпераке или роге накопальни, сбивая заусенцы и заваливая острые грани, образовавшиеся после рубки. После этого проводят скручивание. Так же выполняют шишки в две нитки. В некоторых случаях в шишках из двух ниток последние предварительно уплощают и на них выполняют встречное скручивание.

Красиво выглядит шишка из четырех ниток, в середине которой находится кованый шар диаметром, меньшим диаметра шишки.

Наиболее частой ошибкой начинающих кузнецов при изготовлении шишек является нанесение зубилом засечек поперек заготовки для отметки границ разрубки. В этих местах почти всегда в момент раскручивания шишки отламываются нитки от основной массы металла. Отметки необходимо в таких случаях наносить керном. Чтобы начало и конец разрубов выглядели более аккуратными, в этих местах можно просверлить отверстия.

**Хомуты и снобы.** Традиционным способом соединения элементов кованых изделий является соединение хомутом — П-образной снобой с внутренним размером, соответствующим размерам соединяемых деталей (рис. 58). Торцы хомута могут быть прямые и после загибания располагаться встык. При соединении концов внахлест их стягивают на нет.

Изготовление хомутов начинают с подготовки оправки, внутренний размер которой должен быть равен сумме размеров соединяемых деталей плюс две толщины металла, из которого изготовлен хомут. Размер наставки равен размеру соединяемых деталей. Разогретые заготовки для хомутов укладывают на оправку и с помощью наставки



**Рис. 58. Соединение с помощью хомутов:**  
*а* — изготовление хомута; *б, в* — способы скрепления хомутами; *г* — виды соединенных прутков различного сечения; 1 — оправка; 2 — хомут; 3 — нижник

высаживают. Предварительно, если необходимо, концы заготовок оттягивают на нет. Соединять детали можно в той же оправке, которая применялась для изготовления хомутов, или выполнять эту операцию на наковальне, используя в качестве упора подкладной или иной инструмент. Хомуты на соединяемые детали ставят в горячем состоянии. При охлаждении металл сжимается и плотно стягивает элементы изделия.

Помимо функционального назначения, хомуты также являются важным декоративным элементом изделий художественнойковки. Поэтому при изготовлении их используют те же приемы нанесения декора и фактуры, что и при изготовлении основных деталей. В тех случаях, когда необходимо установить хомут, а место соединения несет большие механические нагрузки, соединение рекомендуется выполнять сварным. Затем это место зачищают и устанавливают на нем декоративный хомут.

Для хомутов, соединяющих детали разного размера, изготавливают соответствующие оправки, используя для этого приспособление, с помощью которого выполняют прямоугольные хомуты. Оно представляет собой два стальных уголка толщиной 10—15 мм и с разными размерами сторон. Большая сторона имеет ширину 30—

40 мм, в ней просверлены два отверстия под винты. Ширина меньшей приблизительно 20 мм. Эти уголки устанавливаются в тисках вместо губок, меньшей стороной вниз. Таким образом получают оправку, состоящую из двух половин. Сдвигая и раздвигая тиски, можно изменять ее размер.

Не менее интересным и декоративным является способ соединения элементов изделия скобой (рис. 59). При этом одна из деталей в точке соединения должна быть расплющенной. Обычно этот способ применяется для соединения готового полосового материала с прутками круглого или квадратного сечения.

Для соединения кованых элементов скобой в полосе, отступив от края на некоторое расстояние, делают два продольных разруба. Длина разруба равняется сумме длин трех граней (для заготовок квадратного или прямоугольного сечения) детали, которая будет вставляться в скобу, плюс  $\frac{1}{4}$ . Разрубку выполняют на лицевой стороне заготовки. Затем разогретую заготовку переворачивают лицевой стороной вниз и располагают место разруба над квадратным отверстием наковальни. С помощью раскатки высеченную полоску выдавливают на лицевую сторону. Полученную таким образом петлю правят бородком меньшего размера, чем размер присоединяемой детали. Конец детали слегка сбивают на конус. Полученную скобу нагревают и в нее ударами вгоняют деталь, после остывания скоба сжимается и крепко фиксирует изделие.

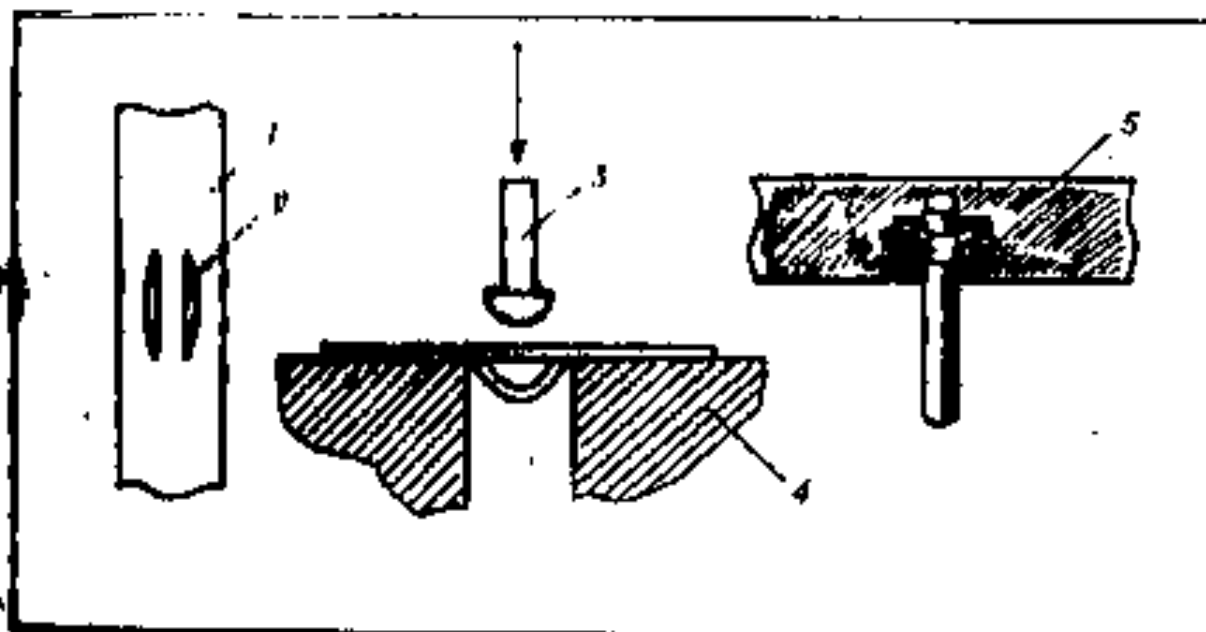
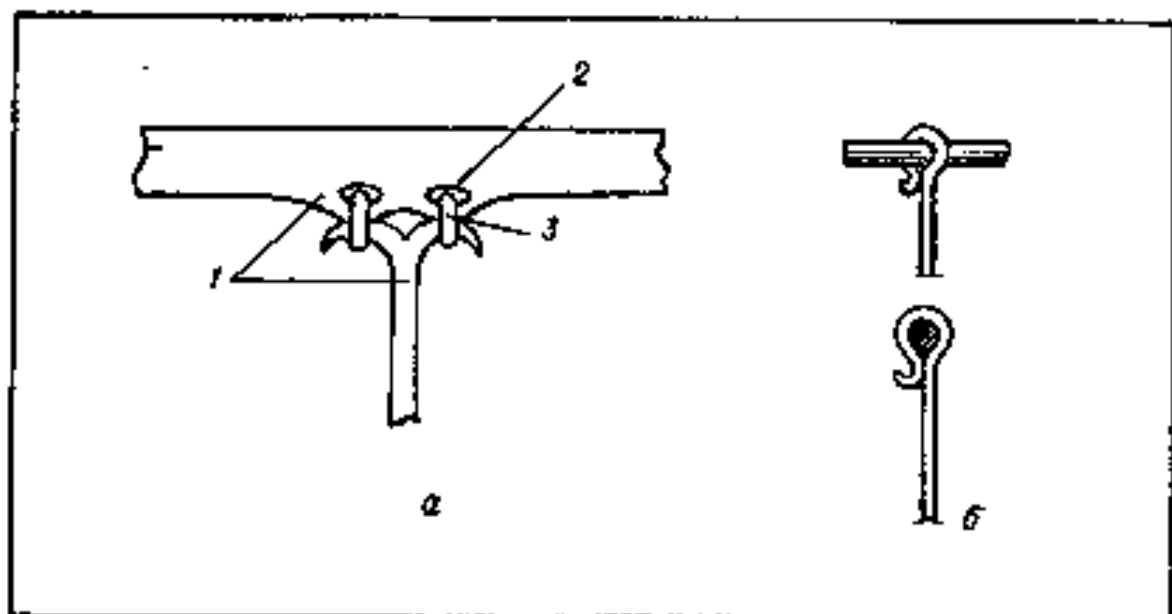


Рис. 59. Соединение с помощью скобы:

1 — заготовка; 2 — место просеки; 3 — раскатка; 4 — наковальня; 5 — соединение в сборе



**Рис. 60. Комбинированный способ соединения деталей:**  
 а — с использованием рассечки и хомутов; б — огибанием; 1 — детали;  
 2 — рассечка; 3 — хомут

Если изделие имеет значительные линейные размеры, например перила, поступают следующим образом: скобы выполняют на заготовке, используя горн, а в процессе сборки каждое соединение разогревают пламенем газовой горелки.

Для соединения деталей применяют также комбинированный способ: хомут — скоба (рис. 60). В данном случае поперечное сечение деталей может быть любым, на одной из них делают разруб с лицевой стороны, затем это место с помощью бородка разгоняют, конец второй соединяемой детали загибают плавно под углом  $90^\circ$  или оформляют в виде декоративного элемента. Далее эти детали соединяют с помощью хомута.

В некоторых случаях непосредственно деталь или часть ее может служить хомутом. В таком соединении одну деталь нагревают и обковывают вокруг другой. Для надежности соединения хват должен составлять не менее  $\frac{3}{4}$  длины окружности второй детали. Иногда в месте соединения на охватываемой детали делают поперечные канавки, соответствующие профилю детали, выполняющей роль хомута. Эти канавки служат направляющими и удерживают деталь от бокового смещения.

**Клепка.** В художественной ковке наиболее распространенным является способ соединения деталей с помощью заклепок. Обычно заклепки для своих нужд кузнецы изготавливают сами как традиционным способом — с помо-

шью гвоздильки, так и с помощью различных приспособлений. При традиционном способе изготовления берут заготовку круглого или квадратного сечения, один конец ее, будущую головку, осаживают, а остальную часть скругляют и доводят до необходимого диаметра в оправках, лишнюю часть отрубывают. Нужную форму головке заклепки придают на наковальне или гвоздильне. В случаях, когда в соединении используется одна заклепка, применяют заклепки квадратного сечения, чтобы детали не проворачивались относительно одна другой. Отверстия под них пробивают квадратным борозком.

Клепанные соединения, как и хомуты, имеют не только функциональное назначение, но являются также эффективными декоративными элементами (рис. 61).

Соединения выполняют внахлест, односторонними, двусторонними и т. п. Выбор способа соединения зависит от назначения и диктуется художественным замыслом работы. Кроме случаев, когда две детали соединяются третьей — вилкой, существуют варианты, когда непосредственно часть соединяемой детали является заклепкой. При этом

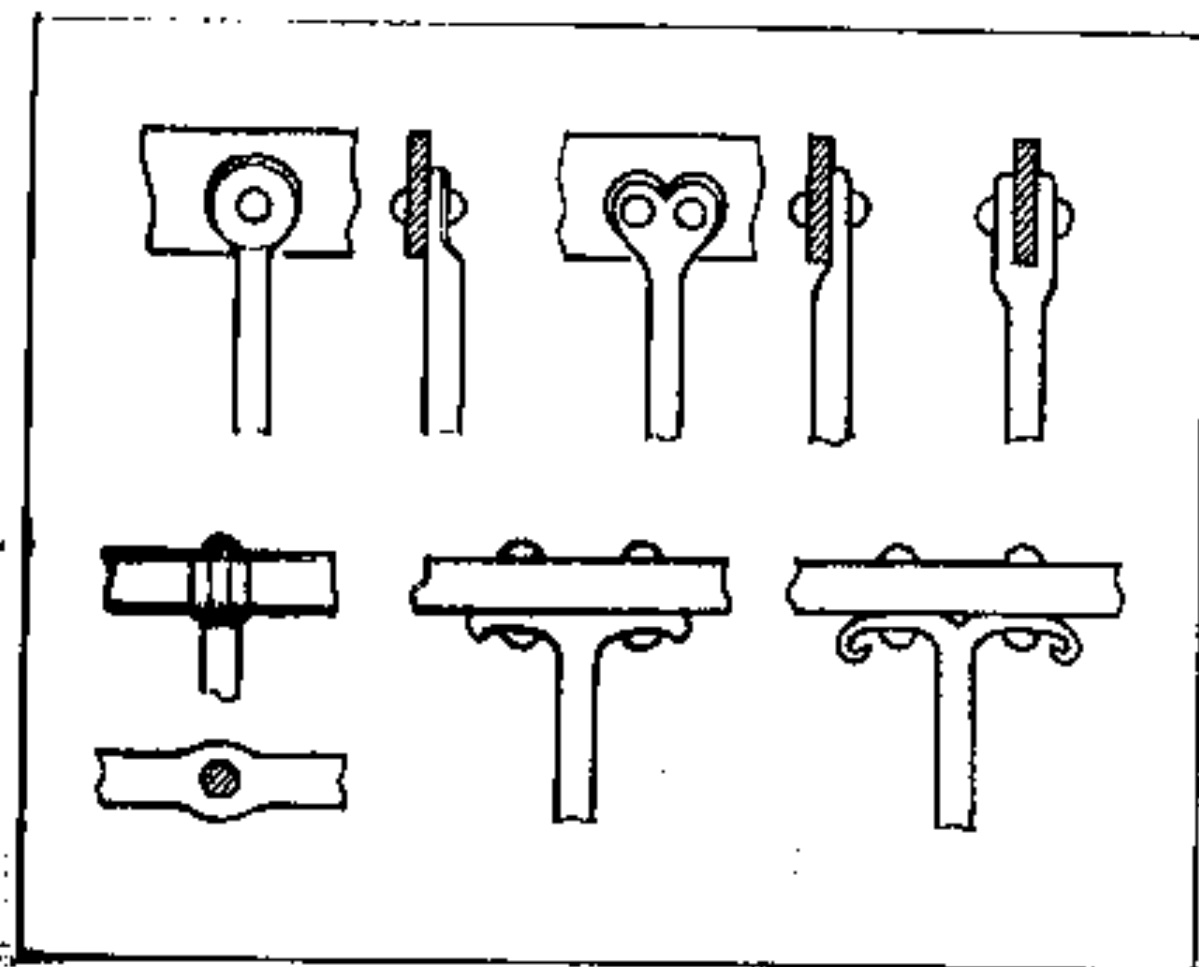


Рис. 61. Виды оформления клепаемых соединений



вся деталь выполняет роль головки, а концу детали с помощью оправок придают цилиндрическую или квадратную форму соответствующего размера. Во второй соединяемой детали выполняют такое же отверстие, в него пропускают конец первой детали и с обратной стороны расклеивают.

Соединяя круглую заготовку с деталью квадратного или круглого сечения большего размера, в ней выполняют отверстие по диаметру присоединяемой детали, которая вставляется в полученное отверстие. Обе детали в сборе сверлятся перпендикулярно соединению и фиксируются заклепкой, но можно обойтись и без нее. В таком случае место соединения в сборе нагревают, укладывают на наковальню, на место пересечения прутков ставят бородок и по нему наносят сильный удар. Металл большей заготовки вонзается в меньшую и зафиксирует ее в отверстии. Соединение будет более крепким, если произвести встречную высадку с использованием нижника в форме бородка.

Кроме традиционных заклепок круглого или квадратного сечения, применяют заклепки других оригинальных форм, например прямоугольные. Отверстия под них выполняют с помощью специально изготовленных бородков или высекают зубилом.

Красиво выполненное соединение требует применения соответствующей заклепки. Если количество заклепок невелико, их головки оформляют вручную с помощью чеканов, при большом их количестве или необходимости иметь оформленную головку с двух сторон следует изготовить матрицу одним из двух способов — прямым или обратным. При прямом способе в цилиндрической заготовке из инструментальной стали фрезерованием, гравировкой или с помощью резцов в торцевой части выполняют углубление в форме головки заклепки. Вдавливая кусочек пластилина в это углубление, по оттиску контролируют процесс работы. По ее окончании матрицу закалывают.

Второй способ более простой и надежный: из инструментальной стали изготавливают заготовку головки заклепки и придают ей необходимую форму с помощью напильников и чеканов. После этого ее закалывают и фиксируют в отверстии гвоздильни. Конец прутка из инструментальной стали хорошо нагревают, наставляют на головку закаленной модели заклепки и по нему наносят удары до тех пор, пока форма полностью не вдавится в металл матрицы. Затем ее обрабатывают и закалывают. Матрицы изго-

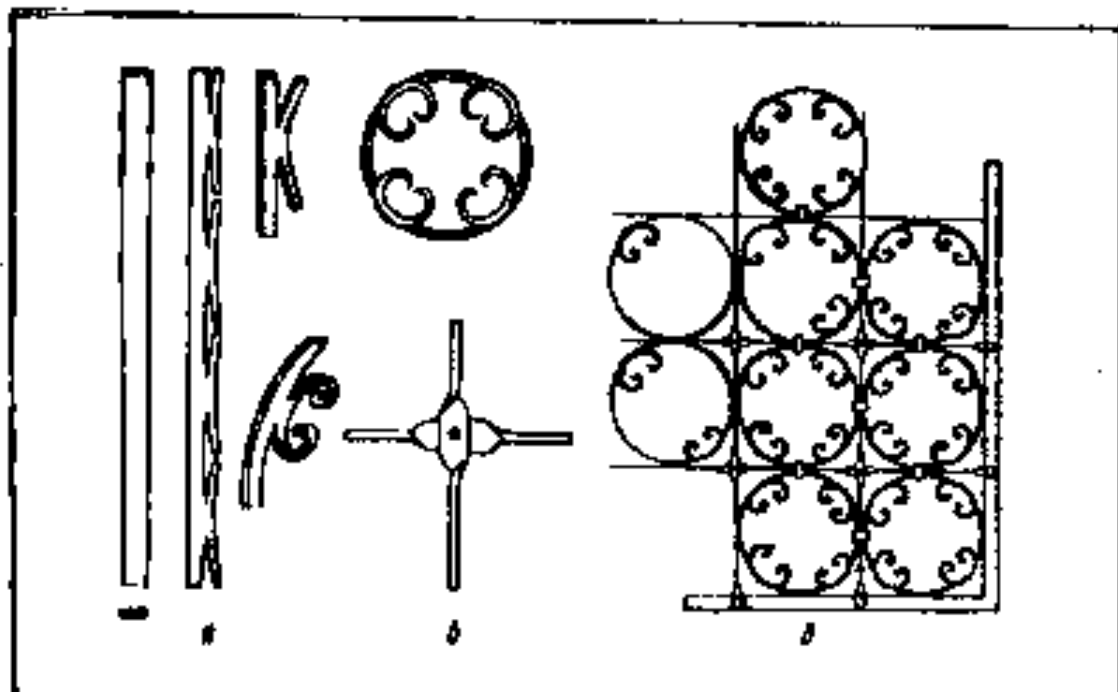


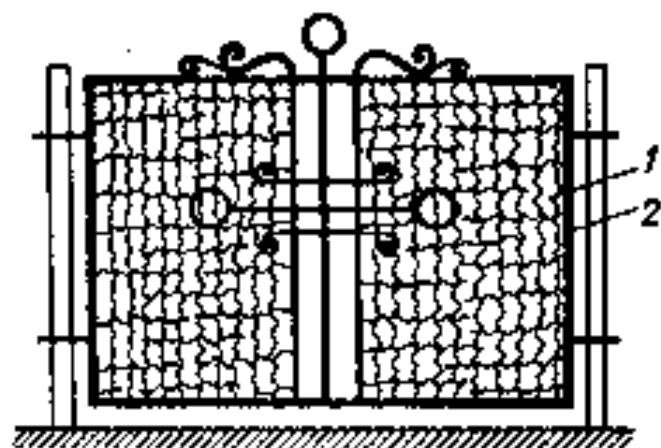
Рис. 62. Фрагмент решетки, выполненной из полосы:  
 а — неогнанные элементы решетки; б — места пересечений и соединения  
 узлов; в — фрагмент решетки в сборе

тывляют в двух экземплярах. При необходимости иметь декоративную головку с двух сторон одну из матриц зажимают в тисках или иным способом — она будет опорной, вторую наставляют сверху и с ее помощью формируют расклепываемый конец заклепки. Такие соединения могут иметь с противоположных концов разные формы головок.

Осваивать техникуковки следует начинать с выполнения простых работ, переходя затем к более сложным. Используя два приема — гибку и рубку, — можно выполнить решетку (рис. 62). Для ее изготовления на листе бумаги в натуральную величину вычерчивают элемент решетки, затем рассчитывают и отмечают места рассечения полос и разметку переносят на заготовку. Линии разрыва надрубают зубилом, чтобы после нагревания они были чистыми. После этого производят разрубку заготовки в нагретом состоянии. Полученные усы отгибают перпендикулярно основной полосе и проковывают, сбивая заусенцы, образовавшиеся после рубки. Прокованные части отгибают в первоначальное положение. Далее, разогрев заготовку, эти части закручивают в завитки.

Пользуясь шаблоном, сгибают заготовки в кольца, вставляют их в подготовленную раму и фиксируют сваркой или хомутами.

Широкое распространение в качестве ограждения



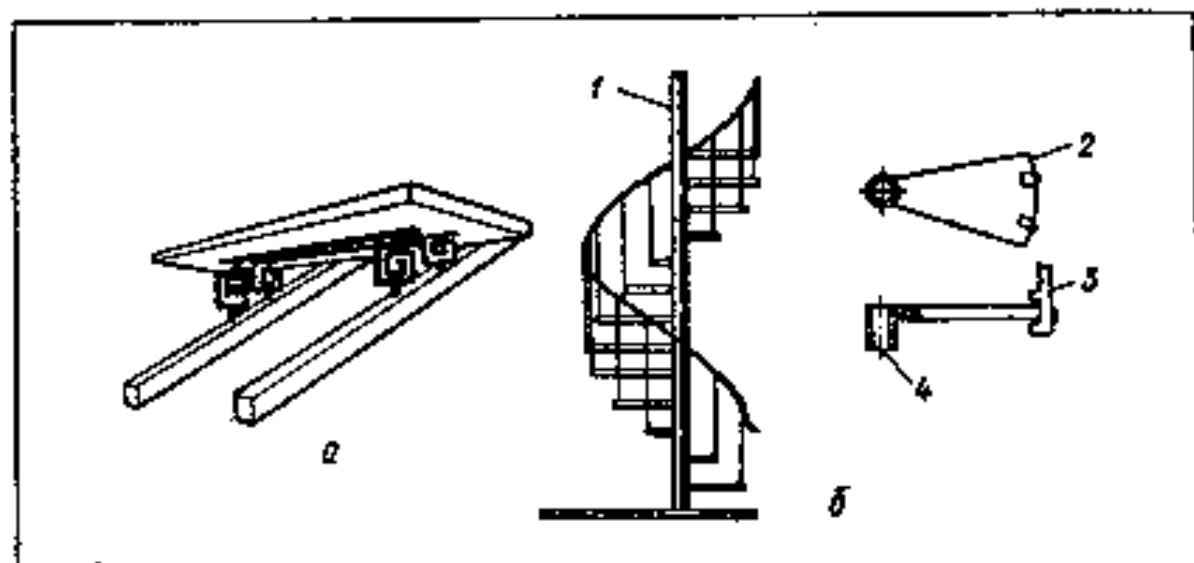
**Рис. 63. Вариант оформления секции сеточного ограждения:**  
1 — сетка; 2 — рама из уголка

получили стандартные секции из сетки, которые можно украсить коваными вставками (рис. 63).

В индивидуальном строительстве широко применяются металлические лестницы с элементами кованого декора. Изготавливать прямые лестницы не сложно. Особый интерес представляют винтовые (рис.

64). Обычно это чисто металлические конструкции. Несущей основой является стальная труба диаметром 90—120 мм, на которой крепятся ступени. Ширина марша — 60—90 см. Общий диаметр лестничного проема будет равен двум маршам плюс диаметр несущей трубы.

Количество ступеней, их глубину и высоту рассчитывают следующим образом: например, необходимо изготовить лестницу с шириной марша 70 см, диаметром несущей трубы 10 см, которая на высоту подъема 2,5 м делает  $\frac{3}{4}$  оборота. Рассчитываем диаметр лестницы ( $70 \times 2 + 10 \text{ см} = 150 \text{ см}$ ) и определяем длину окружности ( $150 \times 3,14 = 470 \text{ см}$ ). Принимаем глубину ступени по наружной сторо-



**Рис. 64. Оформление металлических лестниц:**  
а — элементы крепления ступеней; б — конструкция винтовой лестницы;  
1 — несущая труба; 2 — ступень; 3 — элемент крепления перила; 4 — ступень

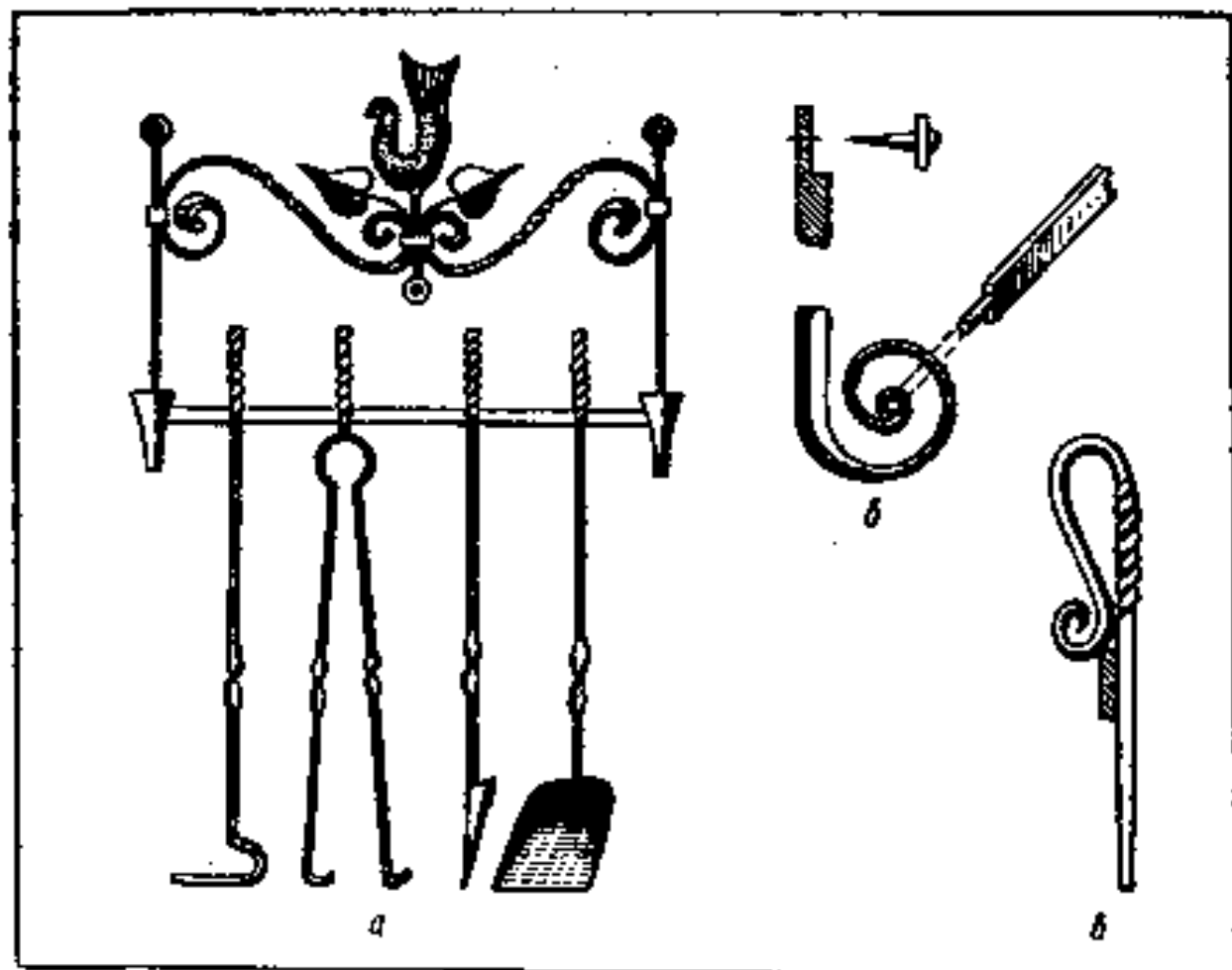
не ил см и определяем количество ступеней, вмещающихся в данную окружность ( $470 : 25 = 19$  шт.). Так как лестница делает  $\frac{3}{4}$  оборота на высоту подъема, определяем количество ступеней для данной лестницы ( $19 : 4 \times 3 = 15$  шт.). Высоту ступеней рассчитываем, разделив высоту помещения на их количество ( $250 \text{ см} : 15 = 17 \text{ см}$ ).

В итоге получаем следующие исходные данные для винтовой лестницы: количество ступеней 15 шт., глубина по наружной стороне 25 см, высота ступени с учетом толщины материала 17 см. Места крепления ступеней на несущей трубе размечают так: длину окружности трубы на трубе  $\frac{3}{4}$  делит на количество ступеней и на трубе проводят вертикальные линии. Затем на первой линии, отступив от осевания трубы 17 см, делают отметку, на второй линии — 34 см и т. д. до конца. Эти отметки будут соответствовать плоскостям ступеней. Конструкция ступеней может быть разной — их можно сварить из стального уголка или выполнить деревянными, можно изготовить кованый крестштейн, на котором закрепить площадку ступени из любого материала, а также элементы перил. При сборке лестницы необходимо следить за тем, чтобы ступени располагались строго перпендикулярно к центру несущей трубы, каждая на своей отметке; иначе небольшое отклонение может привести к нарушению ритма лестницы.

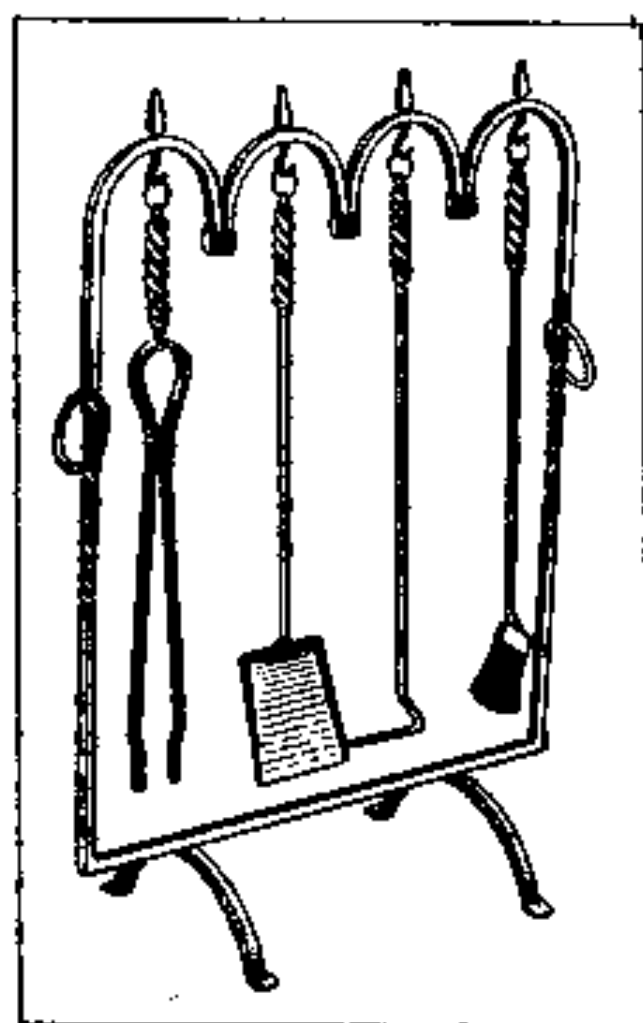
При другом варианте изготовления винтовой лестницы изготавливают стальные отрезки труб с внутренним диаметром, соответствующим наружному диаметру несущей трубы, и высотой, равной высоте ступени. На полученные отрезки наваривают конструктивные и декоративные элементы. После этого полученные модули нанизывают на несущую конструкцию и фиксируют. В качестве несущей можно использовать всеобщеполитическую трубу несколько большего диаметра, чем стальная, а модули зафиксировать, скрепив их между собой или применив резьбовые соединения.

Особый уют в помещении создают камни. Но как бы тщательно и красиво не были они выполнены, они всегда будут казаться незаконченными при отсутствии предметов для их обслуживания, которые имеют не только функциональное назначение, но являются украшением интерьера.

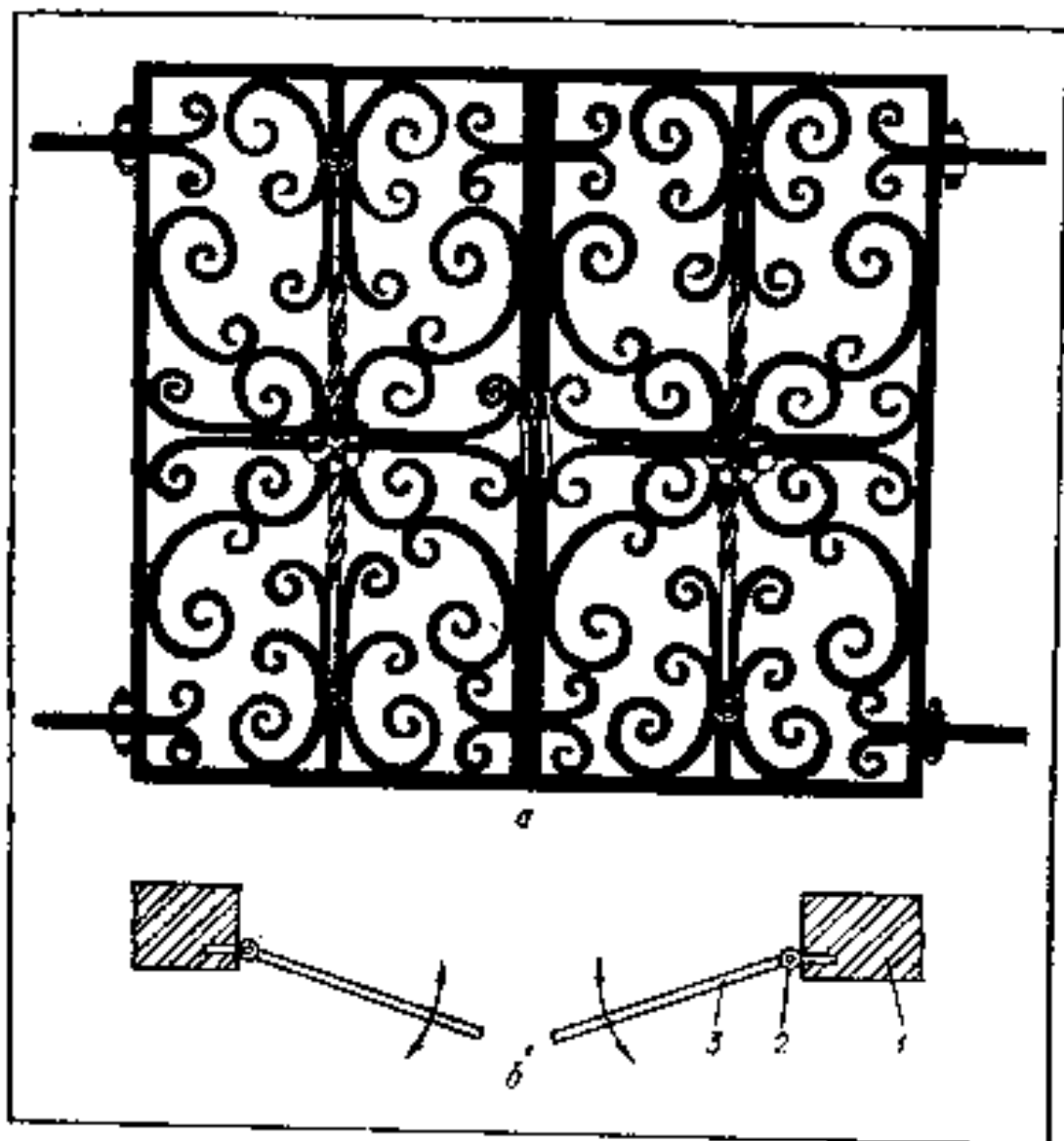
Существует множество решений оформления каминных наборов. При небольшой площади помещения каминный набор можно изготовить в настенном варианте (рис. 65). Количество предметов в наборах колеблется от



**Рис. 65. Набор предметов для  
камина (настенный вариант):**  
а — общий вид; б — вид сбоку;  
в — крепление на стойке



**Рис. 66. Каминный набор (на-  
польный вариант)**



**Рис. 67. Решетка для камина (двустворчатая):**  
*а — общий вид; б — крепление створок решетки; 1 — кладка камина; 2 — панель; 3 — решетка*

трех до пяти. Обычно это совок, кочерга, клещи и щетка для выметания золы, выполненная из металлической проволоки, так как другие материалы при попадании на них тлеющих углей могут воспламениться.

Для щетки можно использовать отрезки стального троса небольшого диаметра, концы которых распускают и складывают вдвое, образуя петлю и насаживая их на отрезок прутка диаметром 6—8 мм и требуемой длины. Этот набор вставляют в разогретую обойму, представляющую собой стальную пластину, согнутую вдвое, и обковывают. В момент проковки обвальцовывают торцы. Отрезок прутка, находящийся внутри, будет надежно удерживать стальной ворс.

Если позволяет площадь, каминный набор можно решить в напольном варианте (рис. 66).

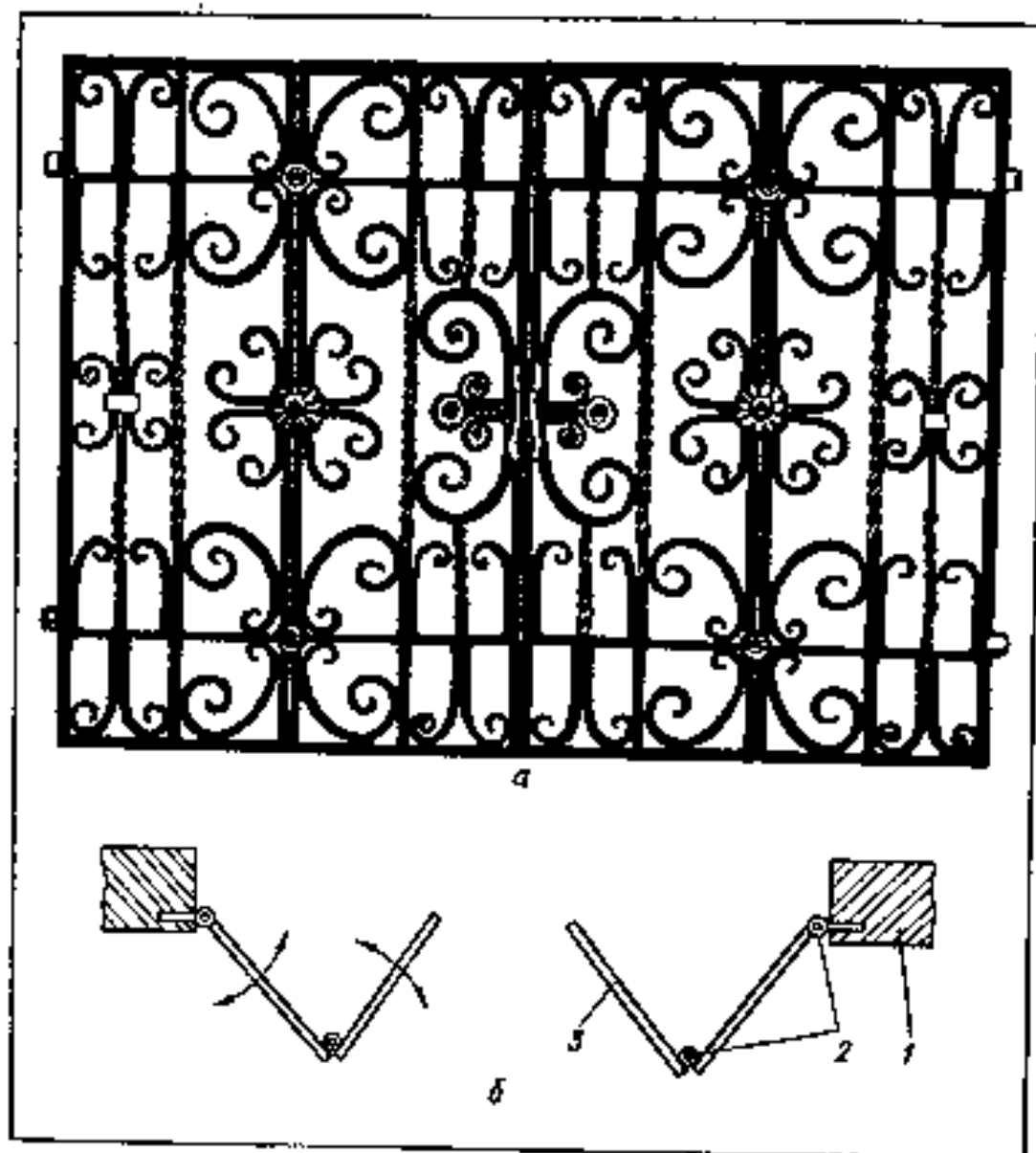


Рис. 68. Каминная решетка четырехсекционная:  
1 — камин; 2 — петли; 3 — решетка

Такое же функционально-декоративное назначение имеют каминные решетки. Приставные решетки используют, когда каминем не пользуются. Встроенные открывающиеся решетки во время топки камина могут находиться в закрытом положении и служить некоторой защитой от искр (рис. 67).

В случае, если размеры створок решетки довольно большие, нет возможности распахнуть их полностью или не позволяет этого сделать расположение камина, их выполняют четырехсекционными (рис. 68).

Элементы крепления решеток в камине необходимо устанавливать в процессе его кладки, которую выполняют на глиняном растворе, поскольку в дальнейшем пробивание отверстий под элементы крепления может привести к ее нарушению.

Решетки можно также закрепить на петлях в металлической раме и этот блок замуровать в кладку.

Интерес представляет способ крепления элементов, например листьев, при оформлении решетки для ворот и калитки (рис. 69). Это крепление имеет красивый вид и напоминает соединение хомутом.

Для соединения элементов изделия конец присоединяемой детали расплескивают до ширины не менее, чем половина длины окружности основной детали. Желательно, чтобы основная деталь имела круглое сечение. Затем обе детали обматывают и аккуратно сваривают в местах соприкосновения. Полученное соединение нагревают в горне, если позволяют размеры, или горелкой и с помощью полукруглой наставки или ручником плоскость обвальцовывают вокруг основной детали.

Не следует стремиться в одном кузнечном изделии использовать все приемы, которыми владеете. Например, при изготовлении оконной решетки, кроме приемовковки, роль декоративных элементов могут выполнять прутки разного размера и сечения (рис. 70).

Светильникам, приобретенным в магазине, можно придать оригинальный вид, украсив их кованым декором (рис. 71). Приступая к этой работе, берут за основу светильник с шаровидным плафоном, определяют его размеры и выполняют эскиз в натуральную величину.



Рис. 69. Вариант решетки для ворот и калитки с растительным орнаментом:  
 а — общий вид; б — способ крепления листьев; 1 — обвязка (стальной угольник или полоса); 2 — асбоцементный лист; 3 — петля; 4 — сварочный шов



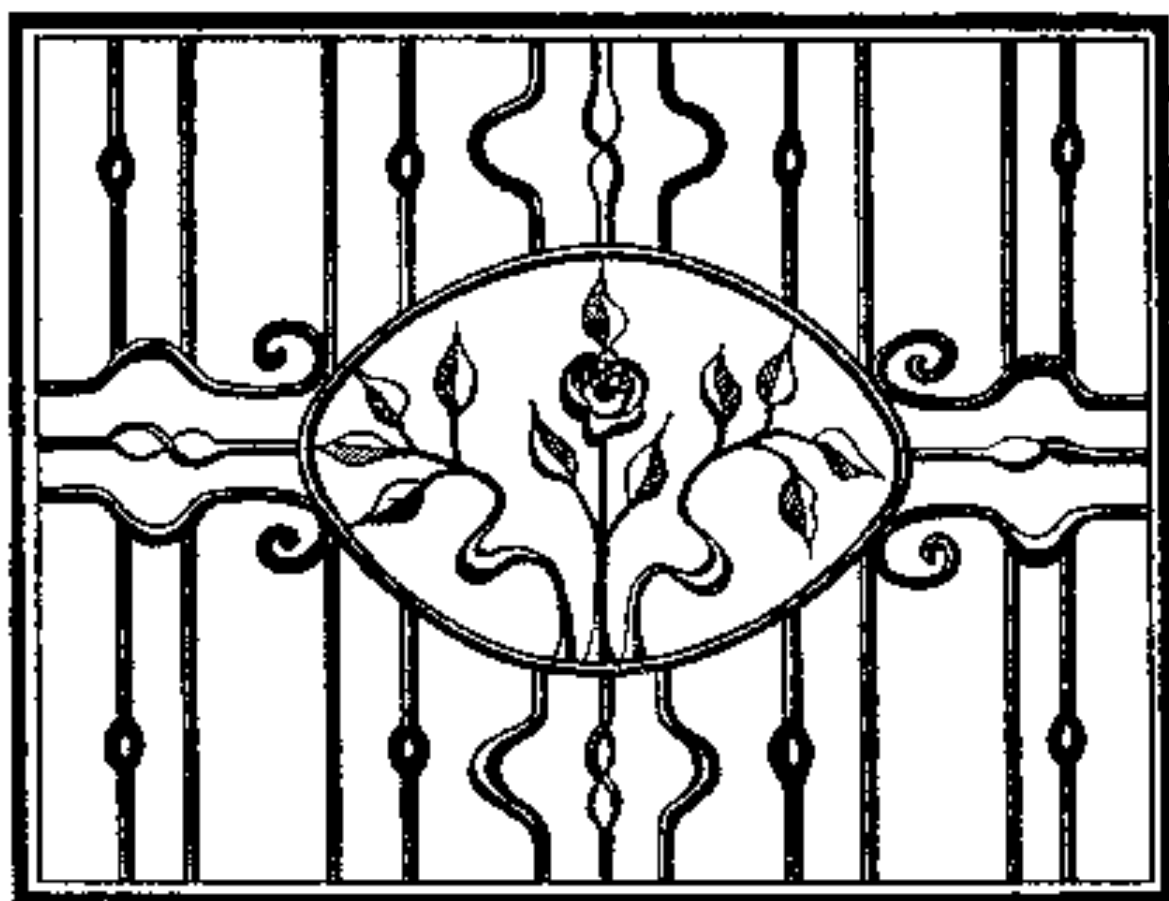


Рис. 70. Оконная решетка

По эскизу выковывают все элементы и приваривают их к металлической крышке светильника, которая свободно перемещается по проводу. Если светильник имеет пластмассовую крышку, ее заменяют металлической. Возможен вариант, когда элементы декора приваривают к отрезку стальной трубы, а ее затем напизывают на провод светильника. К отрезку можно прикрепить декоративную цепь с вплетенным в нее электрическим проводом. Если провод слишком толстый, его заменяют более тонким черного цвета.

Для изготовления декоративных цепей простых геометрических форм используют металлические профили соответствующего сечения, которые зажимают в тисках в вертикальном положении. В отверстии нижнего конца такого приспособления в процессе навивки крепят конец хорошо отожженной проволоки. Конец ее заводят в отверстие и проволоку навивают по принципу пружины. После выполнения необходимого количества витков приспособление переносят на наковальню и тонким зубилом на одной из граней разрубывают спираль, при этом получают звенья цепи. Разрубку лучше заменить распиловкой

спиралью ножовкой по металлу, так как зазоры после рас-  
 нивания выглядят аккуратней. Проволоку для цепи толщи-  
 ной более 6 мм навивают в горячем состоянии. Звенья це-  
 пи, имеющих сложную форму, выгибают на плите со штиф-  
 том. Принцип оформления потолочного светильника та-  
 кой же, как и подвесного, т. е. приобретенный светильник  
 заводского изготовления украшают кованым декором  
 (рис. 72).

Раму для зеркала прямой геометрической

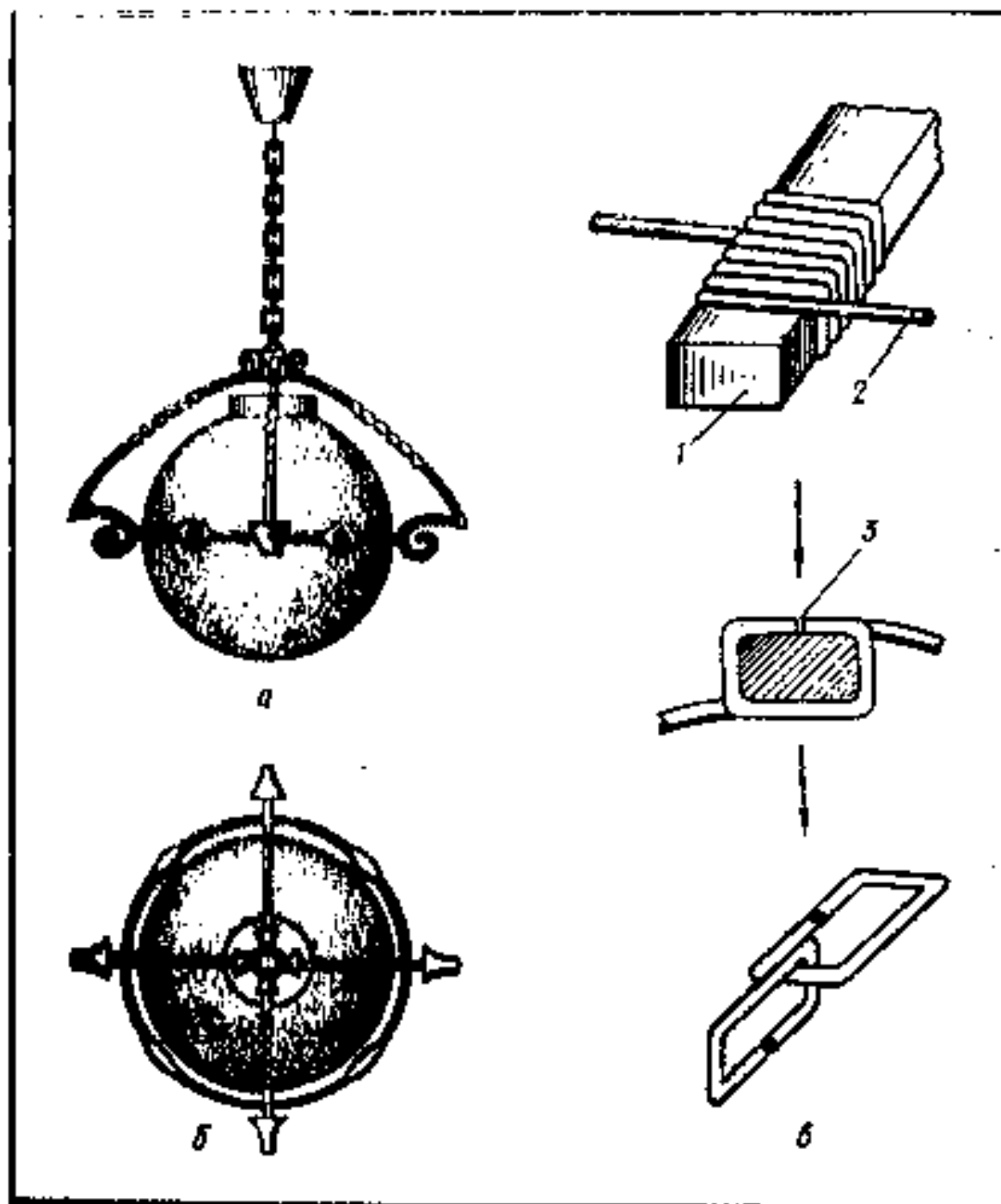


Рис. 71. Светильник:

а — вид сбоку; б — сверху; в — изготовление цепи; 1 — стальной профиль;  
 2 — проволока; 3 — место разрыва

Рис. 72. Потолочный светильник:  
а — вид снизу; б —  
сбоку

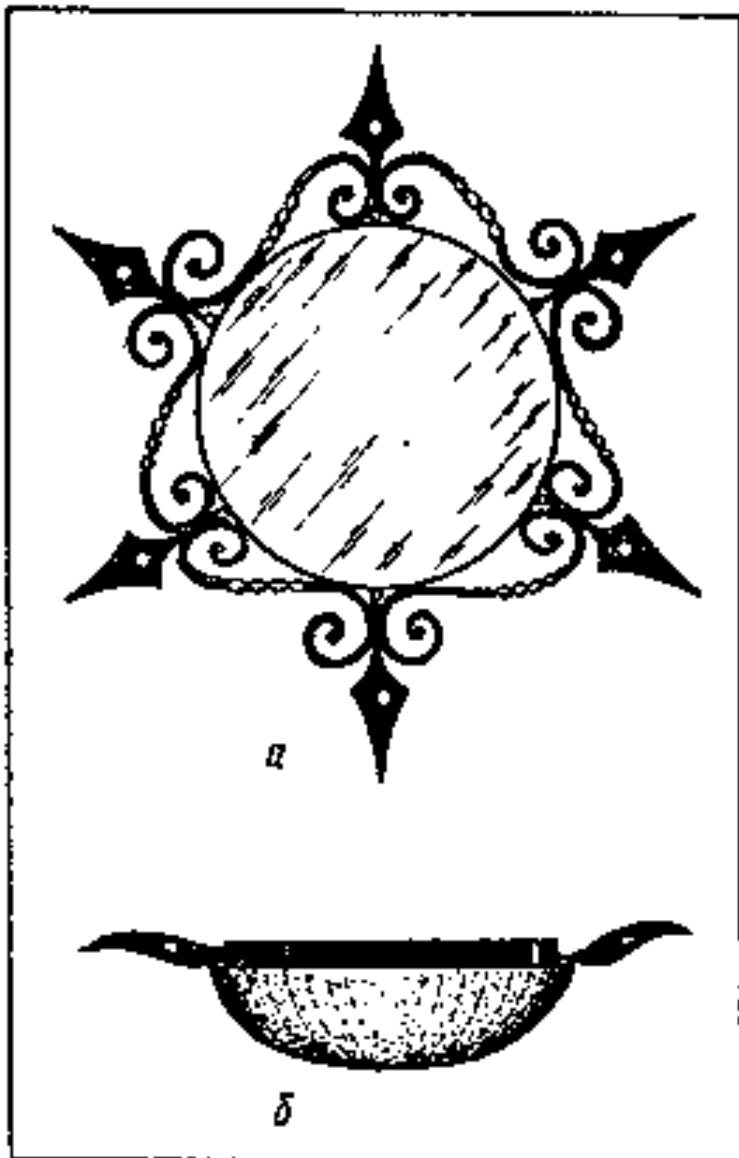
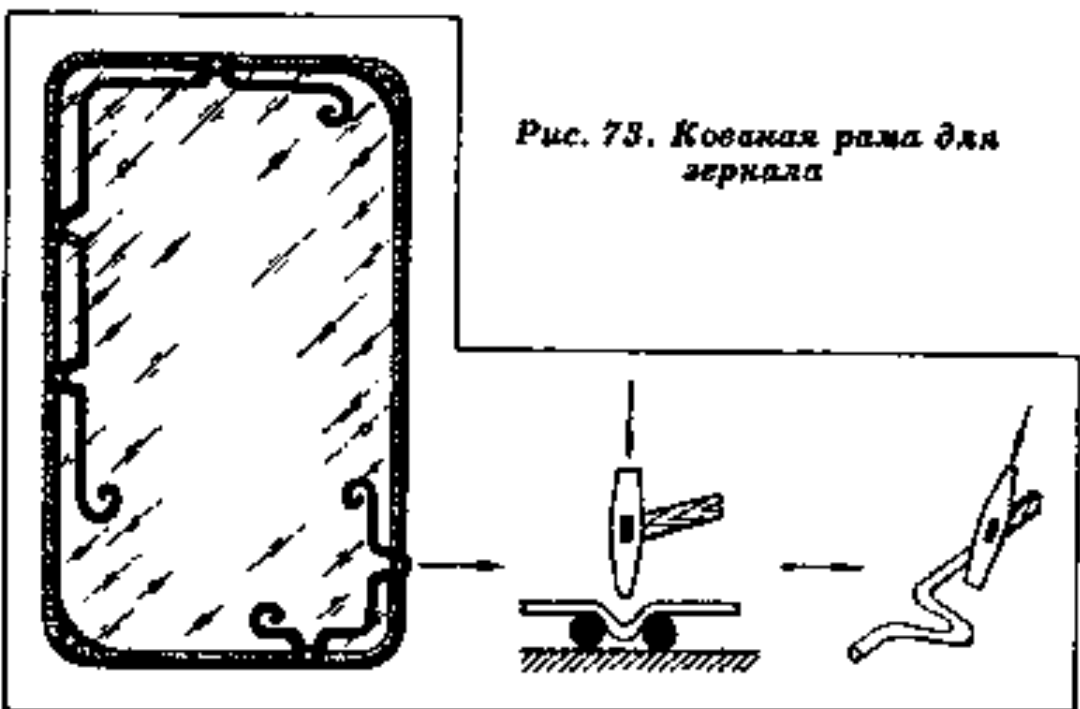


Рис. 73. Кованая рама для  
зеркала



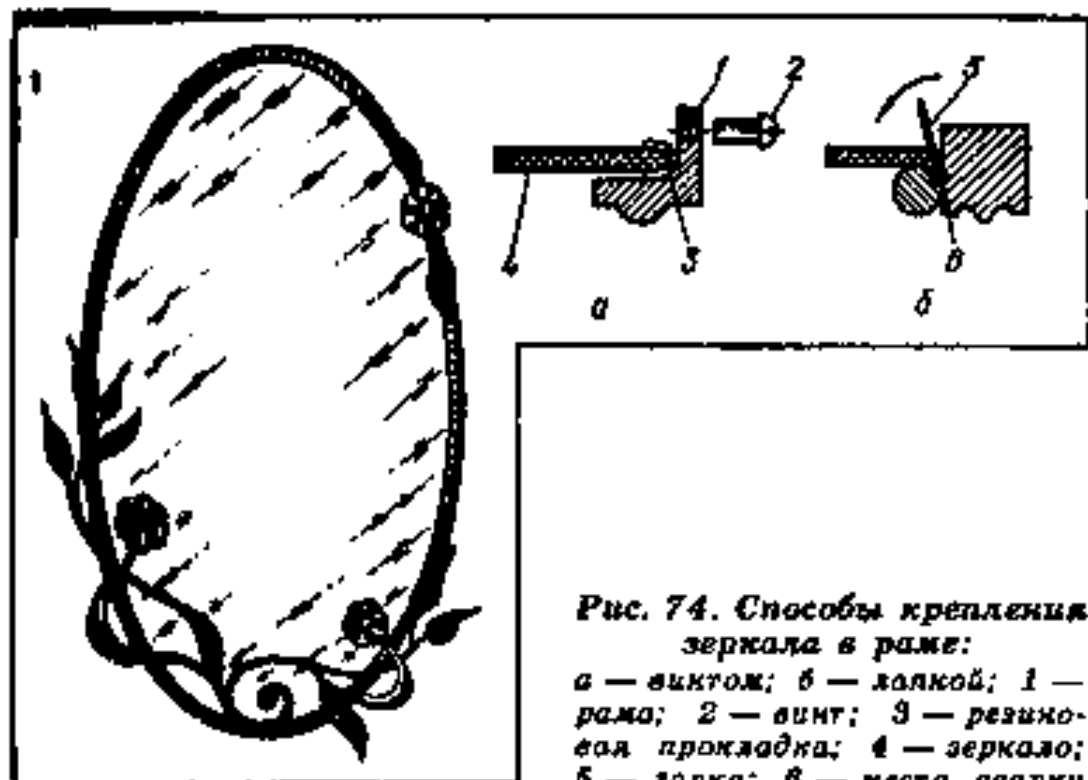


Рис. 74. Способы крепления зеркала в раме:

а — винтом; б — лалкой; 1 — рама; 2 — винт; 3 — резиновая прокладка; 4 — зеркало; 5 — лалка; 6 — место сварки

Формы можно изготовить из уголка  $15 \times 15$  или  $20 \times 20$  мм, предварительно проработанного чеканами или с накладным декором (рис. 73).

Следует отметить, что при обработке чеканами происходит значительная деформация уголка, трудно поддающаяся выравниванию. Зеркало в раму можно крепить и с помощью шпигон.

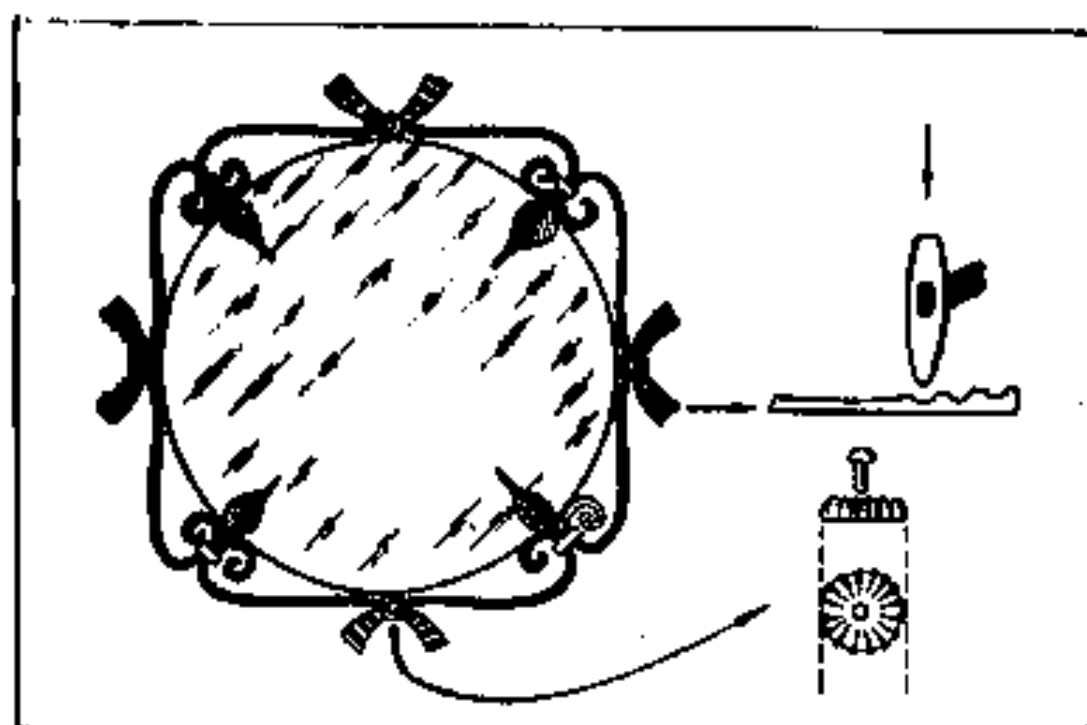


Рис. 75. Оформление в раму круглого зеркала

Для зеркал сложной формы раму выполняют из полосы, к которой изнутри для упора зеркала приваривают или приклепывают прутки круглого или квадратного сечения. Пруток в свою очередь может быть скрученным и одновременно служить элементом декора. В процессе соединения полосы с прутом между ними крепят пластины из листовой стали. Зеркало вставляют в раму, лапки загибают и они надежно удерживают его в раме (рис. 74). Перед тем как вставить зеркало в металлическую раму, на его торцы желательно надеть уплотнительную резину П-образного профиля. Ее можно заменить медицинским резиновым шлангом диаметром 8—10 мм, предварительно разрезав его вдоль.

Вариант оформления в раму круглого зеркала показан на рис. 75.

### *Полезные советы*

● В качестве заготовок для изготовления бородков, фасонных зубил и т. п. можно использовать стандартные молотки, придав их рабочим концам необходимую форму.

● Горки закрытого типа можно изготовить из чугунной лещки-буржуйки, внутреннюю поверхность которой желательно зафутеровать огнеупорным кирпичом. Воздух подается через поддувало, в дверцу которого вмонтирован отрезок стальной трубы.

● Используя для подачи воздуха в горн пылесос, его подключают в сеть через лабораторный трансформатор. Изменяя питающее напряжение, регулируют подачу воздуха. При этом двигатель пылесоса будет защищен от перегрузки.

● Хорошие колосники для горна получают из частей литых чугунных решеток, используемых в дорожных и тротуарных водоприемниках.

● Чтобы уберечь мелкие детали от перегрева и проваливания в топливо, их нагревают в отрезке стальной или чугунной трубы, который помещают в раскаленные угли.

● Заклепками могут служить болты различного размера, головкам которых придают необходимую форму.

● Гвоздильню можно заменить отдельными втулками-вкладышами, вставляемыми в квадратное отверстие наковальни и имеющими сквозные отверстия различной формы и размеров.

● При смачивании поверхности углей водой образуется спекшаяся корка, хорошо удерживающая тепло в зоне нагрева.

Закрепленная чеканами небольшие детали, имеющие объемные формы, фиксируют, погрузив в расплавленный свинец, а затем дают ему застыть. Застывший свинец будет надежно удерживать деталь в нужном положении.

Восстановить насечку старого напильника или надфиля можно, держа его в смеси разбавленных серной и соляной кислот в соотношении 1 : 1. При этом размер насечки станет несколько меньшим.

Для футеровки нагревательных печей вместо глины можно применять виброустойчивый бетон, состоящий из следующих компонентов (на 1 кг бетона):

Портландцемент (марки 300, 400)	320
Шламизин муки с размером зерен 0 - 1 мм	100
• • • • 0 - 2 мм	240
• • • • 2 - 5 мм	340
Вода	До получения необходимой густоты

Неиспользуя в качестве источника тепла паяльные лампы, их защищают от перегревания экраном из листового асбеста с отверстием для сопла. Для этого используют для этого металлическую сетку, обмазанную глиной.

Отрадурировать электрическую нагревательную печь можно с помощью чистых солей, имеющих следующую температуру плавления, °C:

K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	397,5
40 % KCl + 55 % Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	517
30,5 % NaCl + 69,5 % Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	627
KCl	770
NaCl	801
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	884
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1069

Главную разрубку небольших кованых элементов можно проводить на торец кованой из твердых пород дерева, предварительно смоченной водой.





## **ОБОРУДОВАНИЕ МАСТЕРСКОЙ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЛИТЬЯ**

При выборе места для литейной мастерской следует руководствоваться теми же соображениями, что и при строительстве кузницы. Помещение должно быть светлым, сухим, иметь хорошую вентиляцию и быть пожаро-безопасным. Для литейных работ можно использовать кузницу.

Литейную мастерскую оборудуют рабочим столом, на котором производят формовку, нагревательной печью (горном), емкостью для хранения формовочной смеси, стеллажами и шкафами для хранения инструментов и приспособлений. Над печью и местом заливки форм размещают вытяжные зонты.

Для литья редко применяются металлы в чистом виде, так как их химические и физические свойства не всегда соответствуют требованиям, предъявляемым к изделию, и технологии литья. Поэтому чаще всего используют сплавы. Сплавом называется соедине-

ние нескольких металлов и химических элементов, которые придают ему определенные свойства. Основными литейными свойствами сплавов являются жидкотекучесть, усадка и ликвация.

**Жидкотекучестью** называют способность расплавленного металла заполнять форму, возрастающую с повышением температуры сплава, а также зависящую от его химического состава.

**Усадка** — это уменьшение объема и линейных размеров изделия в форме после охлаждения металла.

**Ликвация** называют неоднородность химического и физического состава сплава в разных частях отливки, зависящую от формы и размеров отливки.

Наиболее часто в домашней мастерской применяют сплавы на основе меди — бронзу и латунь, алюминиевые сплавы, а также тяжелые металлы — свинец, олово, цинк.

**Бронза** — сплав меди с оловом или другими элементами — сурьмой, фосфором, никелем (в зависимости от назначения). При наличии в бронзе 16—25 % олова она приобретает желто-белый цвет, при значительных присадках олова (свыше 25 %) — светло-серый. Белая бронза, похожая на серебро, содержит 33 % олова. Наибольшую твердость имеет бронза, содержащая 27 % олова, однако при этом увеличивается ее хрупкость. При присадке 4—6 % олова она становится пластичной и ее можно ковать.

Температура плавления меди 1083 °С, но при содержании в ней 8 % олова она снижается и составляет 980 °С, 10 % — 800 °С.

**Латунь** — сплав меди с цинком (до 45 %). Хорошо обрабатывается на режущих станках, паяется мягкими и твердыми припоями, легко и прочно воспринимает гальваническое покрытие. Температура плавления 980°—1000 °С. Большинство латуней отливается плохо, однако добавка алюминия улучшает их литейные свойства.

**Алюминиевые сплавы.** Алюминий в чистом виде, как и все металлы, в основном не применяется для литья. Для этих целей наибольшее распространение получил силумин — сплав алюминия с кремнием, имеющий хорошие литейные свойства.

Для выплавки металла в домашней мастерской применяют электрические печи, коксовый горн, при изготовлении отливок небольшой массы — газовые и бензиновые горелки.



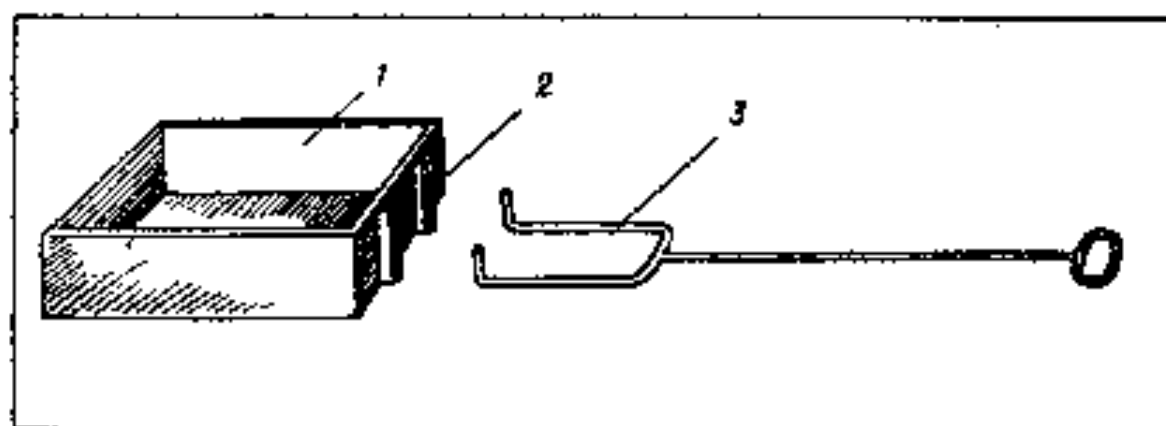
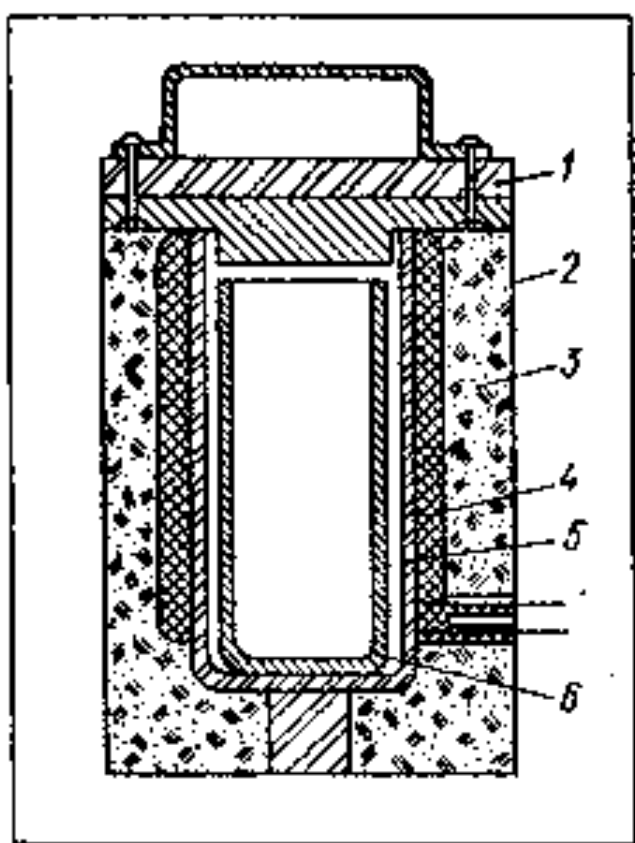


Рис. 76. Тигель для плавки металла в муфельной печи:  
1 — металлический тигель; 2 — втулки; 3 — захват

В лабораторной муфельной печи, дающей температуру до  $1000^{\circ}\text{C}$ , плавят алюминий (температура плавления  $660^{\circ}\text{C}$ ) и его сплавы. Для этого изготовляют металлический тигель, который свободно помещается в муфельную печь. На одном из торцов тигеля приваривают две втулки для захвата и перемещения его (рис. 76). Расплавленный алюминиевый сплав интенсивно разъедает обычную сталь, поэтому тигель желательно выполнять из жаропрочной, нержавеющей стали или чугуна.

Муфельную печь можно изготовить самому. Для этого понадобится огнеупорная шамотная глина, 24 м нихромовой проволоки диаметром 1,2 мм и металлический кожух. Из глины делают стакан с внутренним диаметром 150 мм и толщиной стенок 20, высотой до 250 мм. Стакан желательно обжечь при температуре  $950\text{--}1000^{\circ}\text{C}$ , в крайнем случае — в процессе использования печи. Затем на обожженный или хорошо высушенный стакан наматывают нихромовую проволоку. Чтобы не произошло замыкания, между витками прокладывают асбестовый шнур. Можно на влажный стакан намотать обычный шнур, который после сушки удаляют, а в образовавшееся углубление укладывают нихромовую проволоку. Затем поверху стакана обматывают асбестовым шнуром и промазывают жидким стеклом. После высыхания стакан с обмоткой помещают в металлический кожух, предварительно насыпав на его дно слой теплоизоляционного материала, и выводят через керамические изоляторы наружу концы проводов. Далее выполняют теплоизоляцию с боков и стакан закрывают крышкой. В качестве теплоизоляционного материала применяют перлит (вспененный кварц), асбестовую вату, шамотную крошку (рис. 77). Тигель вытаскивают на то-

Рис. 77. Поворотная печь для нагрева металла:  
 1 — корпус печи (металл, шамотная облицовка); 2 — теплоизоляционная засыпка; 3 — теплоизоляционная обмотка; 4 — обмотка из асбестового шнура; 5 — внутренний муфель; 6 — металлический тигель



на станке. Диаметр его должен быть меньше диаметра муфели с учетом зазора на расширение при нагревании.

Конструкцию муфельной печи можно усовершенствовать, сделав ее поворотной, тогда отпадает необходимость при каждой операции вынимать тигель,

что часто приводит к разрушению муфеля (рис. 78). В данном случае необходимо предусмотреть жесткую фиксацию металлического тигеля с корпусом печи, так как в

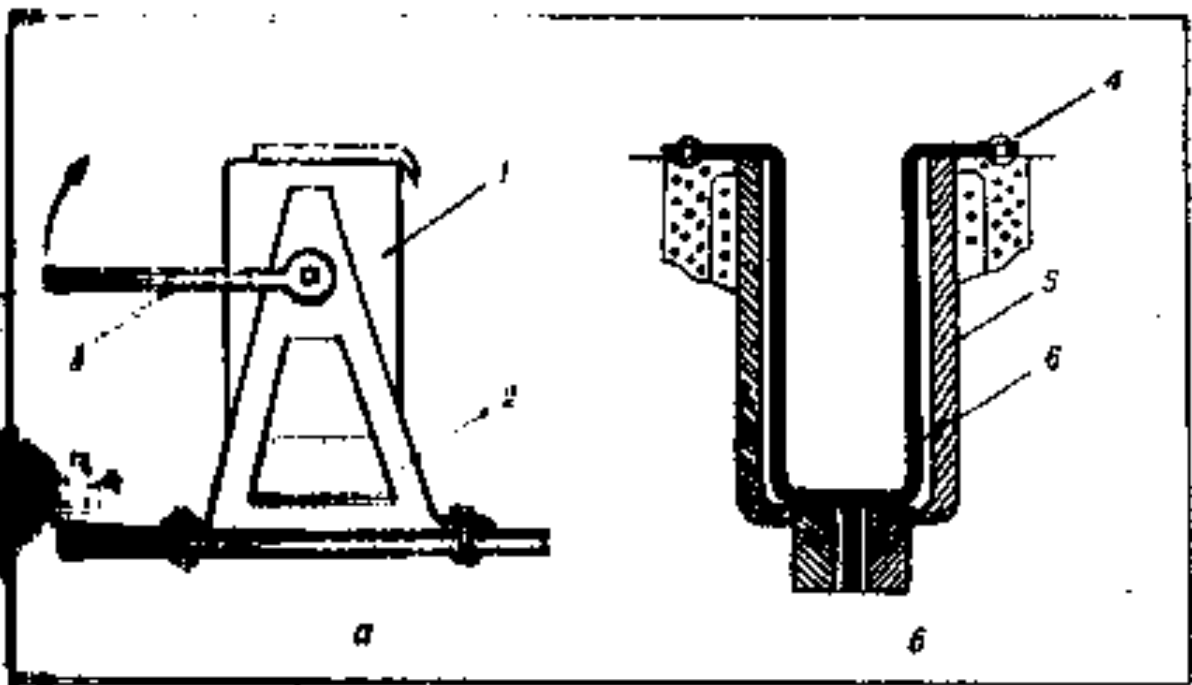
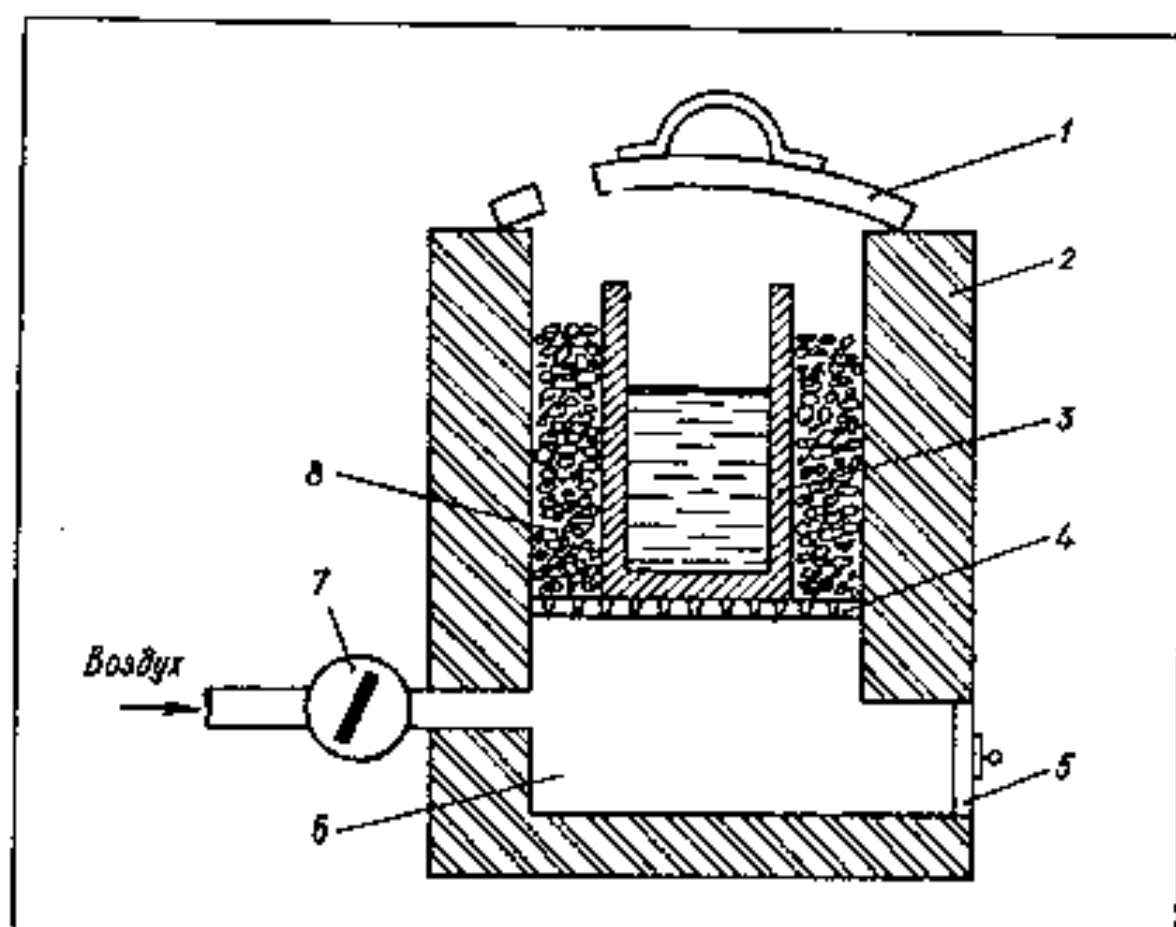


Рис. 78. Конструкция поворотной муфельной печи и фиксация металлического тигля в муфеле:

а — общий вид; б — фиксация тигля в муфеле; 1 — муфельная печь; 2 — ручки; 3 — поворотный рычаг; 4 — корпус печи, к которому на болтах крепится верхняя часть тигля; 5 — керамический муфель с отверстием в нижней части; 6 — металлический тигель с хвостовиком, который входит в отверстие муфеля

противном случае он будет свободно перемещаться в муфеле, что также приведет к его разрушению.

Для плавки металлов с высокой температурой плавления в условиях домашней мастерской можно изготовить шахтный горн (рис. 79). Коэффициент полезного действия его невысокий, однако он обладает рядом преимуществ, а именно: универсальностью, простотой изготовления, минимальной поверхностью соприкосновения металла с печными газами, что способствует улучшению его качества. Шахтный горн также можно использовать для плавки алюминиевых сплавов. В плане шахта его имеет квадратное сечение. Углы ее являются мертвыми зонами, поскольку они заполнены топливом, теплоотдача которого не используется. Наружные стены шахты выкладывают из обычного кирпича, а внутренние футеруют огнеупорным. В нижней части шахты размещена чугунная колосниковая решетка, отделяющая ее от зольной камеры. Колосниковую решетку можно использовать стандартную. Низ гор-



**Рис. 79. Шахтный горн для плавки металла:**  
1 — крышка с отверстием для выхода топочных газов; 2 — стенки горна (огнеупорный кирпич); 3 — тигель; 4 — колосниковая решетка; 5 — дверь зольной камеры; 6 — зольная камера; 7 — регулятор подачи воздуха; 8 — кокс

на над колосниковой решеткой (зольник) устраивают так, чтобы обеспечить удобное удаление золы, а также подачу воздуха, необходимого для горения кокса (антрацита, древесного угля).

Тигель устанавливают на огнеупорную подставку, расположенную на колосниковой решетке, вокруг него насыпают топливо. Воздух, необходимый для горения топлива, подается под колосники с помощью вентилятора. Продукты горения удаляются из верхней части шахты через боковое окно в дымовую трубу или вытяжной зонт. Сверху шахту закрывают крышкой. Размер шахтного горна может быть произвольный.

Плавку производят в чугунных или графитовых тиглях. Графитовые тигли выдерживают меньше плавов, чем чугунные, однако они не загрязняют сплав железом. Тигли изготовляют из смеси следующего состава, частей по объему:

1. Графит (тигельный)	4,7
Шамотная глина	3,6
Кварцевый песок	0,9
Каолин	0,2
2. Огнеупорная глина	5,0
Шамот	2,5
Каолин	1,3
Графит (тигельный)	1,2

Для плавки небольших порций металла используют бензиновые или газовые горелки.

### **ЛИТЬЕ В ЗЕМЛЯНЫЕ ФОРМЫ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛЕЙ**

Литье в земляные формы выполняют следующим образом. По модели или шаблону из формовочной земли изготавливают литейную форму, которую заливают расплавленным металлом. При литье этим способом форму используют один раз, так как при извлечении готовой отливки она разрушается.

Формы выполняют из формовочной смеси, состоящей из песка и глины. Смесь должна содержать 12—25 % глины. Перед формовкой ее слегка увлажняют и хорошо перемешивают, чтобы была рыхлой и не имела комков. Качество смеси при изготовлении можно определить так: горсть смеси сжимают в руке, при этом она должна сохранять форму,

а при прикосновении разрушаться. Формовочную смесь можно использовать многократно, однако для первого слоя (облицовочного) толщиной 20—30 мм, которым покрывают модель, желательно приготовить новую.

Модели изготовляют деревянные, пластиковые, металлические, гипсовые и др. Более доступным материалом для моделей является гипс и пластилин. При необходимости восстановления разрушенной детали моделью может служить сама деталь, которой придают первоначальный вид с помощью пластилина, напайкой отсутствующих элементов или иным способом. Если невозможно использовать в качестве модели оригинал, выполненный в пластилине или воске, изготавливают гипсовую копию. Оригинал укладывают на ровную поверхность лицевой стороной вверх, вокруг него устанавливают обечайку из дерева или другого материала высотой несколько выше оригинала. Затем внутреннюю поверхность смазывают мыльной пеной.

Гипс растворяют в большом количестве воды для получения массы, напоминающей жидкую сметану. Далее приступают к оплеску, который выполняют быстро, тщательно покрывая образец гипсом, лучше с помощью кисти. После этого образец, покрытый первым слоем гипса, заливают им до краев обечайки. Для замедления схватывания гипса в воду добавляют раствор борной или уксусной кислоты (0,5—1,0 % объема воды). Для ускорения схватывания в воду добавляют 3—4%-ный раствор поваренной соли.

Гипсовую форму сушат при температуре не выше 50 °С, обрабатывают в контррельефе, заделывают раковины и наращивают рельеф. Далее приступают к изготовлению модели. Для этого форму покрывают 5%-ным раствором поташа, 3%-ным раствором кальцинированной соды или мыльной пеной. Щелочной раствор служит разделительным слоем. Затем ее заливают гипсом, который для упрочнения отливки разводят водой с добавлением 5—10 % поливинилацетатной эмульсии (рис. 80).

После выполнения модели приступают к ее формовке в землю. Земляные формы изготовляют в опоке, представляющей собой ящик без дна и крышки (рис. 81). Опока придает земляной форме необходимую прочность при формовке, переноске и заливке металла. Обычно простую форму изготавливают в двух опоках, соединенных между собой с помощью стержней и втулок, строго фиксирующих их положение относительно одна другой.



Рис. 80. Отливка восковой модели в форму: 1 — восковая модель; 2 — шпательная; 3 — форма; 4 — разделительный слой

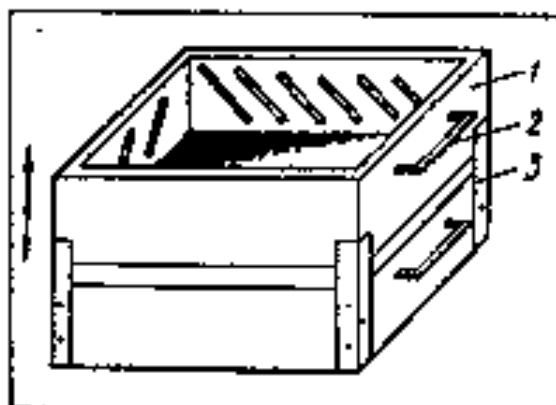


Рис. 81. Конструкция деревянной опоки: 1 — корпус (дерево); 2 — ручка; 3 — металлические уголки, служащие для фиксации опок относительно одна другой

Выполненную из дерева или сваренную из металла опоку устанавливают на подмодельную доску, представляющую собой металлическую или деревянную плиту с гладкой лицевой поверхностью. В опоку укладывают модель. Чтобы формовочная смесь не прилипла к модели, ее посыпают графитом. Удобней всего это делать с помощью банки с графитом, горловина которой закрыта марлей. Затем через сито накладывают слой облицовочной смеси. Когда модель будет полностью укрыта, опоку заполняют формовочной смесью, которую укладывают слоями и уплотняют трамбовкой до полного наполнения опоки. Излишек земли удаляют линейкой или ровной планкой. После этого опоку с моделью переворачивают и на нее укладывают вторую опоку. В ней устанавливают модели литника и выпора — конусные бруски круглого или квадратного сечения. Затем опоку припудривают графитом, засыпают формовочной смесью и уплотняют. Далее снимают верхнюю опоку и из нее удаляют модели литника и выпора, а из нижней опоки — модель. Чтобы при извлечении модели края формы не осыпались, их можно укрепить, слегка увлажнив при помощи кисти смесь графита с водой. После извлечения модели из формы прорезают узкие каналы, соединяющие ее полость с литником и выпором. Через один или несколько каналов расплавленный металл будет поступать из литника в полость формы, а через другой будет вытесняться воздух. Затем опоки ставят опять одна на другую и заливают металл (рис. 82). Процесс формовки с нижним болваном изображен на рис. 83.

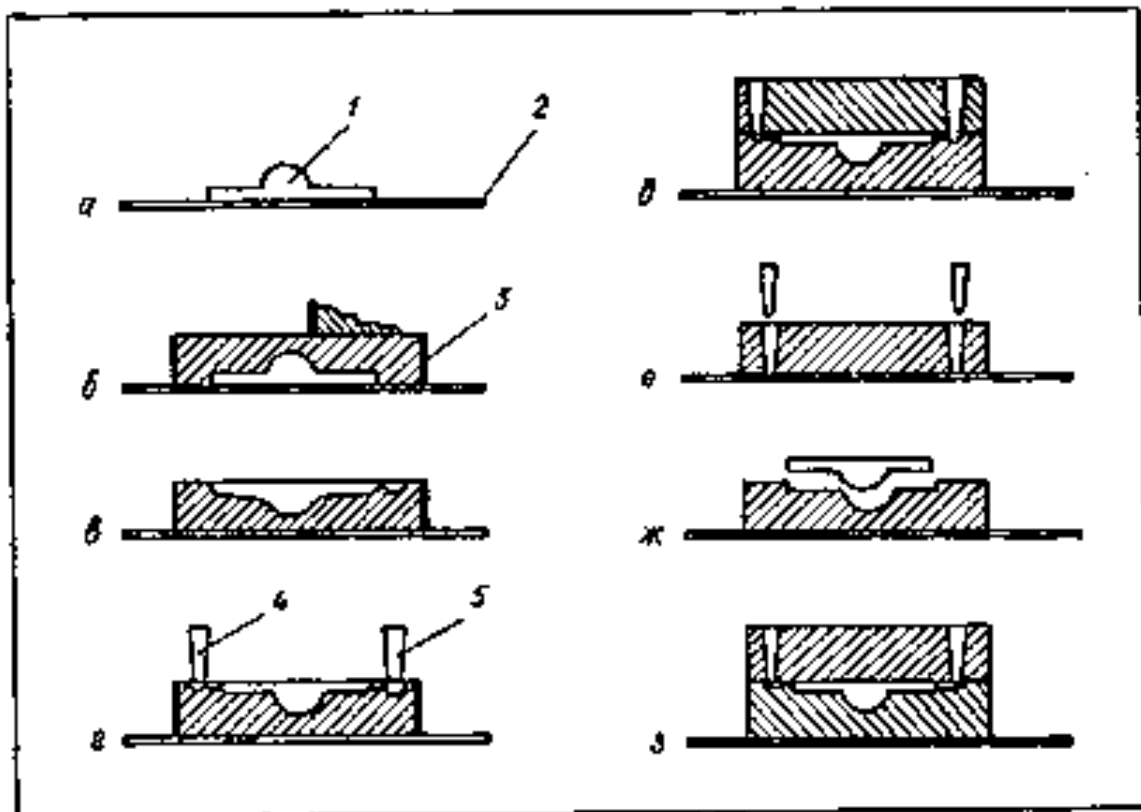


Рис. 82. Формовка неразъемной модели в опоку (а — з — последовательность выполнения):  
 1 — модель; 2 — подмодельная плита; 3 — опока; 4 — выпор; 5 — лутчик

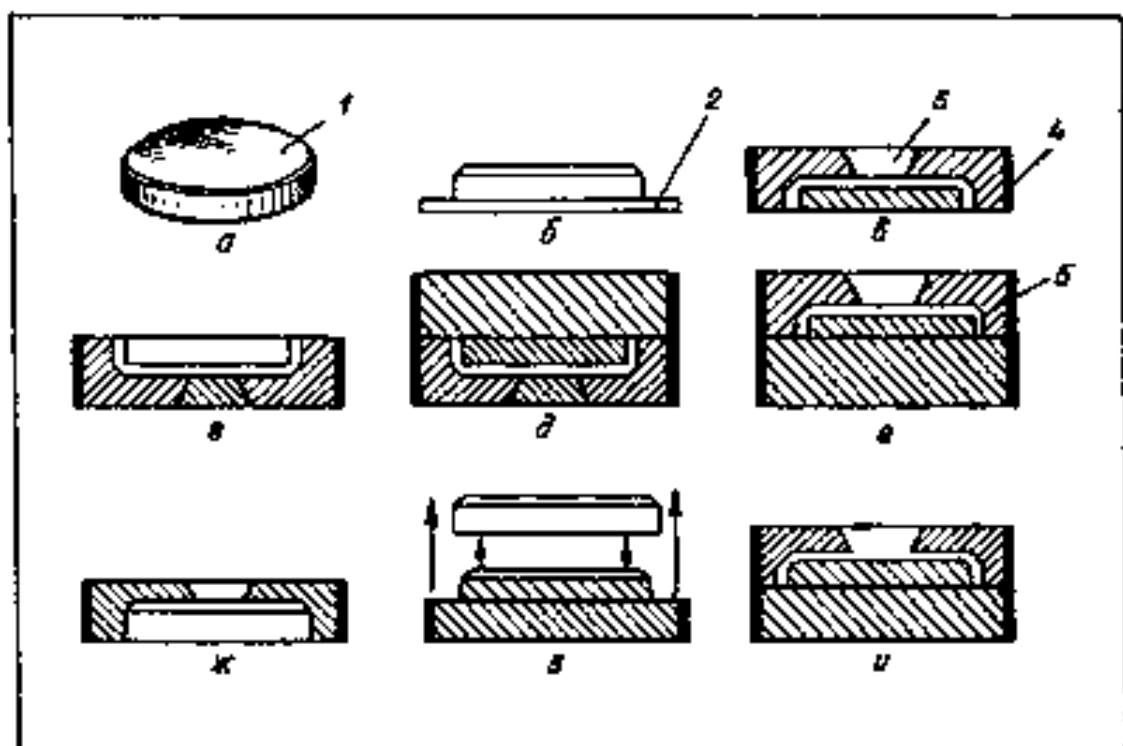


Рис. 83. Формовка с нижним боковым (а — и — последовательность выполнения):  
 1 — модель; 2 — подмодельная плита; 3 — лутчик; 4 — опока; 5 — формовочная смесь

Если надо отлить объемную деталь, не имеющую плоскости прилегания к подмодельной плите, поступают следующим образом: пустую опоку, установленную на подмодельной плите, припудривают графитом и, утрамбовывая, заполняют формовочной землей. Затем ее переворачивают, верхний слой смеси рыхлят, на него укладывают модель и легкими ударами молотка осаживают до линии разъема.

Излишки уплотненной вокруг модели смеси до линии разъема удаляют ножом. Сверху устанавливают вторую опоку и также посыпают графитом. После установки моделей ленточкой и шпора производят формовку (рис. 84).

При выполнении оригинальных изделий применяют формовку с доращиванием модели. Для этого изготавливают половину модели по линии разъема, укладывают ее на подмодельную плиту и формируют в одну опоку. Потом модель аккуратно вынимают и пластилином доращивают остальную ее часть. Затем модель укладывают на свое место в опоку, а вторую доращенную часть формируют с

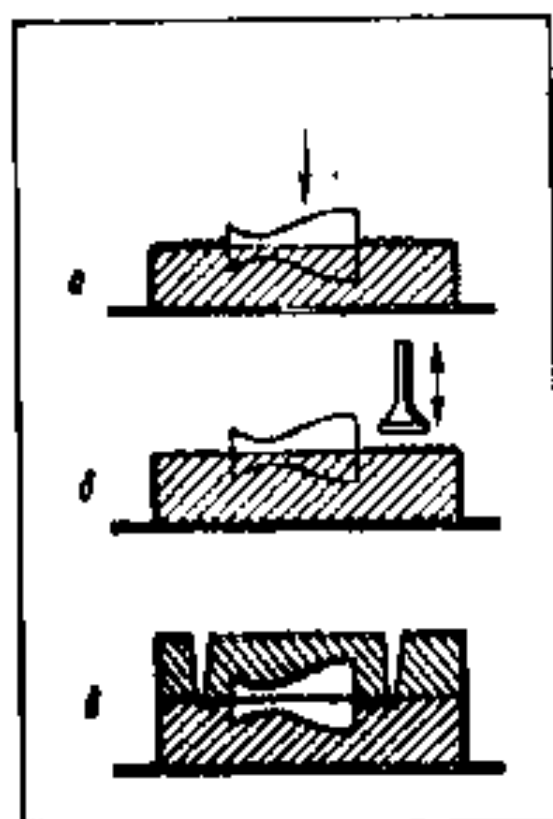


Рис. 84. Формовка простой объемной модели: а — осаживание модели; б — уплотнение формовочной смеси; в — собранная форма

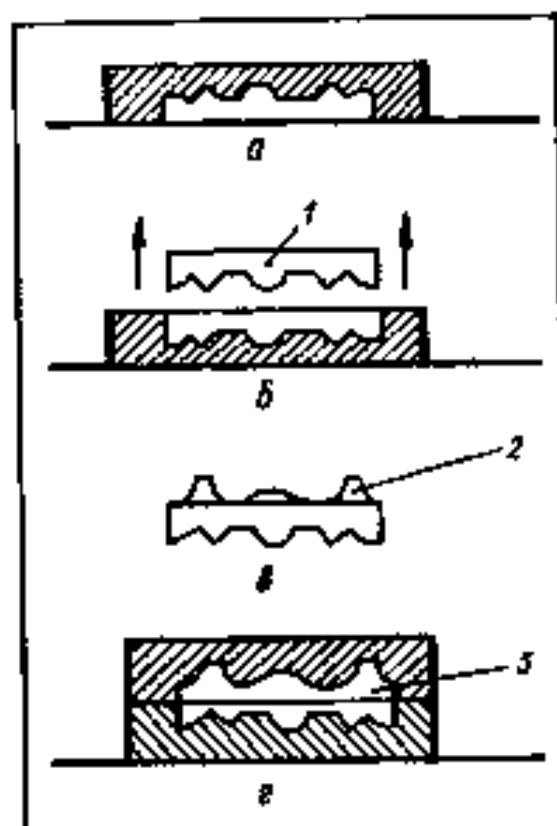


Рис. 85. Формовка с доращиванием модели (а — в — последовательность выполнения): 1 — модель; 2 — доделанные части модели; 3 — готовая форма



помощью второй опоки обычным способом (рис. 85). После отливки изделие извлекают из формы, удаляют литники и производят дальнейшую его обработку.

### **ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ**

Сущность способа получения отливок по выплавляемым моделям состоит в том, что модели отливки и ее литниковой системы изготовляют из легкоплавких материалов — воска, парафина, стеарина. Модель выполняют из этих материалов путем запрессовки или заливки их в пресс-форму. После затвердения восковую модель извлекают из пресс-формы и наносят несколько слоев состава, который после сушки создает на модели огнеупорную керамическую оболочку. Выплавив модельный состав из оболочки, получают тонкостенную литейную форму, а оболочку заформовывают в неразъемную опоку, прокалывают и заливают металлом.

Если необходимо сделать несколько одинаковых восковых моделей или снять восковую копию со сложного изделия для последующего литья, используют эластичную форму, которую изготовляют из технического желатина или столярного клея. Наиболее качественные формы получают из технического желатина, который предварительно увлажняют водой (на 150 г желатина 15 мг воды). Процесс набухания длится 30 мин при перемешивании. В дальнейшем воду добавляют очень малыми порциями. При набухании желатина увеличивается в объеме, а при нагревании снова принимает прежний объем.

Столярный клей на сутки замачивают водой, меняя ее два-три раза. Количество поглощенной клеем воды достаточно для его варки на водяной бане. Во время варки температура его не должна превышать 70 °С. Емкость для варки должна иметь герметичную крышку, чтобы уменьшить потери пара. Для компенсации этих потерь можно добавить в клей небольшое количество воды.

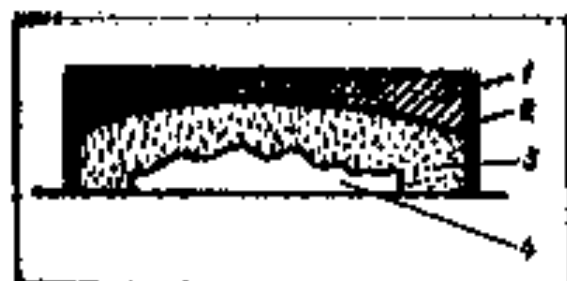
Варка длится один-два часа. Когда желатин или клей приобретут однородный состав и по консистенции будут напоминать густую сметану, доливают 6—8 мл горячей воды вместе с пластификатором. В качестве пластификатора применяют 3—4 г технического глицерина. Затем смесь тщательно перемешивают. Во избежание заплесневения массы в нее добавляют 0,5 г антисептика (фенола или формалина).

Полученной массой заливают образец, предварительно обернув его обечайкой. Если образец выполнен из пластилина, его предварительно охлаждают в холодильнике. Во избежание деформации эластичной формы после застывания ее с тыльной стороны заливают гипсом (рис. 86). Клеевые формы можно переплавлять, используя их неоднократно, однако при этом следует значительно уменьшить количество добавляемой воды.

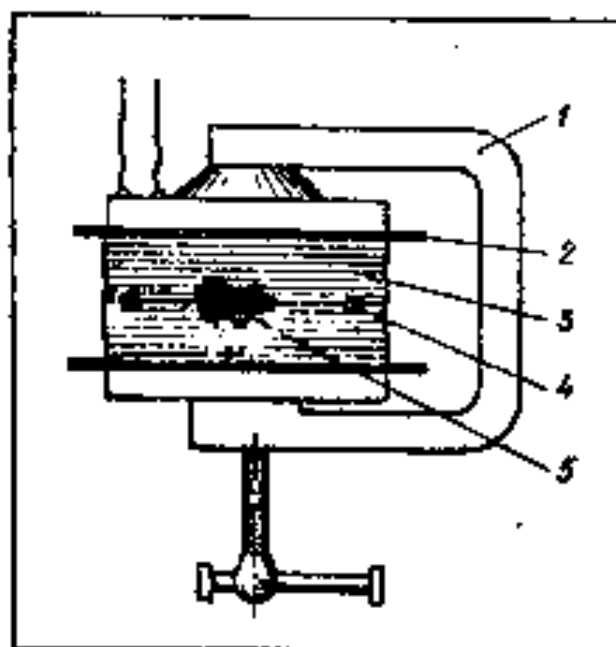
При использовании клеевых эластичных форм для изготовления плоских моделей необходимо помнить, что температура модельного состава для заливки не должна превышать 50 °С, иначе форма оплавится и станет непригодной.

При формировании гипсовых моделей в клеевой форме ее обезжиривают, протирая тальком с помощью мягкой кисти. Затем форму задубливают два раза 20%-ным раствором алюминиевых квасцов.

**Изготовление резиновой пресс-формы.** Для отливки большого количества одинаковых элементов (звенья браслета, декоративные цепи) и т. п. необходимо большое количество восковых моделей. В таких случаях целесообразно изготовить резиновую пресс-форму. Для этого понадобятся сырая резина, вулканизатор и две полированные металлические пластины, соответствующие размерам вулканизатора. Можно использовать автомобильный вулканизатор напряжением 12 В и подключать его через понижающий трансформатор.



**Рис. 86. Изготовление эластичной формы:**  
1 — воск; 2 — обечайка; 3 — эластичная масса; 4 — модель



**Рис. 87. Изготовление резиновой пресс-формы:**  
1 — вулканизатор; 2 — стальные пластины; 3 — сырая резина; 4 — замок (стальные шарики); 5 — образец

Для выполнения разъемных пресс-форм из сырой резины вырезают пластины по форме и размерам металлических пластин. Резиновые пластины очищают с двух сторон бензином и складывают в пачки. Количество пластин в пачке зависит от высоты модели. На нижней пачке в нескольких местах кладут металлические шарики от подшипника, которые будут служить замками и фиксировать положение верхней и нижней половин пресс-формы относительно одна другой. Шарики располагают так, чтобы они не мешали извлечению восковой модели. Между замками размещают модель, выполненную из металла. Поверхность верхней и нижней резиновых пачек, обращенных к модели, натирают тальковой пудрой, а края будущего разъема смазывают машинным маслом либо припудривают тальком или графитом. После наложения верхней пачки на нижнюю собранный пакет укладывают между металлическими пластинами, припудренными тальком, и зажимают их в струбцине вулканизатора. Процесс вулканизации длится 30—45 мин при температуре 140—150 °С (рис. 87). По истечении этого времени резиновый пакет вместе с пластинами извлекают из вулканизатора и охлаждают под струей воды. Затем на краях обрезают лишнюю резину и форму разнимают. Если на образце не было литника, то его вырезают непосредственно на пресс-форме.

При изготовлении разрезных пресс-форм отпадает необходимость в изготовлении замков. В данном случае также вырезают резиновые пластины и собирают из них пакеты, соответствующие высоте модели. Пластины предварительно смачивают бензином. Модель (оригинал) укладывают между двумя пачками сырой резины, большие полости модели плотно заполняют кусочками сырой резины. Собранный таким образом пакет вместе с металлическими пластинами зажимают в струбцине вулканизатора. Далее процесс протекает аналогично описанному выше. После извлечения пресс-формы ее разрезают на две половинки, аккуратно подрезая линию разъема, которую делают неровной для лучшей фиксации их.

Применяемые составы для изготовления модели подразделяют по температуре плавления на легкоплавкие и тугоплавкие. Наиболее доступны и удобны легкоплавкие модельные составы, которые используют при изготовлении небольших отливок. Приготавливают их на основе парафина и стеарина (табл. 3).

### 3. Легкоплавкие модельные составы

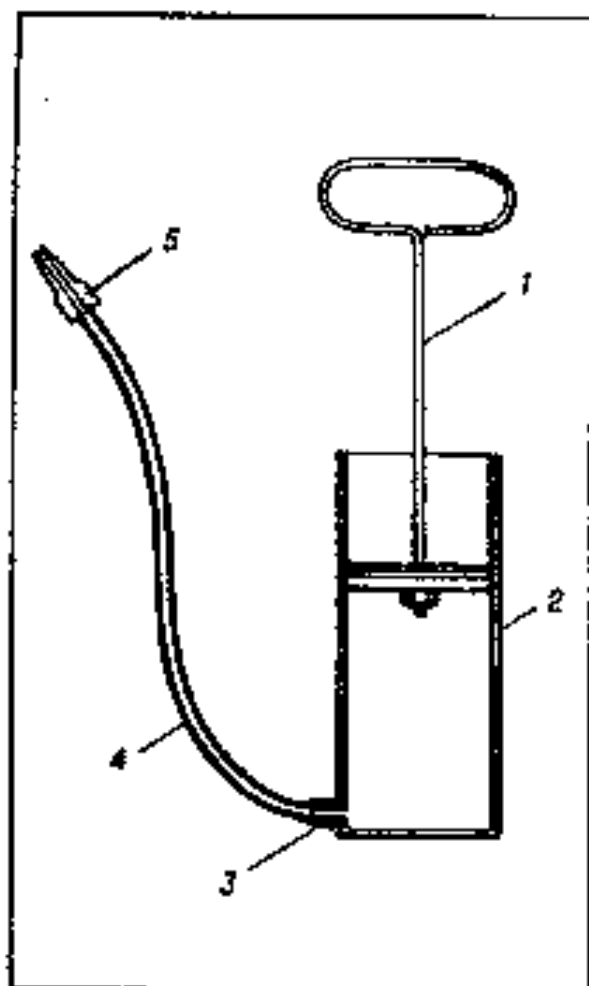
№ рецепта	Компоненты, % не менее			
	стеарин	парафин	воск	переплав
1	50	50	—	—
2	25	25	50	—
3	8	12	—	80
4	17	17	—	66

Модельный состав плавят на водяной бане. Однако сымотеком пресс-форму заполнить нельзя. Состав должен легко запрессовываться. Для этого нужно сделать несложное приспособление — один конец отрезка трубы с гладкой внутренней поверхностью наглухо заделывают (заваривают или запаннают), затем по внутреннему диаметру ее из резины изготовляют поршень, к которому крепят ручку. В нижней части трубы, у дна, просверливают отверстие и в него вставляют штуцер под резиновый шланг. Далее выполняют второй штуцер — наконечник, соответствующий диаметру литника пресс-формы. Один конец шланга через штуцер подсоединяют к емкости, а в другой вставляют штуцер-наконечник. Это и будет простейший пресс-шприц. (рис. 88).

Шприц заполняют модельным составом и опускают в емкость с кипящей водой. После того как расплав будет готов, его хорошо перемешивают и дают остыть до пастообразного состояния (температура 42—45 °С).

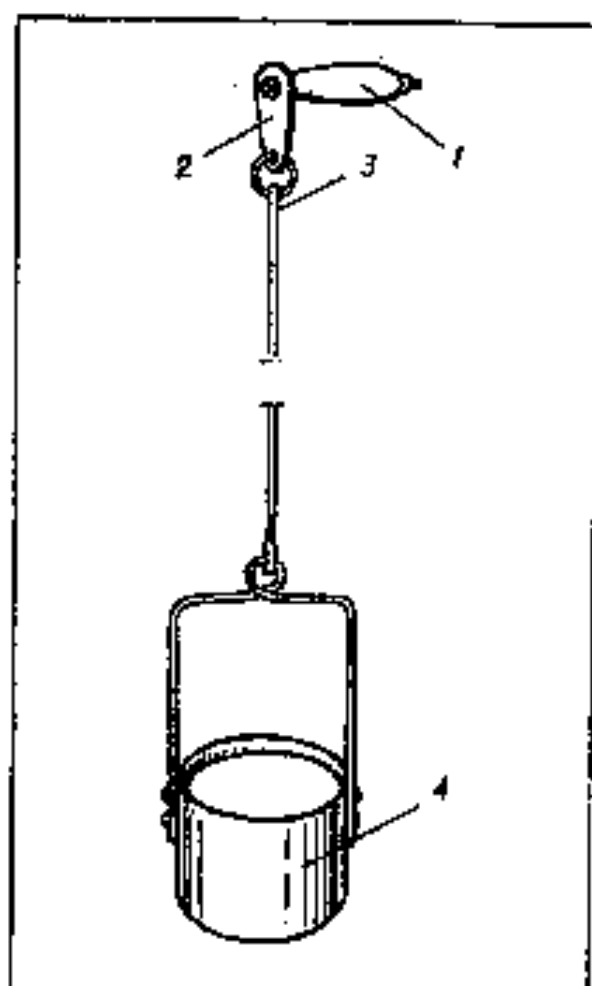
Резиновую пресс-форму припудривают тальком или смазывают машинным маслом и запрессовывают модельный состав.

Как и при изготовлении восковых моделей, расплавленный металл в полость формы должен подаваться под давлением. В промышленности для этого применяют машины для центробежного литья. В условиях домашней мастерской используют ручную центрифугу, которую изготовляют следующим образом: в деревянную или пластиковую ручку пропускают стальной прут диаметром 5—6 мм и к нему неподвижно прикрепляют серьгу. Ручка должна свободно вращаться на стержне. Подставку для опоки выполняют из листовой стали или отрезка трубы с заваренным концом диаметром не более 80 мм. К бортику опоки высотой 25—30 мм приклепывают или приваривают скобу. Сверху скобы выполняют кольцо, которое соединяется с серьгой проволочным коромыслом с согнутыми на концах кольцами.



**Рис. 88. Устройство пресс-шприца:**

1 — поршень; 2 — корпус; 3 — штуцер; 4 — шланг; 5 — игла



**Рис. 89. Ручная центрифуга:**

1 — ручка; 2 — серьга; 3 — коромысло; 4 — подставка для опоки

Места соединения должны быть прочными и подвижными. Длина коромысла 25—40 см (рис. 89).

Опоки представляют собой отрезки стальных труб разных диаметров для различных моделей. Однако самая большая опока должна свободно уменщаться в подставке центрифуги.

Формуют модель следующим образом. Расплавленным воском крепят к ней стальные литниковые штифты. В качестве их можно использовать стальные швейные иглы с отломанными концами. Если модель имеет сложную форму или большую массу, применяют несколько штифтов, но они обязательно должны пересекаться в одной точке, где также скрепляются воском. Впоследствии точка пересечения окажется вне формовочной массы. С учетом размеров модели высота опоки должна быть такой, чтобы между ее дном и моделью оставался зазор 1—2 см, а вверху, в формовочной массе, можно было вырезать литниковую чашу для плавки металла. Формовочную массу можно приготовить следующего состава, частей по массе:

## Рецепт 1

Гипс 2  
Пемза или тальк 1

## Рецепт 2

Кварц 7  
Гипс 3  
Глюкоза (замедлитель) 0,1  
Вода 450 г (на 1 кг смеси)

Опоку ставят на лист асбеста и заполняют формовочной массой. Пока масса не затвердела, модель берут за штифт и погружают в нее, слегка раскачивая для удаления пузырьков воздуха. Когда масса затвердеет, но не ранее чем через час, если имеется замедлитель, вырезают литниковую чашу, затем плоскогубцами осторожно удаляют штифты. Литниковые каналы должны располагаться в центре литниковой чаши и иметь каждый самостоятельный выход (рис. 90). Для выплавки восковой модели опоку помещают в сушильный шкаф или духовку литниковой системой вниз. В течение двух часов постепенно повышают температуру до 350 °С, так как при резком повышении ее пар разорвет форму. После этого опоку кладут боковой стороной на лист асбеста, уложенный на конфорку плиты, и на сильном пламени окончательно выжигают воск, перевертывая ее для равномерного прогревания. Если имеется электрическая муфельная печь, то выплавку проводят в ней, доводя температуру до 700 °С, с периодическими выдержками после 200 и 400 °С. Когда стенки опоки станут красными, ее переносят в ручную центрифугу. Литниковую чашу загружают металлом с добавкой флюса — буры и приступают к плавке на пламени горелки или в печи.

Когда металл расплавится полностью, начинают вращать центрифугу, и он устремляется в полость формы. Двадцати оборотов центрифуги достаточно не только для заполнения формы, но и для кристаллизации металла. Чтобы извлечь отливку, ее опускают в воду.

Из мелких элементов с помощью пайки или других способов соединения можно создавать более крупные изделия. В качестве сплава рекомендуется следующий состав, %:

Медь 63,7	Олово 2,55
Цинк 33,5	Свинец 0,25

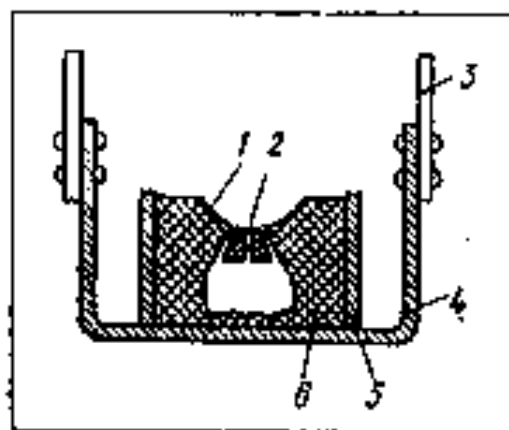


Рис. 90. Формовка восковой модели в опоке:  
1 — литниковая чаша; 2 — литники; 3 — скоба; 4 — подставка под опоку; 5 — опока; 6 — формовочная смесь

Придерживаться десятых и сотых долей процента компонентов сплава не обязательно, некоторые отклонения в составе существенно не повлияют на его литейные свойства.

## **ЛИТЬЕ СЛОЖНЫХ МОДЕЛЕЙ**

Большой интерес представляет литье по выжигаемым моделям. Суть его заключается в том, что модель изготовляют из пенополистирола (пенопласта), представляющего собой ячеистый пластик. Такая структура образуется при вспенивании гранул полистирола. Модель удаляют из формы плавлением и газификацией при ее контакте с заливаемым металлом или выжиганием при температуре 350—400 °С.

Для изготовления моделей возможно применение пенополистирола в виде гранул или блоков. Модели из гранул готовят путем вспенивания их в пресс-формах при температуре 100 °С. Блочный пенопласт хорошо обрабатывается, режется ножом, склеивается декстрином. Такие свойства его позволяют изготавливать модели в домашних условиях.

При выполнении моделей из пенопласта необходимо по возможности избегать клеевых швов. В условиях мастерской не представляется возможным прокалить опоку, а выжигают модель только за счет температуры заливаемого металла, поэтому клеевые швы могут не успеть выгореть полностью и испортят отливку. Следует отметить, что пенопластовая модель является разовой.

Модель из пенопласта формируют в земляную форму в опоке, которую подбирают по высоте модели. Если высоты одной опоки недостаточно, используют две. Опоку устанавливают на подмодельную плиту, внутреннюю часть ее припудривают графитом, затем насыпают слой формочной земли толщиной 3—4 см, утрамбовывают, на него укладывают модель и также заформовывают землей. Вместе с моделью в удобных местах заформовывают литники и выпоры. При таком способе литья желательно иметь большее количество литников для увеличения площади соприкосновения расплавленного металла с моделью. Модель полностью засыпают землей, которую хорошо утрамбовывают (рис. 91). После этого аккуратно удаляют литники и выпоры, тонкой спицей прокалывают через землю до соприкосновения с моделью отверстия (чем больше,

тем лучше) для отвода газов, образующихся в момент их выгорания. Форма готова для заливки металла. При этом способе литья формовочную землю используют один раз, так как она загрязняется шлаками выгоревшей модели.

Изделия сложной формы обычно отливают частями, затем их соединяют между собой. Можно применять комбинированный способ формовки (рис. 92). Суть его заключается в следующем: часть модели, имеющую простые формы, изготавливают из гипса или другого материала. Затем ее заформовывают обычным способом. Более сложную часть модели, которую не представляется возможным удалить из земляной формы, не разрушив ее, выполняют из пенопласта. Например, при отливке кубка верхнюю часть модели несложной геометрической формы изготавливают из любого материала, нижнюю, более сложную, вырезают из пенопласта. Затем, уложив верхнюю часть модели на подмодельную плиту, начинают формовку в опоке. Когда формовочная земля сравняется с уровнем модели, к ней приставляют вторую (из пенопласта) часть и заформовывают до конца. Далее опоку переоборачивают, на нее

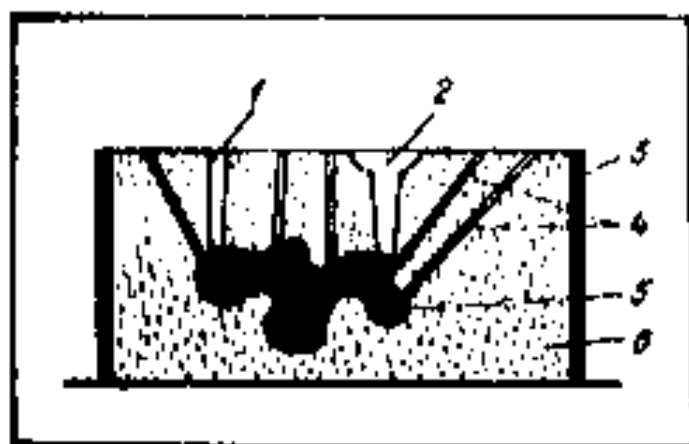


Рис. 91. Формовка выжигаемой модели:

1 — выпор, 2 — литник; 3 — опока; 4 — водоупорный слой; 5 — подмодельная плита; 6 — формовочная смесь

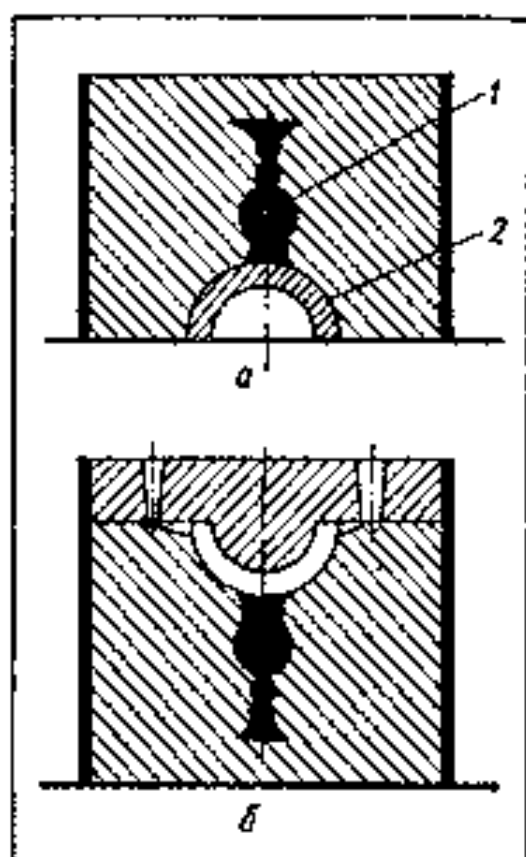


Рис. 92. Формовка комбинированной модели (а, б — последовательность выполнения):

1 — пенопластовая часть модели; 2 — гипсовая часть модели, которая после формовки удаляется



устанавливают вторую опоку и проводят окончательную формовку, не забыв при этом выполнить литниковую систему. После этого опоки разбирают и удаляют верхнюю часть модели, а нижняя, пенопластовая, остается заформованной в землю.

При использовании таких комбинированных форм получают цельные и довольно сложные по форме отливки. Однако существует опасность в момент формовки смещения элементов модели относительно один другого. Чтобы этого не произошло, в сочленения гипсовой формы и пенопластовых элементов вставляют швейные иглы или булавки, на которые накалывают элементы. Для предотвращения осевого вращения можно использовать несколько булавок.

В ранее описанном способе литья по выплавляемым моделям оригинал изделия, выполненный из воска, в процессе формовки уничтожался. Более совершенным способом формовки по выплавляемым моделям является способ, при котором оригинал изделия, сделанный из любого материала, служит моделью для получения выплавляемой модели. В этом случае сохраняется оригинал и получают пустотелые изделия с заданной толщиной. Данный способ отливки изделия состоит из двух процессов: изготовление по оригиналу изделия пустотелой выплавляемой модели и изготовление по пустотелой выплавляемой модели литейной формы. Для изготовления пустотелой модели опоку устанавливают на подмодельную плиту и в нее заформовывают землей до половины оригинал изделия — выполняют так называемую фальшивую опоку (рис. 93). Поверхность оригинала, имеющего небольшие размеры, смазывают мыльной пеной и обкладывают слоем пластилина толщиной до 1 см. Более крупные изделия обкладывают слоем глины. Во избежание прилипания глины к оригиналу в качестве разделительного слоя используют тонкую мокрую бумагу. На фальшивую опоку с оригиналом сверху устанавливают вторую опоку и заливают гипсом. В гипсе оставляют литниковые каналы, которые доходят до пластилинового или глиняного слоя.

После затвердения гипса опоки перепорачивают. Фальшивую опоку, оказавшуюся сверху, вместе с землей удаляют и устанавливают новую.

На вторую половину оригинала, ранее находившуюся в фальшивой опоке, также укладывают слой пластилина или глины. Смазав нижнюю опоку, залитую гипсом, мыльной пеной, заливают гипсом верхнюю, оставив литниковые

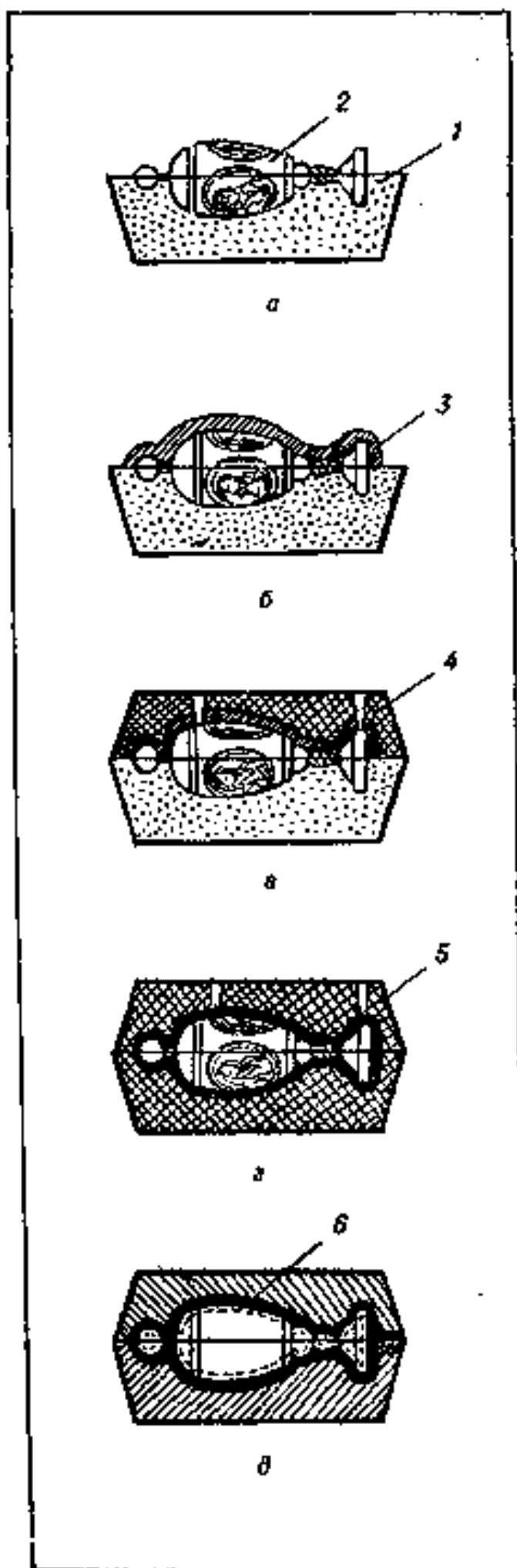
твердения. Когда гипс полностью затвердеет, верхнюю опоку снимают и удаляют слой пластилина или глины, следя за тем, чтобы ничего не осталось на оригинале. Затем опоку устанавливают на место.

После удаления прокладочного слоя между гипсом, залитым в опоку, и оригиналом образовалось свободное пространство, соответствующее толщине прокладочного слоя. В образовавшуюся полость через литниковые каналы, оставленные в гипсовом слое, заливают раствор на основе столярного клея или технического желатина.

Опоки переворачивают после остывания клеевого раствора, со второй опоки удаляют разделительный слой и заливают клеевым раствором. Затем опоки разнимают и на полученной форме удаляют оригинал изделия. Бла-

**Рис. 93. Подготовка и формовка пустотелой выплавляемой модели (а — д — последовательность выполнения):**

1 — фальшивая опока; 2 — модель; 3 — слой глины или пластилина; 4 — гипс; 5 — клеевая масса; 6 — слой камифолы



годаря эластичности клеевого раствора можно формировать изделие со сложной формой поверхности (орнаменты, шрифты, узоры), а также имеющего пазухи, что сложно выполнить при обычном способе формовки. К тому же клеевая масса является шадящей к материалу, из которого выполнен оригинал. Внутреннюю поверхность клеевой рубашки покрывают лаком, а после высыхания наносят кистью слой воска.

Форму собирают и через предварительно оставленное отверстие в ее полость заливают расплавленную канифоль, которую сразу же выливают из формы, пока она не остыла, при этом часть ее остается на стенках. Эту операцию повторяют до тех пор, пока не достигнут требуемой толщины стенок изделия. Нельзя перегревать расплав канифоли, так как могут расплавиться мелкие элементы клеевой формы.

После затвердения слоя канифоли опокі осторожно разбирают и извлекают полученную модель, представляющую собой пустотелую тонкостенную копию оригинала, которая будет служить выплавляемой моделью.

Формовку пустотелых изделий начинают с изготовления стержня. Стержнем называют часть формовочной смеси, которой заполняют полость формы. Основой его может служить металлический каркас, изготовленный из проволоки диаметром, зависящим от размеров модели. Основой каркаса является более толстый стержень, конец которого выходит из модели. После изготовления каркаса его вводят в полость модели и заполняют формовочной массой. В качестве стержневой, а также формовочной массы для небольших изделий, отливаемых из металлов с невысокой температурой плавления, можно использовать массу на основе гипса и талька или гипса и кварца. В случае применения масс на основе гипса следует помнить, что в них практически отсутствует газопроницаемость, поэтому в процессе формовки желательно сделать дополнительные отверстия для выхода газов, большое количество которых образуется в момент выплавки модели.

Если предполагается выполнить отливку из бронзы, латуни или других металлов с высокой температурой плавления, в качестве стержневой массы используют кварц, кварцевый песок с добавлением жидкого стекла (конторский силикатный клей). Песок необходимо прокалить при температуре 750—900 °С, но не в железной, а в чугунной емкости, например, в новой чугунной сковоро-

де, чтобы в него не попали окислы железа. Жидкого стекла в смеси должно содержаться 5—30 %, остальное песок.

При отливке больших изделий в формовочную смесь добавляют 1—2 % технической буры или борной кислоты, которые, имея соответственно температуру плавления 741 °С и 575 °С, в момент прокаливании формы плавятся и, обволакивая зерна наполнителя, скрепляют формовочную массу.

Выплавляемую модель со стержнем формуют в опоку обычным способом. Модель из канифоли выплавляют в сушильном шкафу, постепенно повышая температуру. Опоку располагают литниковой системой вниз, через которую выходит расплавленная канифоль, поэтому под литниковой системой необходимо поставить емкость. В данном случае стенки формы укрепятся расплавленными частицами канифоли. Когда канифоль полностью стечет, форму прокалывают в муфельной печи. Если такой возможности нет, то это можно сделать в духовке газовой плиты при температуре 350 °С, поскольку канифоль начинает обугливаться при температуре 310 °С. Образующаяся копоть от сгоревшей канифоли покрывает стенки формы, что способствует улучшению качества поверхности отливки.

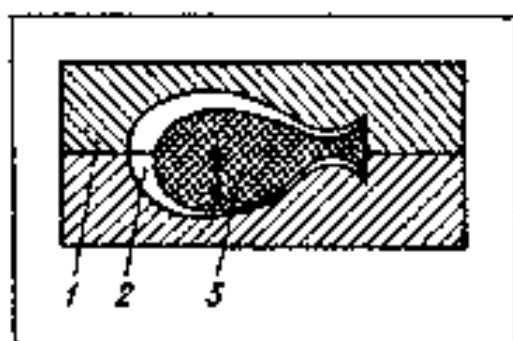
Целесообразно использовать опоку с дном, модель заформовать обычной формовочной смесью, а верхний слой, не касающийся модели, выполнить из смеси кварцевого песка или шамотной крошки с жидким стеклом. В момент выплавки модели он будет удерживать всю форму в опоке. Металл, подающийся в форму через литниковую систему, заполняет ее за счет давления собственной массы.

Если пустотелая модель имеет одно отверстие, через которое выходит арматура стержня, после выплавки ее стержень теряет опору и оседает внутри формы (рис. 94). Чтобы его зафиксировать в нужном положении, используют разные способы. Так, при изготовлении отливок больших размеров или при отливке изделий, имеющих места, которые не просматриваются (например, дно вазы), основной стержень с закрепленной на нем арматурой пропускают через модель насквозь и опирают двумя концами на края опоки, придавая ему строго фиксированное положение (рис. 95).

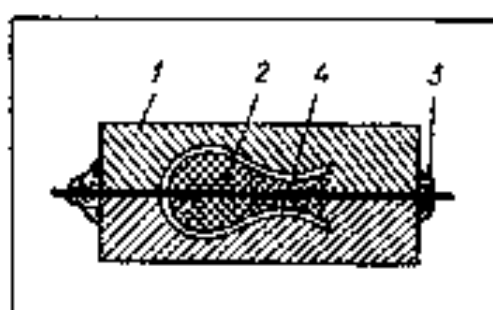
После отливки изделия и удаления арматуры оставшиеся отверстия заделывают любым способом. Либо в том месте модели, которое находится снизу и как-бы опираться на

формовочную смесь, сверлят одно или несколько отверстий. Затем изготавливают пробки из металла, из которого будут отливать изделие. Размер их должен соответствовать диаметру отверстий в толще модели. Пробки вставляют в отверстия модели и формируют ее (рис. 96). Имея такую же толщину, как и модель, металлическая пробка после выплавки модели остается в форме и фиксирует расстояние между стержнем и краем ее. После заливки пробки сплавляются с основным металлом и от них не остается никаких следов.

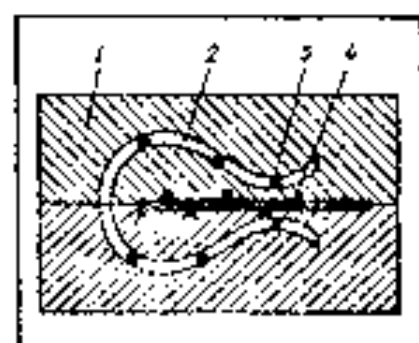
Площадь поперечного сечения пробок должна быть такой, чтобы они выдержали массу стержня и не вдавились в формовочную смесь. Следует учесть, что при выплавке модели форму переворачивают, поэтому пробки необходимо ставить и в верхней части ее. В качестве фиксаторов можно также использовать стальные стержни, которые пропускают через всю форму (модель и формовочную смесь). После отливки стержни извлекают, а в образовавшихся отверстиях нарезают резьбу и вкручивают резьбовые пробки или же отверстие раззенковывают и заглушают с помощью заклепок из того же металла — металлических



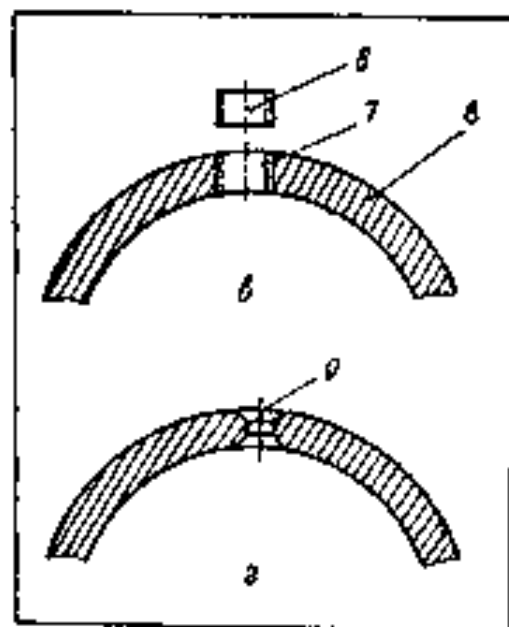
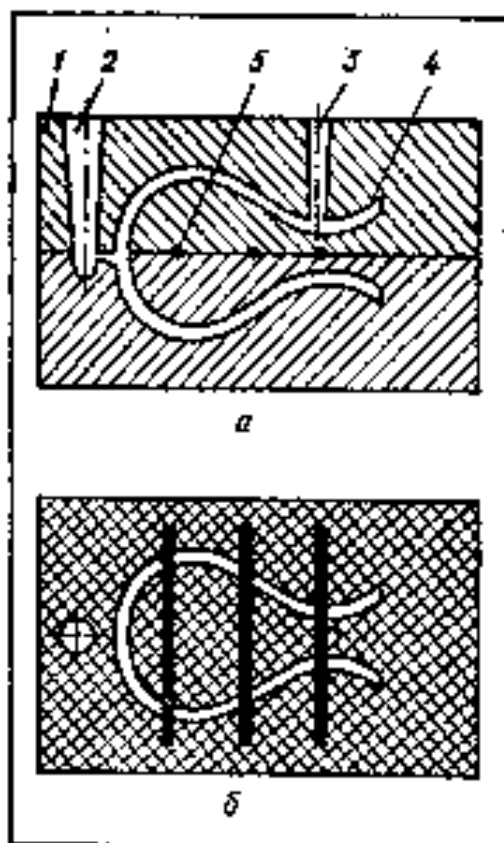
**Рис. 94. Оседание стержня в литейной форме:**  
1 — опока; 2 — полость для заливки металла; 3 — стержень



**Рис. 95. Фиксация стержня в форме с помощью арматуры:**  
1 — форма; 2 — арматура; 3 — гипсовая обложка для фиксации стержня относительно опоки; 4 — полость для заливки металла

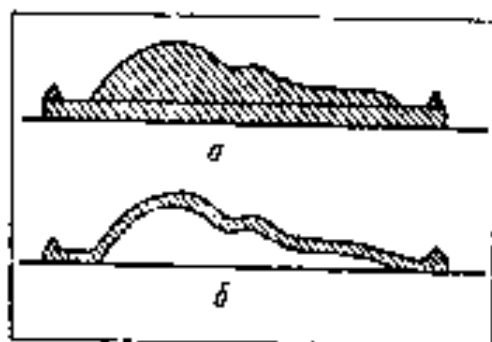


**Рис. 96. Фиксация стержня с помощью металлических пробок.**  
1 — форма; 2 — литейная полость; 3 — металлические пробки; 4 — арматура



**Рис. 97. Фиксация стержня с помощью металлических шпилек:**

**а** — вид сбоку; **б** — вид сверху; **в** — заглушка отверстия резьбовой пробкой; **г** — заклепка; **1** — форма; **2** — литник; **3** — выпор; **4** — литейная полость; **5** — стальная шпилька; **6** — пробка; **7** — отверстие с резьбой; **8** — отливка; **9** — заклепка



**Рис. 98. Барельеф:**

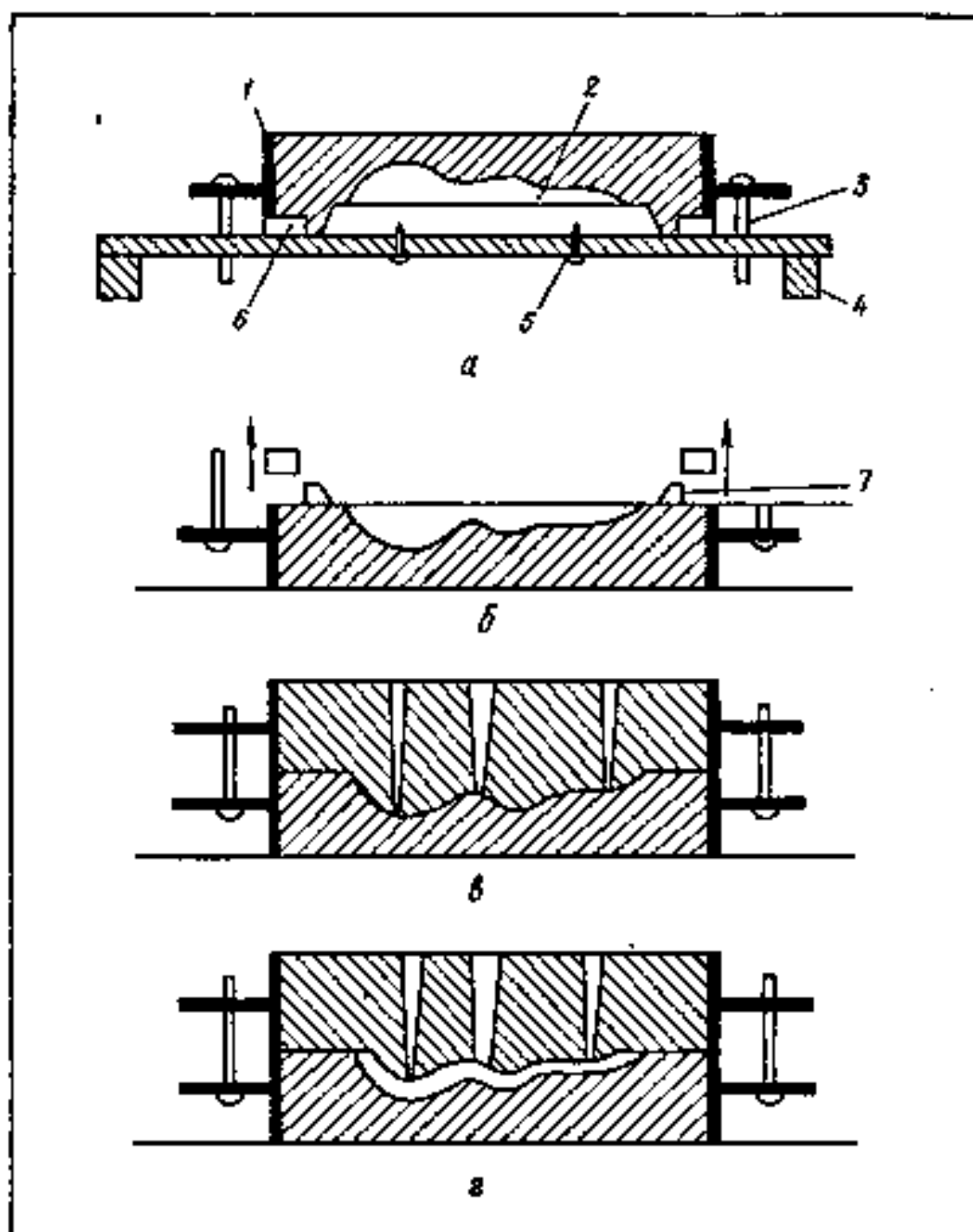
**а** — гипсовая модель рельефа; **б** — металлическая отливка

шпилек (рис. 97). Затем эти места тщательно зачищают или зачеканивают.

Оригиналы художественных изделий с относительно плоской поверхностью (медальоны, барельефы) выполняют обычно из мягких материалов — пластилина, глины, воска (рис. 98). Для формовки с них снимают гипсовые модели, при этом обратная сторона модели получается плоской и не повторяет изнутри форму лицевой поверхности. Выполненная по такой модели отливка имеет значительную массу, что нецелесообразно, так как расходуется большое количество металла. Чтобы этого избежать, применяют способ формовки по гипсовой модели с рамкой (рис. 99). В этом случае получают отливку, у которой внутренний рельеф повторяет форму лицевой поверхности, а толщина стенки соответствует толщине рамки и оди-

наковая по всей поверхности изделия. Формовку с рамкой применяют при изготовлении литейных форм по гипсовым моделям небольшой высоты и с пологими стенками.

Если гипсовая модель имеет высокие вертикальные стенки с малым уклоном, данный способ применять нежелательно, потому что при формовке вертикальные стей-



**Рис. 99. Формовка по гипсовой модели с рамкой (а — г — последовательность выполнения):**

1 — опока; 2 — гипсовая модель; 3 — фиксирующие шпильки опоки; 4 — подмодельная воска; 5 — крепление модели к доске; 6 — рамка; 7 — слой формовочной смеси, который удаляется

ки отливки получаются значительно тоньше верхних и металла при заливке может заполнить не всю форму, а только верхнюю часть ее.

При формовке с рамкой модель необходимо зафиксировать на подмодельной плите, в качестве которой можно использовать кусок древесностружечной плиты с несколькими просверленными отверстиями. Через них модель крепят шурупами. В плите также выполняют отверстия для фиксирующих штырей нижней опоки.

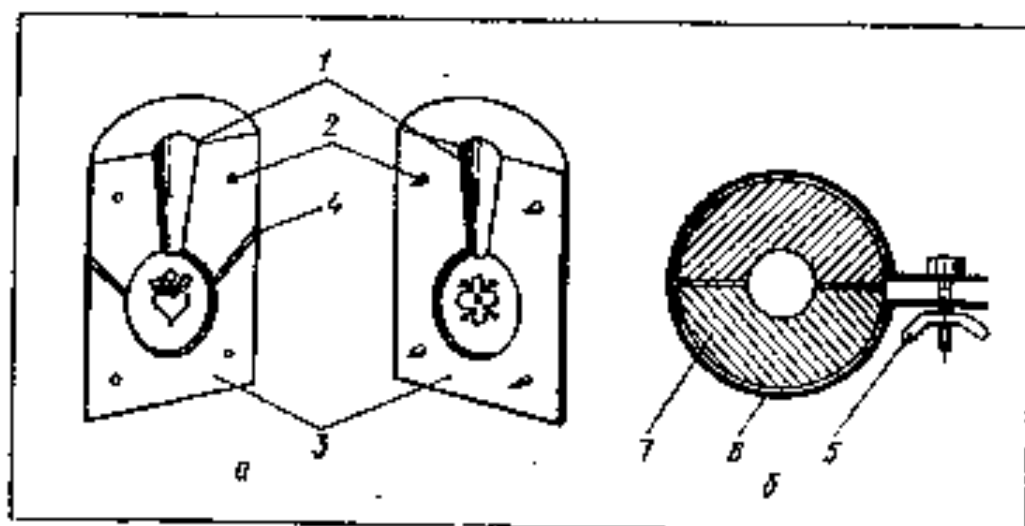
Укрепив модель на плите и установив на нее опоку с подложенной под края рамкой, начинают набивку ее формовочной смесью, тщательно утрамбовывая. Толщина рамки будет соответствовать толщине стенок будущей отливки. Заформованную опоку переворачивают вместе с подмодельной плитой и, слегка постукивая по поверхности плиты, аккуратно снимают ее с опоки вместе с рамкой.

После снятия рамки выше опоки образовался выступ из формовочной смеси, который необходимо срезать по всей поверхности опоки до уровня ее края. Таким образом получают отпечаток полуформы меньшей высоты модели на толщину рамки, подкладываемой под опоку, и соответствующий толщине стенки будущей отливки. Затем на заформованную опоку устанавливают вторую и по отпечатку в нижней набивают верхнюю полуформу с литниковым каналом и выпором. Верхнюю опоку формируют более тщательно и аккуратно, так как непрочную поверхность песчаной модели можно легко повредить при уплотнении смеси трамбовкой.

Удалив литник, верхнюю опоку снимают и при необходимости исправляют форму. Заформованную нижнюю опоку с рамкой, служившую моделью для верхней полуформы, выбивают и с помощью фиксирующих штырей устанавливают снова на подмодельную плиту в том же положении, в котором она находилась первоначально. Затем набивают ее формовочной смесью, но уже без рамки. После окончания формовки опоку переворачивают, снимают подмодельную плиту с моделью, а обе полуформы собирают. Таким образом получают полость, соответствующую толщине рамки.

Кроме основных способов литья в землю и по выплавляемым моделям, в старину мастера применяли литье в твердые разборные формы. Этим способом отливали ювелирные украшения, пуговицы, декоративные накладки для оружия и доспехов. Материалом для форм служила глина.





**Рис. 100. Литейная форма из глины:**  
 а — половинки формы; б — стяжка формы; 1 — литник; 2 — фиксаторы;  
 в — форма; 4 — выпоры; 5 — стягивающий винт; 6 — хомут (стальная  
 полоса); 7 — форма

и мягкие породы известняка. Изготовленные вручную формы из глины состояли из двух половин с углублениями для фиксации их одна относительно другой. Полость формы выполняли вручную или формовали по образцу из сырой глины, затем высушивали и обжигали (рис. 100). Для изготовления таких форм можно использовать огнеупорную шамотную глину или тигельную массу. Шамотный наполнитель для этих масс при выполнении литейных форм должен быть тонкого помола. Следует помнить, что шамотная глина при высыхании дает значительную усадку — 7—14 %. Обжигают глиняную форму в муфельной печи при температуре 900 °С, а затем скрепляют две полуформы между собой двумя хомутами, изготовленными из стальной полосы и соединенными с помощью винтов и гаек.

Принцип изготовления литейных форм из известняка такой же, как и из глины. Разница лишь в том, что полость формы выбирается резцами. Используя для литейных форм одну из разновидностей известняка — шифер, имеющего плотную структуру и хорошо поддающегося обработке, старинные мастера с помощью гравировки выполняли сложные формы и получали высокохудожественные произведения. В качестве материала для таких форм можно использовать пластины из тигельного графита или графитовых электродов для электроплавильных печей, так как графит хорошо поддается обработке резанием (рис. 101). В заготовленных пластинах необходимого размера прилегающие поверхности зачищают мелкой наждачной бумагой, а затем притирают одну к другой. В двух

точках пластин просверливают отверстия насквозь, через которые их стягивают болтами и гайками. Отверстия сверлят в тех местах, где они не будут мешать изготовлению формы и литников. После описанных подготовительных операций приступают к изготовлению (вырезка и гравировка) литейной формы и литниковой системы.

Перед заливкой металла графитовую форму изнутри необходимо покрыть тонким слоем каолина или мела, разведенных водой с добавлением жидкого стекла, что предохранит ее от выгорания.

После извлечения отливки из формы она обычно имеет некрасивый вид — с пригаром частичек формовочной смеси, всевозможными цветами побежалости и т. п. В этом случае механические загрязнения удаляют с помощью стальной щетки, а затем изделие отбеливают в кислотах и щелочах.

Медь, бронзу, латунь и мельхиор обычно обрабатывают в два приема: сначала выполняют предварительное травление, а потом окончательное, или глянцевое. Состав раствора для предварительного травления следующий: азотной и серной кислот — соответственно по 250 мл, натрия хлористого 0,5 г. Время обработки 4—5 с, температура раствора 20—25 °С. Для окончательного травления используют раствор: азотной и серной кислот по 250 мл, соляной кислоты 5 мл, голландской сажи 1—1,5 г.

В этот раствор изделия погружают на 6—8 с, затем быстро промывают в большом количестве воды.

Свинец травят 5—10%-ной азотной кислотой, цинк и кадмий — 5—20%-ной соляной кислотой, а алюминий 10—20%-ным раствором едкого натра.

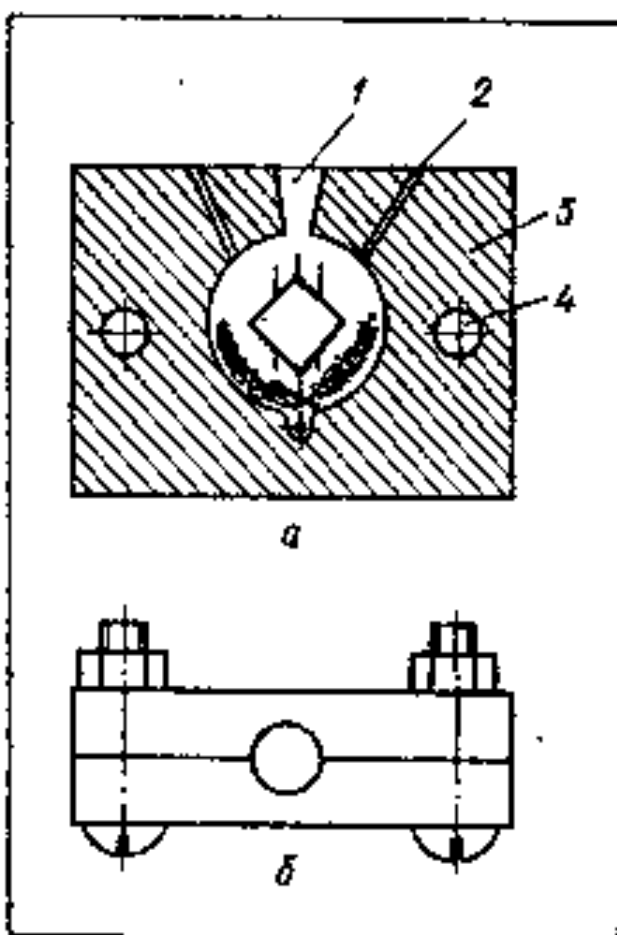
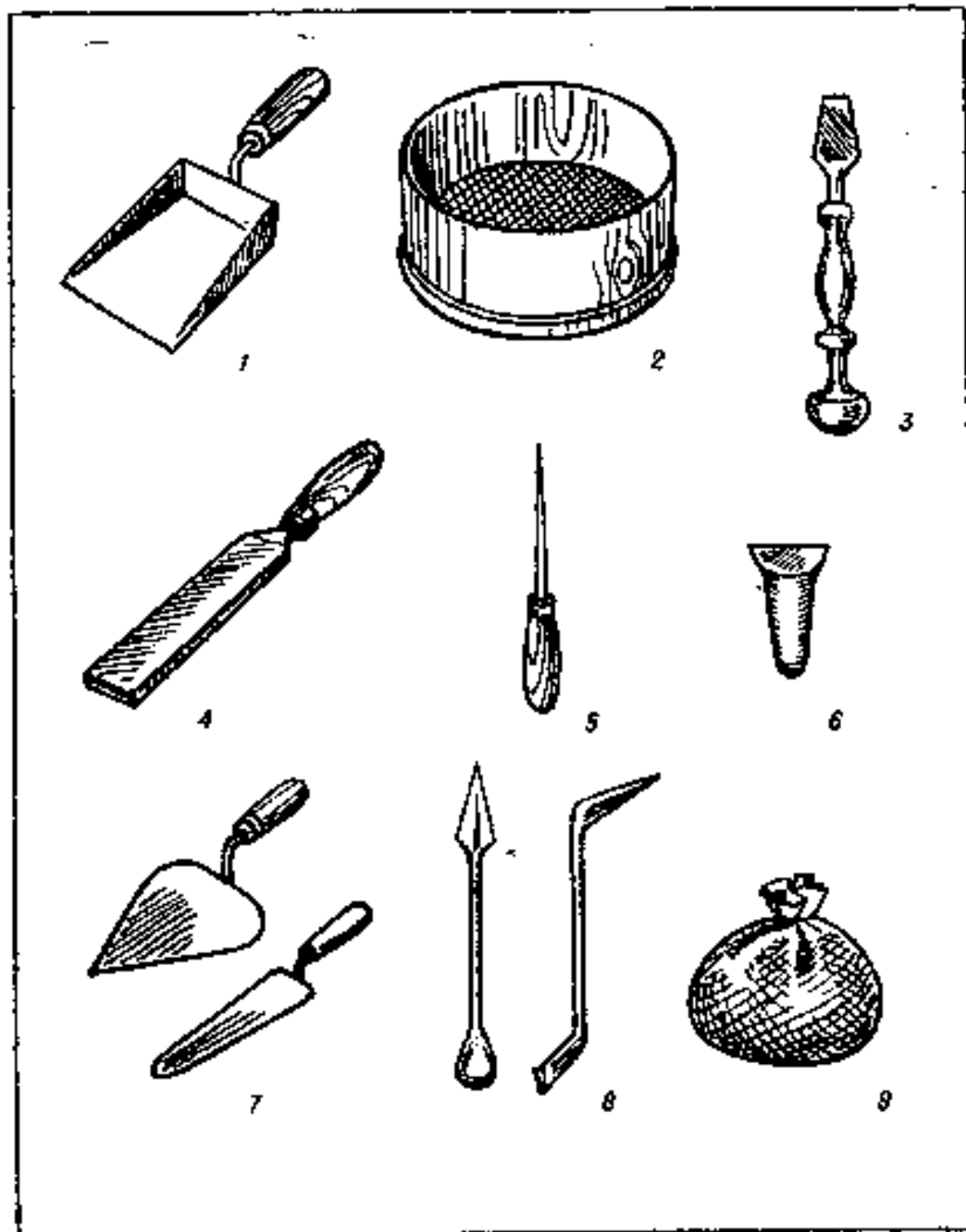


Рис. 101. Графитовая форма: а — в разрезе; б — форма в сборе; 1 — литник; 2 — вызор; 3 — форма; 4 — отверстия под винты



**Рис. 102. Инструмент, применяемый при формовке:**  
 1 — лопатка; 2 — сито; 3 — трамбовка; 4 — правильный брусок; 5 —  
 вентиляционная игла; 6 — модель литника; 7 — ладилка; 8 — ланцет; 9 —  
 мешочек с припылом

В приведенных составах растворов применяются концентрированные кислоты. Следует помнить, что работа с ними требует особой осторожности, готовить их необходимо под вытяжкой или на улице.

**Формовочный инструмент.** Для литья необходим специальный формовочный инструмент, который

можно разделить на две группы. К первой относятся инструменты, необходимые для набивки формы и удаления из нее модели,— лопатки, сита, трамбовки, линейки, вентиляционные иглы, деревянные молотки-киянки, бруски, кисти.

Вторая группа включает инструменты, применяемые для отделки формы,— всевозможные гладилки, отделочные и подрезные ланцеты и пр. (рис. 102).

### *Полезные советы*

● В качестве сырья для отливки алюминиевых изделий используют бывшие в употреблении автомобильные поршни и головки блоков двигателей, изготовленных из литейных алюминиевых сплавов.

● Для отливки точных деталей из цинка применяют сплав, состоящий из 94 % цинка, 4— алюминия и 2 % меди.

● Тиглем для плавки цветных металлов могут служить чугунные ступки для спечей.

● Для плавки небольших порций металла можно использовать нагревательный элемент рефлекторов, представляющий собой керамический стакан, обмотанный спиралью. Спираль изолируют листовым асбестом, а металл плавят в полости стакана.

● Чтобы увеличить срок службы нихромовых спиралей, их алитируют, т. е. насыщают поверхность алюминием. Для этого спирали выдерживают в расплаве алюминия с добавкой около 1 % хлористого аммония при температуре 950—1150 °С.

● Приготавливая сплавы, сначала расплавляют металлы с более высокой температурой плавления, а затем с более низкой.

● Модель, выполненную из пенопласта и заформованную в гипсе, можно удалить, растворив ее ацетоном.

● Для улучшения качества облицовочной смеси в нее за сутки до использования добавляют 1 % ржаной муки или порошок декстринового клея.

● Формой для получения моделей из воска при отливке копий монет и медалей может служить сургуч.

● В качестве шрифтовых моделей для литья используют пластмассовый шрифт из детских азбучных наборов. Необходимую форму и рельеф им придают с помощью пластилина.

● Небольшие порции металла плавят в лунке, выдавленной в предварительно размоченном и затем высушенном листе асбеста.

● Не рекомендуется плавить металл в стальном тигле в горне, так как возможно прогорание его, что приведет к заливке колодников расплавленным металлом.

● В качестве обечайки при изготовлении моделей из гипса удобно использовать пакеты из-под молока, у которых внутренняя часть покрыта воском. Такая обечайка не размокает и не требует смазки.

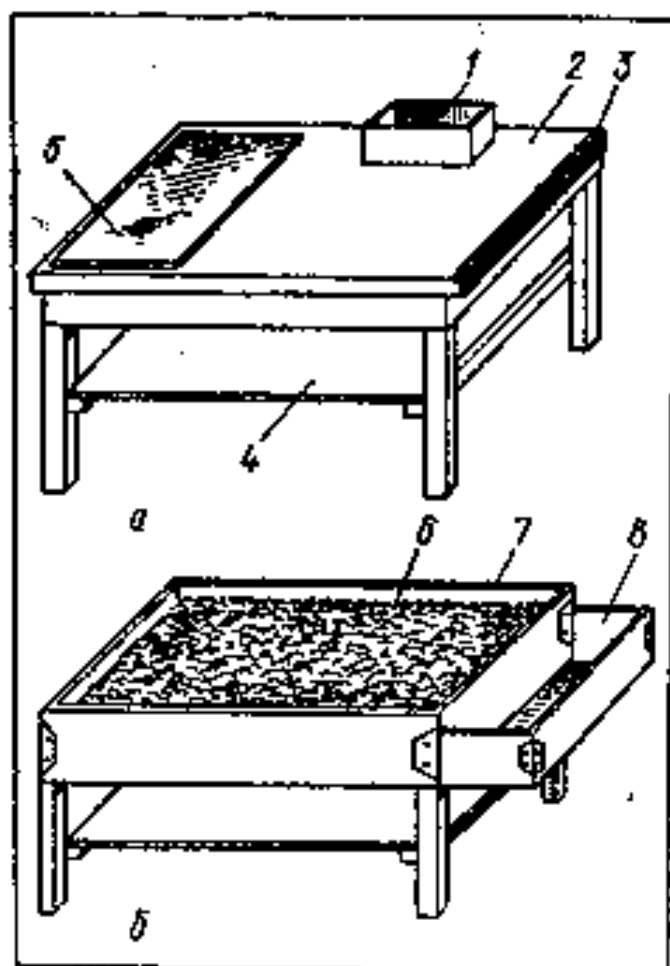




### **РАБОЧЕЕ МЕСТО ЧЕКАНЩИКА И МАТЕРИАЛЫ**

Рабочее место чеканщика — стол из металла или дерева. Столешницу изготавливают из толстых досок. Предпочтительнее деревянные конструкции, потому что при ударах они лучше поглощают звук. На рабочем столе необходимо предусмотреть место для инструмента. Постоянно хранить его на рабочем столе не следует, так как, вибрируя при работе, он будет издавать неприятный звук. Для этого лучше оборудовать отдельные шкафы и полки.

Обычно чеканщики при чеканке изделий с крупными рельефами пользуются столом другой конструкции, имеющим по периметру столешницы бортики, которые образуют ящик. В этот ящик засыпают песок. Высота бортиков стола зависит от высоты рельефа (рис. 103). Желательно иметь деревянную колоду (аналогичную, как для крепления наковальни), на которой крепят трещотки, а также используют ее для выполнения операций по высечке.



**Рис. 103. Рабочее место чеканщика:**  
*а* — верстак; *б* — ящик с песком; 1 — ящик для инструмента; 2 — стоешница; 3 — стальной уголок; 4 — полка для металков с песком; 5 — стальная плита; 6 — песок; 7 — борта ящика; 8 — место для инструмента

Непременным атрибутом любой мастерской являются тиски. Также необходимо иметь небольшие мешки из плотной ткани или кожи, заполненные песком, используемые как подкладка при чеканных работах.

Чеканка предполагает большое количество операций по пайке, сварке и отжигу металла, поэтому для выполнения их необходимо иметь газовую или бензиновую горелку.

При тонировке изделий в большом количестве применяются химикаты, в том числе и вредные для здоровья. Если нет возможности выполнять эти работы в специальном помещении с хорошей принудительной вентиляцией, то лучше проводить их на свежем воздухе.

Для чеканки применяют листовой металл (обычно толщиной 0,4—1,5 мм), имеющий хорошие пластические свойства.

Традиционным металлом для чеканки является красная медь, обладающая высокой стойкостью против коррозии. Высокая пластичность и вязкость чистой меди позволяют изготавливать из нее сложные формы. Медь хорошо шлифуется и полируется, однако быстро теряет блеск. При выколотке по модели, когда применяется постоянный подогрев металла, следует помнить, что при температуре 400—600 °С может появиться красноломкость меди, вызванная примесью висмута.

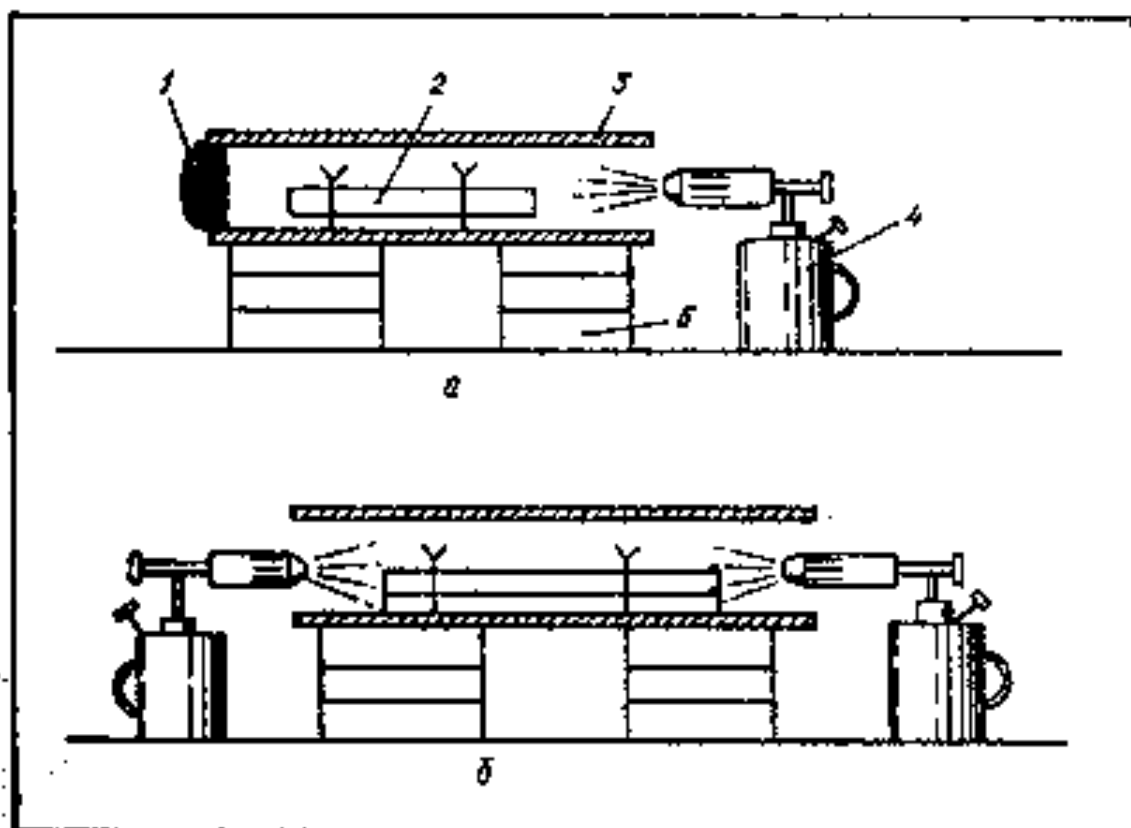
Медь перед началом работы необходимо отжечь. Для этого, если размер заготовки небольшой, ее равномерно

нагревают горелкой до появления свечения металла, затем быстро охлаждают в емкости с водой. Лист большого размера можно свернуть в рулон, связать стальной проволокой и отжечь в нагревательном приборе, например в муфельной электропечи.

При длине рулона, превышающей глубину муфеля, печь вставляют сначала один его конец, а когда он нагреется — противоположный. Операцию повторяют до тех пор, пока равномерно нагреется весь рулон.

Отжечь металл можно также с помощью паяльной лампы и отрезка стальной или лучше керамической трубы. В таком отрезке торцы заделывают глиной, а в свободное отверстие загружают металл. Затем трубу укладывают на кирпичи на уровне сопла паяльной лампы и пламенем ее нагревают. Отжиг можно выполнить также с помощью двух паяльных ламп (рис. 104). Поскольку медь обладает повышенной теплопроводностью, время ее нагрева несколько увеличивают.

Из сплавов меди наиболее часто для чеканки используют латунь, имеющую красивый золотисто-желтый цвет.



**Рис. 104. Отжиг металла паяльной лампой:**

**а** — с использованием одной паяльной лампы; **б** — с использованием двух; 1 — деревянная заглушка; 2 — листовой металл; 3 — труба; 4 — паяльная лампа; 5 — кирпичи



По сравнению с медью она тверже и прочнее, однако при наличии в ней цинка (около 30 %) немного уступает меди в пластичности.

Латунь, в отличие от меди, лучше поддается химическому окислению. В процессе чеканки при наклепе увеличивается ее прочность, но снижается пластичность. Для снятия наклепа латунь отжигают при температуре 600—700 °С, что повышает ее пластичность. Так как латунь при отжиге после нагрева необходимо постепенно охлаждать, отжигать ее можно с помощью горелки не по всей площади изделия, а частями, только в тех местах, которые подверглись наиболее интенсивному наклепу. Некоторые виды латуни имеют относительно низкую температуру плавления и малую толщину в момент чеканки. Поэтому при отжиге газовой горелкой надо пользоваться мягким пламенем и не допускать прогара металла, поскольку исправить этот дефект очень сложно, а в некоторых случаях и невозможно.

Листовой алюминий и его сплавы чеканятся мягко и легко, поддаются глубокой вытяжке. Для чеканки применяются все марки листового алюминия с содержанием примесей не более 2 %.

При своей мягкости и пластичности алюминий в процессе работы также нагартовывается и требует отжига, однако выполнить его из-за низкой температуры плавления металла (660° С) сложно.

Отжиг следует проводить при температуре не выше 300—350 °С.

В домашних условиях применять алюминий для сложных объемных композиций, состоящих из нескольких частей, не стоит из-за сложности его пайки и сварки.

Из черных металлов для чеканки используют малоуглеродистые мягкие сорта сталей, например, декопир — отожженную и протравленную сталь. Материал трудный в чеканке, но красивый в отделке, легко монтируется с помощью пайки твердыми припоями и сваркой. Изготавливают из него небольшие декоративные изделия и крупные композиции. В процессе работы декопир быстро нагартовывается, поэтому требует частого отжига, который рекомендуется проводить при температуре 700—800 °С.

## ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ЧЕКАНКИ

Кроме набора разметочного и слесарного инструмента, основным рабочим инструментом чеканщика являются различного вида чеканы и молотки.

Чекан представляет собой металлический стержень с специально обработанной нижней рабочей частью (боем). Обычно длина его 120—170 мм. Однако на практике размеры чеканов колеблются и зависят от того, для какой работы они предназначены. В поперечном сечении они могут быть прямоугольные, круглые, квадратные. Наиболее удобным, но более сложным в изготовлении, считается чекан с утолщением в средней части. Он удобен в работе и хорошо гасит вибрацию в момент удара (рис. 105).

Чеканы изготовляют из сталей марок У7, У8, 50Х. Для этой цели можно использовать старый напильник, предварительно отпустив его и сточив насечку. Хорошие чеканы получают из арматурной конструкционной стали улучшенного качества.

Для изготовления чеканов стальные прутки нужного сечения режут на заготовки, на наждачном круге грубо обрабатывают, а затем, зажав в тисках, с помощью напильника придают им окончательную форму. Рабочую часть обрабатывают наждачной бумагой и шлифуют. Для фактурного чекана на ней выполняют насечку и закалывают с последующим отпуском для снятия внутренних напряжений в металле. После закалки бой полируют.

Для изготовления чеканов используют также мяг-

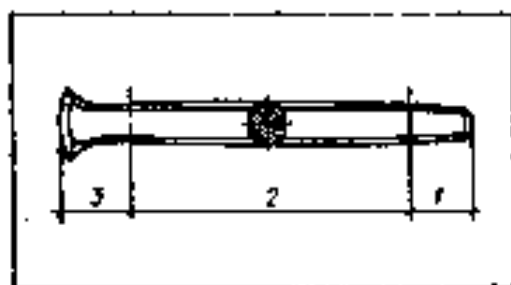


Рис. 105. Форма чекана:  
1 — верхний конец чекана;  
2 — остов; 3 — нижний конец (бой)

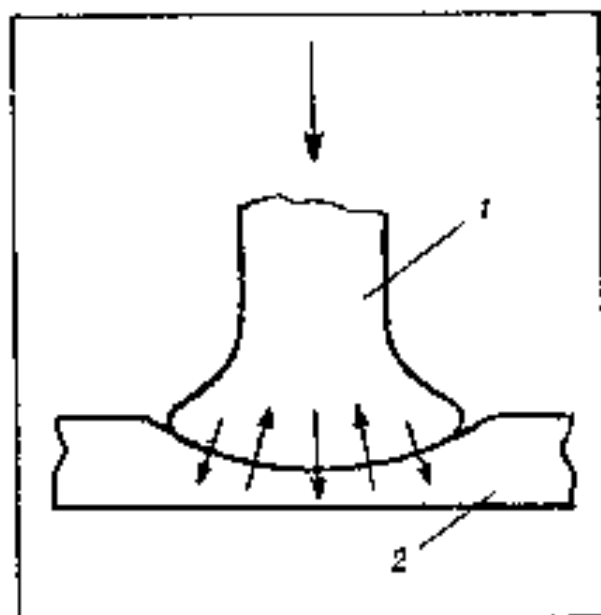
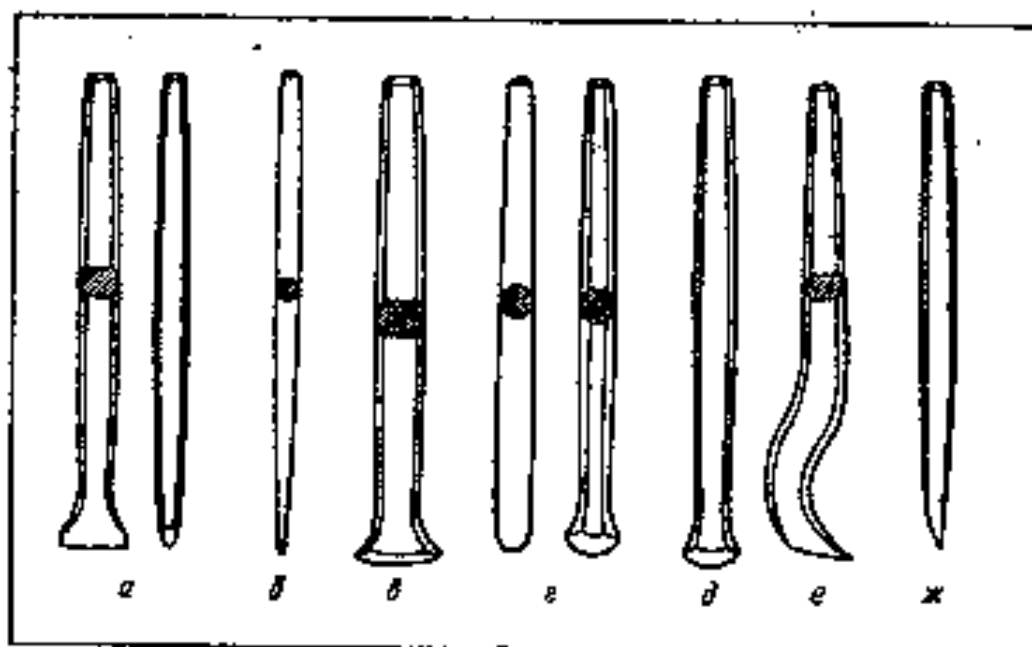


Рис. 106. Работа мягкого чекана:  
1 — чекан; 2 — металл



**Рис. 107. Виды чеканов:**

*а — расходник; б — канфарник; в — лощатник; г — пушник; д — бобши-  
ник; е — специальный чекан (саложок), ж — сечка*

кие сорта стали и твердые сорта латуни и бронзы. Чеканы из них применяют в работе с мягкими металлами и для выполнения высокого рельефа, когда металл значительно утоньшается и возникает опасность его прорыва. В момент удара и расплющивания основного металла такой чекан принимает часть энергии удара на себя и слегка деформируется, что делает его работу мягкой (рис. 106).

Чеканы из мягких сортов стали требуют более частой заточки.

Для этих же целей используют чеканы, изготовленные из твердых пород дерева — бука, граба, дуба, которые меньше нагартовывают металл. Их изготавливают несколько большей длины, чем металлические, так как верхняя часть и бой быстрее сбиваются и требуют частой заточки.

Все металлические чеканы можно разделить на следующие группы:

**Р а с х о д н и к** (обводной чекан) применяется для выполнения контура рисунка на металле. В зависимости от угла заточки может давать широкую мягкую линию или тонкую и четкую (при остром угле заточки). Бой прямой или полукруглый (рис. 107).

**К а н ф а р н и к** — чекан с заостренным боем, конец которого слегка затуплен. Используют для перевода рисунка с бумаги на металл путем канфарения, нанесения

чек по контуру рисунка, а также для канфарения контура.

**Л о щ а т н и к** — чекан с круглой или квадратной формой боя. Применяют для выглаживания и выравнивания плоских поверхностей.

**П у р о ш н и к** имеет круглую сферическую головку (бой) разного диаметра. Применяют для поднятия рельефа с обратной стороны и нанесения фактуры с лицевой.

**Б о б о ш н и к** напоминает пурошник, но имеет прокатоватый эллипсоидный бой. Также используют при поднятии рельефа с обратной стороны.

**С п е ц и а л ь н ы й ч е к а н** применяют при чеканке поднутренностей.

**С е ч к а** — чекан, напоминающий зубило. Имеет заточенный бой прямой или полукруглой формы. Применяют для просекания (вырубки) фона при ажурных работах.

К отдельной группе относят фигурные и рисунчатые чеканы. В фигурных (пуансонах) рабочей части с помощью гравировки или слесарных операций придают определенную форму — это может быть самостоятельный декоративный элемент или часть орнамента. Имея набор таких чеканов, можно значительно ускорить и упростить выполнение повторяющихся элементов.

При выполнении относительно крупных работ для перевода рисунка на металл иногда применяют специальное приспособление — **н а к а т к у**, представляющую собой металлическую штангу длиной 30—40 см (рис. 108). В верхней части ее имеется упорная пята, а в суженном противоположном конце расположен паз, в котором на оси закреплено колесико, заточенное на конус, изготовленное из закаленной стали. По всей длине штанги выполнена насечка. Работают накаткой следующим образом: левой рукой берут ее за нижнюю часть, ближе к колесику, правой — по центру. Затем выставляют колесико на линию рисунка, перенесенного на металл, упирают упорную пяду в правое плечо и начинают накачивание, регулируя руками направление движения, а давлением плеча на пяду глубину накатки. Этот прием рекомендуется применять при выполнении рисунков, не имеющих мелких элементов и малых радиусов округления.

При работе с пластичными материалами толщиной 0,3—0,5 мм используют ручные расходники и давилки с деревянной ручкой. **Д а в и л ь н и к** выполняют функцию чекана. Однако давление на рабочую поверхность

происходит не за счет удара молотком, а давления кистей рук. Изготавливают их из проволоки диаметром 3—4 мм с деревянной или пластмассовой ручкой.

При чеканке различных объемных полых изделий для выколачивания рельефа на объемной форме применяют крюки и трещотки, представляющие собой стальные стержни с загнутыми рабочими концами под прямым углом, направленными в противоположные стороны (рис. 109). Для изготовления этого инструмента желательно использовать пружинные сорта сталей. Рабочим концам крюков и трещоток придают разнообразную форму, однако притупленную настолько, чтобы в момент удара не прорывался металл. В крюке оба отогнутых конца рабочие, в трещотке один конец рабочий, а другой крепят в тисках или забивают в деревянную колоду (рис. 110). Длина крюков и трещоток зависит от размеров изделия, но не менее

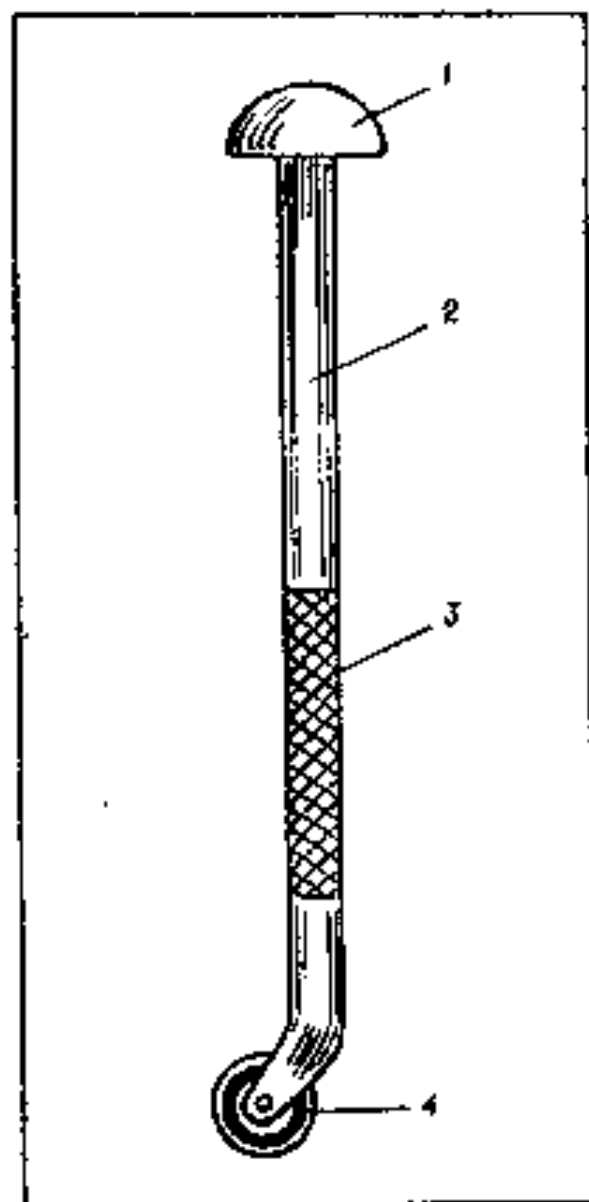
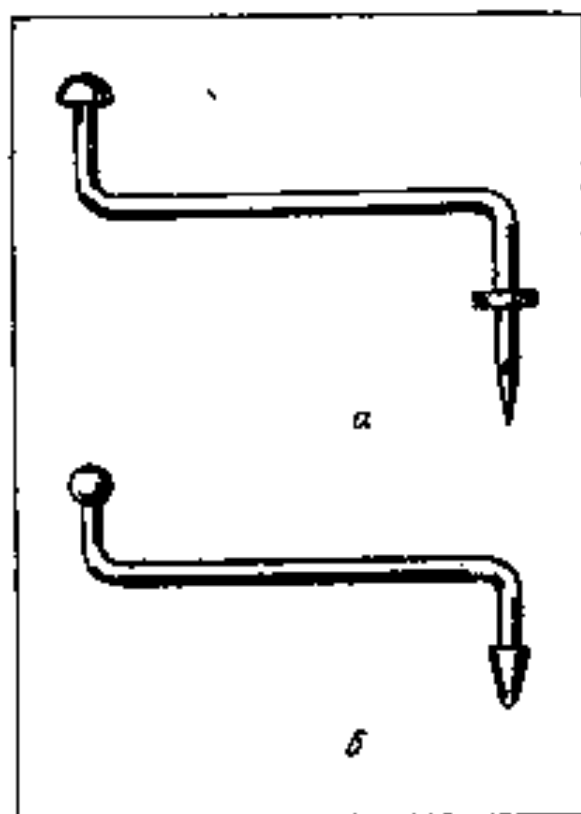


Рис. 108. Приспособление для накатки контура чеканки:  
1 — упорная пята; 2 — штанга;  
3 — рифление; 4 — колесико

Рис. 109. Крюк (а) и трещотка (б)



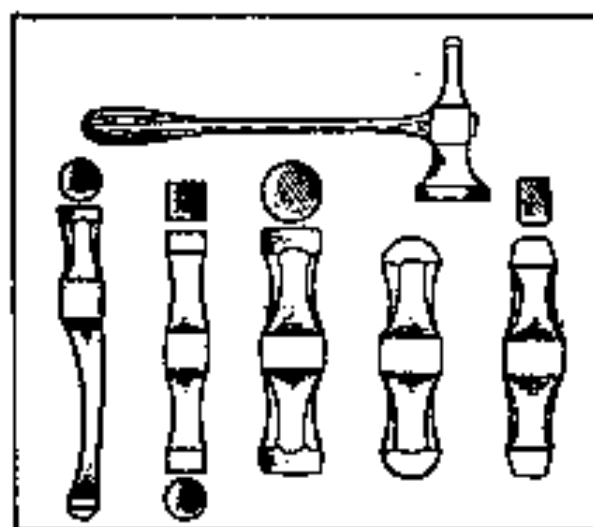
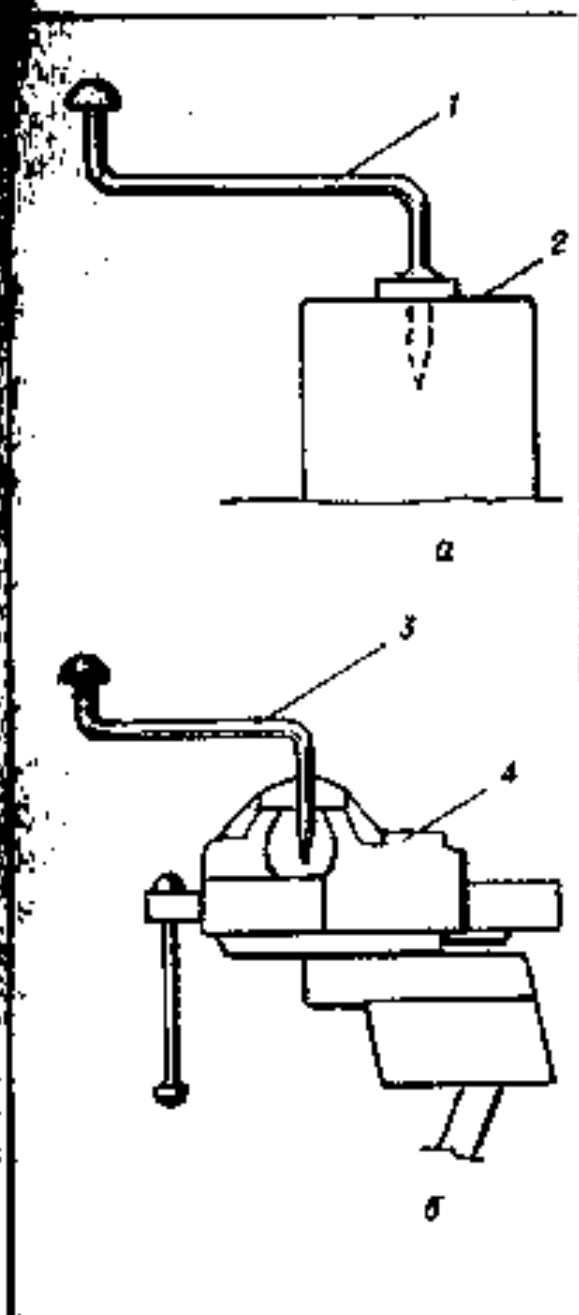


Рис. 111. Фасонные молотки для чеканки

Рис. 110. Крепление трещоток и крюков:

а — крепление трещотки в деревянной колоде; б — крепление крюка в тисках; 1 — трещотка; 2 — деревянная колода; 3 — крюк; 4 — тиски

250 мм, поперечное сечение их 8—16 мм в зависимости от общей длины. Выполнять их более толстыми не следует поскольку ухудшатся пружинистые свойства и потребуются более сильные удары молотком.

Вторым главным инструментом чеканщика являются чеканные молотки, которые могут иметь разнообразную форму и быть выполнены в зависимости от назначения из металла, дерева или резины. Иногда в резиновые молотки делают металлическую вставку.

Металлические молотки служат для выколачивания форм и ударов по чекану, деревянные и резиновые — для вытяжки рельефа и разравнивания фона. Масса металлических молотков 80—300 г. Широко применяются молотки массой 120—200 г, изготавливаемые с помощью

слесарных или токарных инструментов. Одному концу молотка придают сферическую форму, а другому — плоскую. Оба конца молотка можно выполнить фасонными. Бой чеканного молотка шлифуют и полируют до зеркального блеска (рис. 111).

## ТЕХНОЛОГИЯ ЧЕКАНКИ

При изготовлении предметов или элементов сложной формы прежде всего необходимо сделать эскиз задуманной работы. Если предусматривают применение одного металла, эскиз выполняют в одном цвете, если нескольких — в соответствующих цветах. После того как на эскизе проработаны все детали, рисунок с помощью масштабной сетки переносят на кальку-шаблон в натуральную величину.

При использовании разных металлов следует определить способы и технологию их соединения и учесть это при выполнении рисунка в натуральную величину. Если изделие имеет значительное количество рельефов разной высоты, то начинающему чеканщику трудно сориентироваться. Поэтому лучше изготовить макет будущей работы в пластилине или на рисунке, выполненном в натуральную величину, цифрой 1 отметить наименьшую высоту рельефа, цифрой 2 — большую и так далее до самой высокой точки. Ориентируясь на эти отметки, легче представить себе в процессе работы соотношение высот рельефа. Макет объемно-пространственных композиций делят на основные составляющие элементы, а затем с каждого делают точную развертку. Если этого сделать нельзя, то развертку выполняют максимально похожей геометрической фигуры.

Далее согласно эскизу и кальке-шаблону выбирают нужный листовой металл, размер листа должен быть на 30—40 мм больше рисунка. Приготовленный лист разравнивают деревянным молотком на правочной плите — стальной плите с ровной гладкой поверхностью. Однако при всей аккуратности выполнения работы молотком он может оставить следы на металле. Поэтому лучше разравнивать лист хлопункой — куском толстой листовой резины с деревянной ручкой (рис. 112).

Существует несколько способов перевода рисунка на металл, применение которых зависит от его толщины и пластичности. При использовании металла толщиной 0,8—2,0 мм его переводят чеканом-канфарником. Для

этого рисунок в натуральную величину крепят резиновым клеем на металлическую заготовку. Чекан ведут по контуру рисунка, выполняя легкие удары молотком по канфарнику и нанося ряд точек, которые будут хорошо заметны после снятия кальки. На прямых линиях рисунка точки можно располагать реже, на участках с мелким рисунком — чаще, чтобы показать все его детали. Наличие глубоких точек после канфарения нежелательно, поскольку они являются вспомогательными и в дальнейшем их будет трудно вывести. Канфарение проводят на стальной плите.

Если используют лист меди или алюминия толщиной до 0,5 мм, перевести рисунок на металл можно с помощью ручного расходника или давилника. Инструмент ведут по линии рисунка, сильно прижимая к металлу, работать удобней, ведя его на себя. Полированное острое инструмент легко скользит по кальке и линиям рисунка, сделанного графитным карандашом, хорошо продавливают металл и оставляет четкий след.

Рисунок можно перевести на металл и с помощью копировальной бумаги. Для этого лист металла покрывают белой гуашью и переводят рисунок, закрепив его нитролаком. Однако этот способ неэффективен из-за недостаточной прочности рисунка.

Чтобы после канфарения отдельные точки превратились в сплошную линию, выполняют расходку чеканом-расходником, который оставляет неглубокую линию-бо-

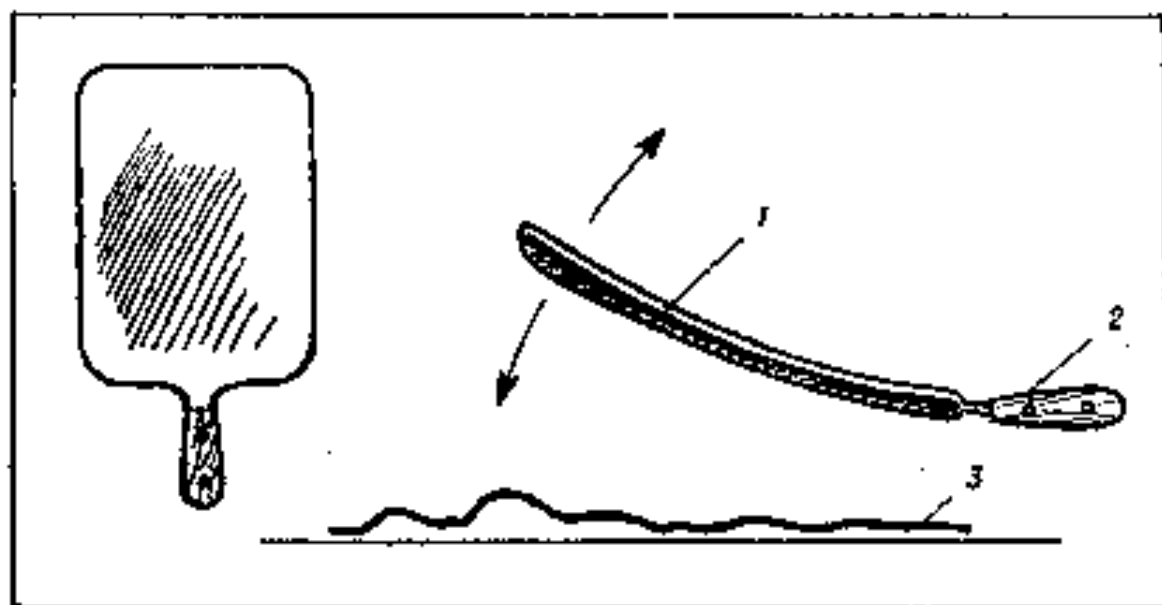


Рис. 112. Разравнивание листового металла:

1 — листовая резина толщиной 8—20 мм; 2 — ручка; 3 — металл





Рис. 119. Отбортовка металла для закрепления в смоле:  
1 — металл; 2 — загнутые края

роздку. Удары молотком следует наносить с одинаковой силой и частотой, тогда линия будет выглядеть ровной и одинаковой глубины, без забоев.

После расходки контура рисунка, имеющего множество линий, желательно металл отжечь. Для этого на алюминии, не дающем цветов побежалости, мылом делают отметки, которые при температуре около  $100^{\circ}\text{C}$  начнут обугливаться (момент рекристаллизации алюминия). При отжиге металла открытым пламенем заготовку необходимо уложить на лист асбеста.

Если крупные работы с высокими рельефами выполняют на песке, то для мелких с точной передачей рисунка необходимо приготовить смоляную смесь. Для этого битум расплавляют (лучше на открытом воздухе на костре) в какой-нибудь емкости, например в ведре, затем в него добавляют наполнитель — 10—50 % объема массы. В качестве наполнителя используют просеянный песок, золу или формовочную землю. Следует помнить, что чем больший процент наполнителя, тем тверже смола и чем меньше размер зерен наполнителя, тем выше ее качество. Для придания смоле лучшей вязкости и мягкости добавляют воск (5—10 % объема массы), а для большей клейкости и прочности — канифоль. Приведенные соотношения компонентов условны, поэтому каждый чеканщик должен подобрать смоляную смесь для конкретного случая.

Приготовленную смоляную смесь разливают в деревянные ящики из древесностружечных плит и досок размером от  $30 \times 30$  до  $70 \times 70$  см с высотой бортиков в зависимости от глубины рельефа и с учетом небольшого запаса — до 10 см. Желательно иметь несколько таких ящиков для разных изделий.

Когда смоляная смесь готова и залита в ящик, производят насмолку. Для этого пластину с размеченным конту-

ром рисунка переворачивают и делают отбортовку на лицевую сторону, чтобы закрепить пластины в смоле (рис. 113). Если изделие имеет небольшие размеры, допускается отгибание только углов пластины, а если пластина изготовлена по рисунку и имеет сложную форму, перпендикулярно ему на свободном поле делают надрезы. Частота их зависит от сложности рисунка. Где возможно, металл отбортовывают и получают лапки, которые будут удерживать пластину в смоле (рис. 114).

Если смола в ящике застыла, ее расплавляют паяльной лампой или горелкой. В момент разогрева смолу необходимо помешивать, не давая опуститься на дно твердым частицам. Нельзя допускать воспламенения и выгорания ее, поскольку при этом она теряет пластичность и клейкость. Чтобы предупредить воспламенение, следует накрыть ящик тонким металлическим листом, который при нагревании не касался бы поверхности смолы. Лист будет плавить ее выделяемым тепловым излучением и защищать от открытого пламени. После расплавления смолы нужно выждать некоторое время, пока она перестанет выделять воздушные пузырьки.

Затем приступают к насмолке: пластину слегка нагревают и укладывают на смолу. Очень важно, чтобы под пластиной не оказалось воздушных мешков и она присмолилась всей поверхностью, иначе в процессе работы в местах попадания воздуха могут образоваться прорывы металла. Чтобы этого не случилось, на смолу укладывают сначала край пластины, а затем постепенно опускают ее в смолу всю

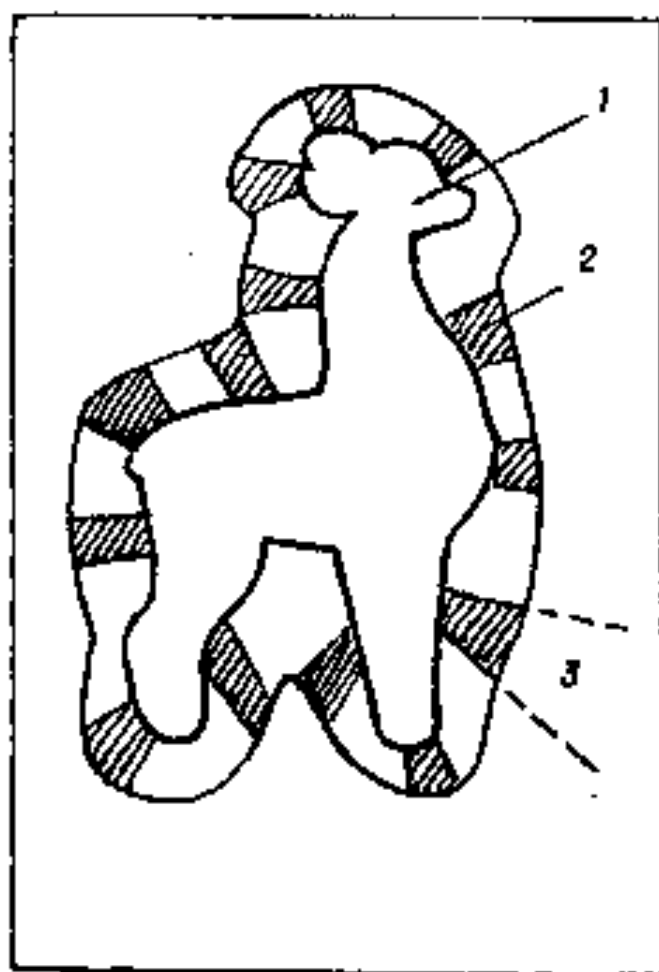
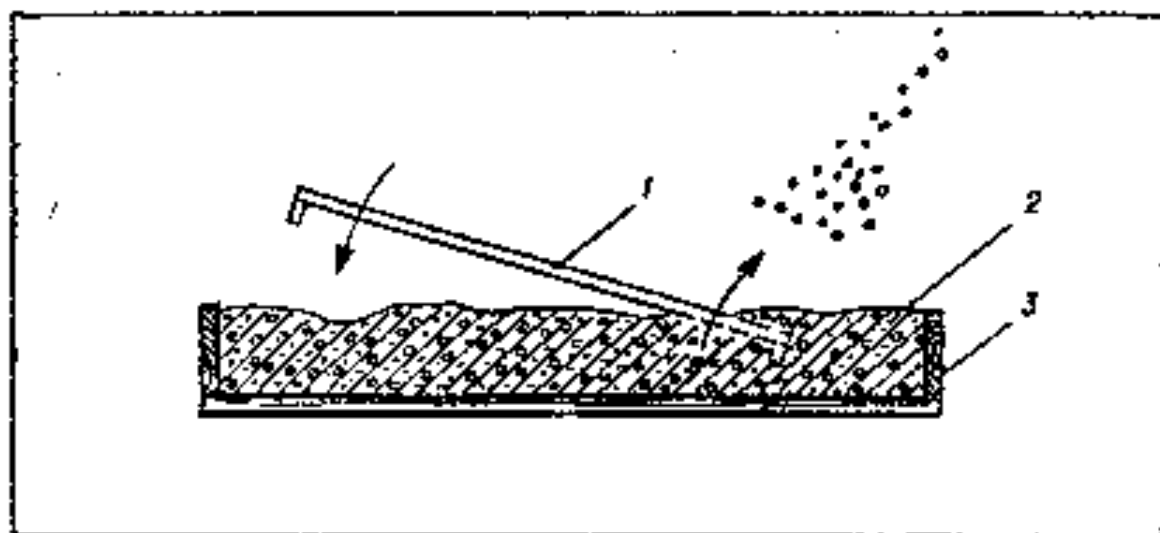


Рис. 114. Закрепление в смоле изделия сложной формы:  
1 — заготовка; 2 — лапка; 3 — надрезы



*Рис. 115. Насмолка пластины;  
1 — заготовка; 2 — смола; 3 — ящик*

(рис. 115). Смола с пластиной должна остыть. Процесс остывания можно ускорить, поставив ящик под струю холодной воды.

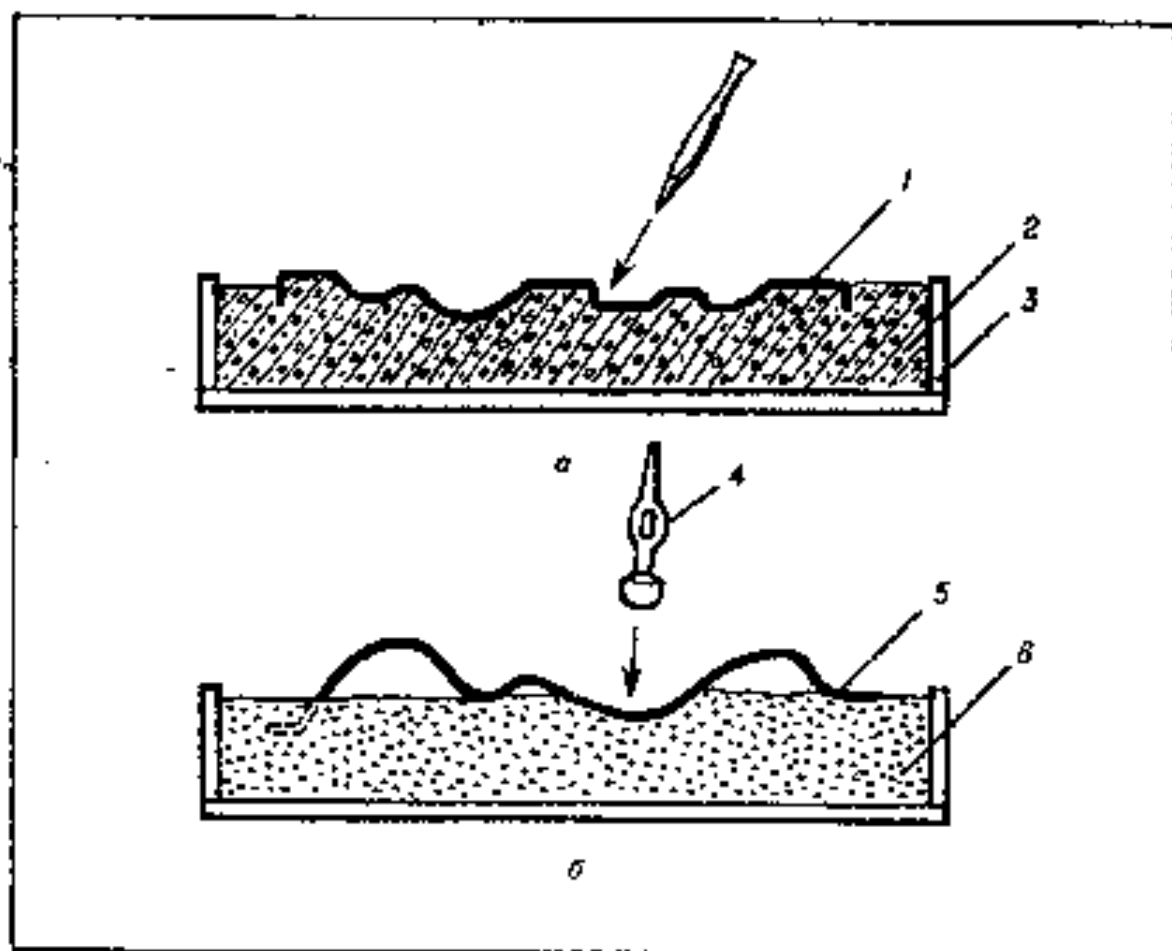
Когда смола остыла, приступают к чеканке рельефа. Выколотку крупных элементов выполняют чеканными молотками с закругленными бойками, а мелких — чеканками. Для вытягивания крупных и высоких рельефов используют ящики и мешки с песком. При этом можно в процессе работы проверять точность вытягиваемого рельефа на лицевой стороне и отпадает необходимость насмолки и последующего отбеливания.

На песчаной подушке выполняют чеканные работы с высокими рельефами и контррельефами (рис. 116). Чеканки с рельефом до 10 мм лучше выполнять на смоле, а для чеканок, имеющих значительную разницу в высотах рельефа рекомендуется пользоваться комбинированным способом, т. е. часть работ производить на смоле, а часть — на песке. Многоорнаментированные и шрифтовые работы с мелким рельефом выполняют только на смоле или свинцовой подкладке.

После вытягивания рельефа пластину снимают со смолы. Если во время чеканки она отскочила от смолы, значит под ней образовалась воздушная прослойка, поэтому для снятия достаточно подковырнуть пластину. В тех случаях, если пластинка прочно закреплена, смолу вокруг нее сначала скалывают, а затем, захватив ее за край плоскогубцами или клещами и подогревая горелкой, освобождают от основы (рис. 117). После снятия пластины

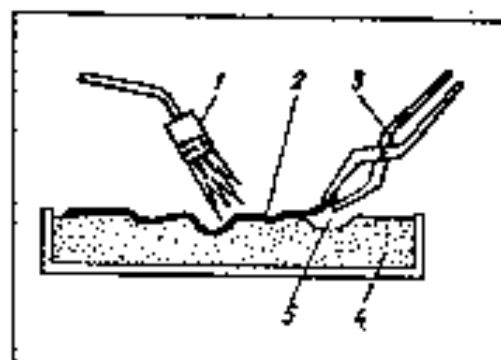
на ней остаются куски смолы и пятна, которые удаляют отжигом. В процессе нагрева металл отжигается, а смолистые вещества выгорают. Оставшиеся твердые частицы легко удаляются с помощью металлической щетки. Этот прием пригоден только для сплавов на основе меди и для черных металлов.

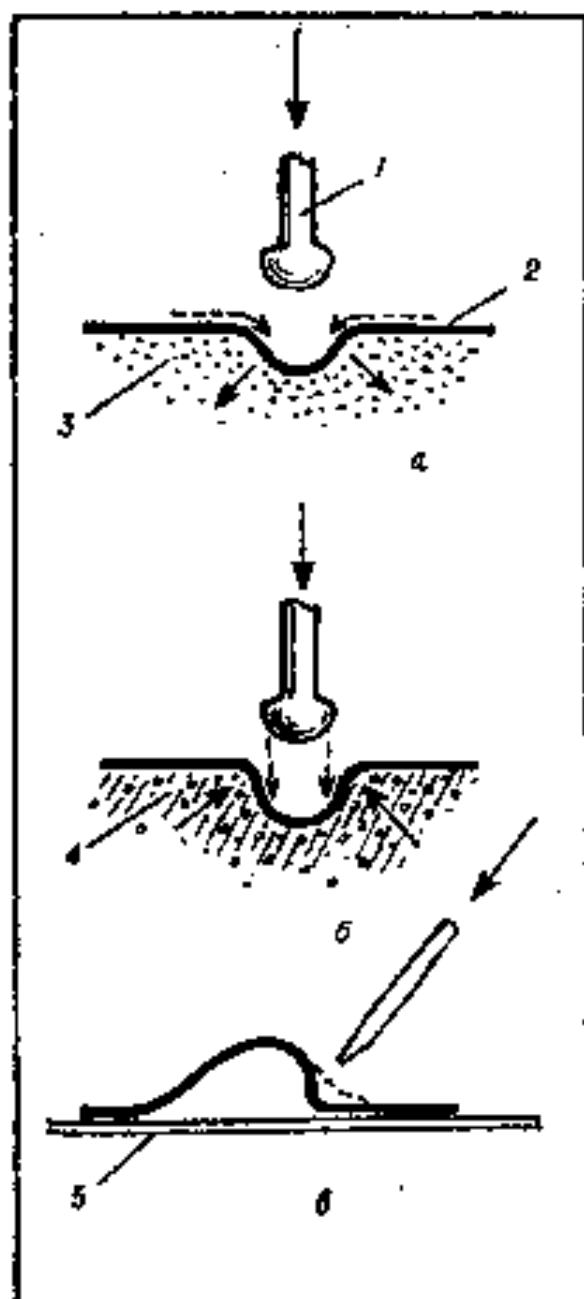
Алюминиевую пластину, которую нельзя подвергнуть высокотемпературному отжигу, слегка нагревают и смолу смывают ветошью, обильно смоченной керосином. За-



**Рис. 116. Фиксация заготовки и чеканка:**  
 а — в ящичке со смолой; б — свободная усадка чеканки на песчаной подушке; 1, б — заготовка; 2 — смола; 3 — ящик; 4 — молоток; 6 — песок

**Рис. 117. Освобождение чеканки от смоляной основы:**  
 1 — горелка; 2 — чеканка; 3 — клещи;  
 4 — смола; 5 — скол





**Рис. 118.** Формы рельефа, полученные на разных основах: а — чеканка на песке; б — чеканка на смоле; в — формирование границы рельефа на стальном листе; 1 — чекан; 2 — заготовка; 3 — песок; 4 — смола; 5 — стальной лист

грязненные места растярают до тех пор, пока не исчезнут пятна. После освобождения изделия от смолы его отбеливают и промывают.

Медь, латунь и серебро отбеливают в 10—15%-ном растворе серной кислоты, а железные сплавы — в соляной.

Работать с кислотами необходимо в резиновых перчатках и очках под вытяжкой или на открытом воздухе. После обработки изделия кислотой его промывают в содовом растворе, а затем в большом количестве проточной воды.

Алюминий отбеливают в теплом растворе двууглекислой соды или едкого натра и также обильно промывают.

Опускание фона производят на стальном листе. Если требуется глубокое опускание, его выполняют на смоле, резине или песке. Однако следует помнить, что при вытягивании рельефа или глубоком опускании фона на песке или резине опускается не только та часть металла, по которой наносят удары, но и соседние участки, что не дает возможности получать строго ограниченные формы рельефа. В таких случаях необходимо в качестве основы использовать смолу, а при неглубоком фоне — стальной лист (рис. 118).

Для нанесения рисунка на готовый рельеф с лицевой стороны или его офактуривания, а также для глубокого опускания фона проводят вторичную насмолку с обратной стороны. Чеканку выправляют на стальной плите и зали-

заводят с обратной стороны смолой до тех пор, пока она не заполнит все углубления рельефа. Затем ей дают слегка остыть, чтобы она не вытекала в момент засмолки в ящик. После того как чеканка засмолена, окончательно ее отделяют — опускают фон, прорабатывают детали, где необходимо, выявляют границу рельефа, наносят фактуру, т. е. придают изделию окончательный вид.

Иногда в работе, выполненной на песке, на часть рельефа необходимо нанести орнаментальное или шрифтовое изображение. В этом случае с обратной стороны засмоливают ту часть рельефа, на которой будут чеканить рисунок. Засмоленный участок рельефа укладывают на мешок с песком и прочеканивают (рис. 119). Вместо смолы можно использовать свинец, применение которого предпочтительней, так как он не оставляет грязных пятен.

Чеканка объемных форм имеет особенности. Объемные полые формы-заготовки для чеканки получают штамповкой, выдавливанием симметричных частей на токарных станках с применением шаблонов, а также свободной ручной выколоткой.

Для конических, цилиндрических и сферических изделий делают развертку рисунка. В случаях, когда этого сделать невозможно, рисунок выполняют по фрагментам, затем заливают формы смолой. Обычно объемные заготовки не имеют дна, поэтому один конец их устанавливают на лист бумаги и обкладывают по бокам сырым песком, а через отверстие в другом производят заливку.

Подготавливают поверхность под перевод рисунка так же, как на плоскости, — заготовку покрывают белой гуашью, а далее через копирку переводят рисунок или его

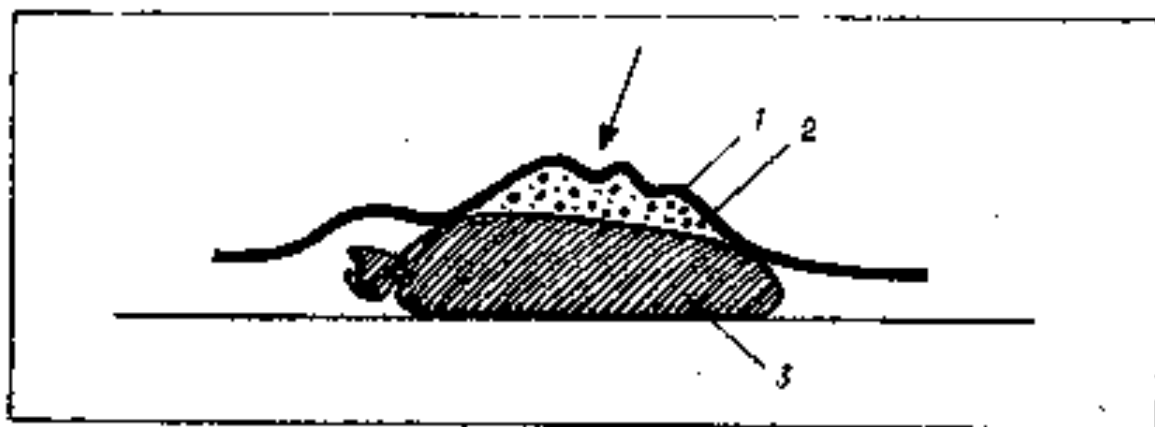


Рис. 119. Засмолка участка рельефа:  
1 — чеканка; 2 — смола; 3 — мешок с песком

фрагменты. Под перевод рисунка канфарением металл оставляют чистым. Однако канфарение на объемных формах применяется редко.

После перевода рисунка на объем его наводят мягким карандашом, внося поправки и, если требуется, исправления. Несложный или хорошо продуманный рисунок можно рисовать прямо на форме, покрыв ее предварительно белой гуашью. Затем его скрепляют лаком, форму укладывают на песок и проходят рисунок расходником.

Когда обводка рисунка готова, вытапливают смолу из формы. Для этого форму отверстием вниз устанавливают на металлических стержнях или такой же сетке, под которыми ставят емкость со смолой. Если нет возможности установить форму на стержнях, ее подвешивают на проволоке и равномерно прогревают горелкой снизу вверх до полного удаления смолы. У формы с узким горлышком нагревают только узкую часть, так как нагрев всего объема может привести к вздутию и разрыву изделия. Для полной очистки от остатков смолы форму необходимо отжечь. Отжиг объемной формы проводят очень осторожно, потому что во время нагрева она может деформироваться под воздействием собственной массы. Отжигать форму желательно в подвешенном состоянии или в вертикальном положении.

После выплавки смолы и отжига формы вытягивают рельеф по заданному рисунку с внутренней ее стороны с помощью крюков и трещотки двумя способами в зависимости от применяемого инструмента. При использовании крюков форму укладывают на мешки с песком, затем рабочий конец крюка вводят в ее полость и располагают его напротив места, где будет выполнен рельеф. Крюк удерживают левой рукой, а правой наносят удары молотком по его штанге. В процессе работы рабочий конец крюка передвигают и постепенно выколачивают весь рельеф. Затем форму опять заливают смолой и прорабатывают обычными чеканами с лицевой стороны, повторяя операцию до готовности изделия.

При работе крюками обе руки чеканщика заняты, а положение формы не зафиксировано, что создает определенные трудности. Удобно при чеканке использовать трещотку (рис. 120). Нерабочий конец ее зажимают в тисках или забивают в деревянную колоду. Изделие удерживают в одной руке, а другой наносят удары молотком по штанге трещотки. Предварительно определяют место, при ударе

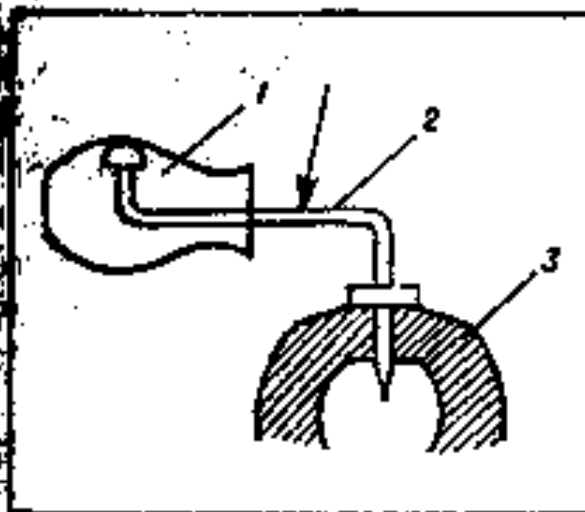


Рис. 120. Работа трещоткой:  
1 — форма; 2 — трещотка; 3 — тиски

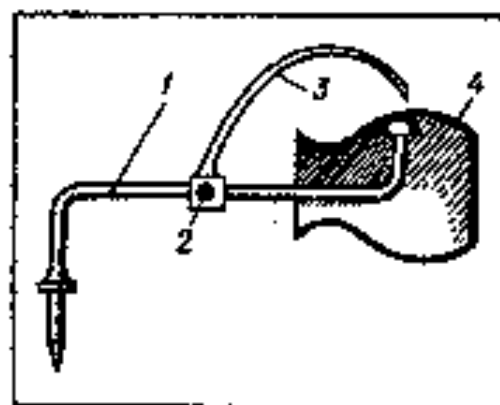


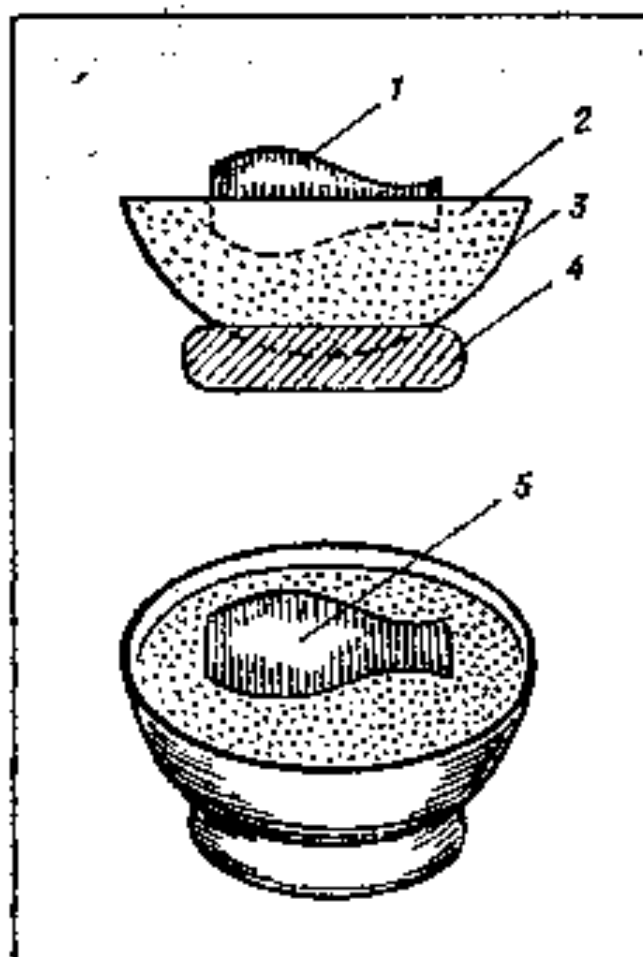
Рис. 121. Приспособление, указывающее место нахождения боя трещотки внутри формы:  
1 — трещотка; 2 — крепление дуги; 3 — дуга; 4 — полая форма

до которого штанга дает наибольшую амплитуду колебания, и отмечают его. Изделие полостью нанизывают на рабочую часть трещотки и выколачивают рельеф.

Определить местонахождение боя трещотки вслепую довольно сложно, поэтому, нанося несильные удары по штанге, нащупывают необходимое место. Его можно определить по небольшим бугоркам, появляющимся на изделии после каждого удара. Дойдя до нужного места, начинают наносить сильные удары до получения необходимого рельефа. Иногда используют приспособление, которое дает возможность точно определить место нахождения боя трещотки. Оно представляет собой дугу, один конец которой с помощью винтов и хомута фиксируется на штанге трещотки, а другой располагается над центром ее боя (рис. 121). Применение этого приспособления не всегда возможно вследствие разных размеров изделий, оно может также мешать нанесению ударов молотком. Если позволяет длина крюка, то, зажав один конец в тисках, его можно использовать как трещотку.

Чтобы надежно зафиксировать полую форму в момент прочеканки ее с лицевой стороны, вместо песка лучше использовать смоляную подушку (рис. 122). Для этого из меди или алюминия вычеканивают полусферу размером чуть больше изделия. Затем в нее заливают смолу. В тот момент, когда смола начнет застывать, но еще довольно вязкая, ее накрывают мокрой тряпкой и вдавливают форму, заполненную смолой, которую будут чеканить. Мокрая тряпка не дает изделию прилипнуть к смоле, и в ней оста-





**Рис. 122.** Смоляная подушка для фиксации полых объемных изделий:

1 — изделия; 2 — смоляная смесь; 3 — металлическая емкость; 4 — резиновое или кожаное кольцо; 5 — углубление

нется углубление, повторяющее форму изделия. В таком углублении изделие хорошо удерживается в процессе чеканки, легко снимается и не пачкается смолой. Саму же сферическую емкость крепят на кожаном или резиновом кольце, что позволяет во время работы устанавливать ее в любом удобном положении.

Рассмотрим некоторые способы, позволяющие домашнему мастеру самому изготовить объемные заготовки. При наличии токарного станка можно выдавливать их полностью или частями. Для этого изготавливают шаблон в соответствии с эскизом задуманного изделия. Следует помнить, что диаметр донной части изделия должен быть равен или быть меньше диаметра горловины, иначе полученная форма не снимется с шаблона.

Если изделие предполагается изготовить иных форм и пропорций, то его необходимо конструктивно расчленить так, чтобы оно отвечало технологическим требованиям, или часть давильных работ выполнить на станке, а часть методом ручной дифовки с последующей сборкой.

Формы можно выточить на токарном станке из металла, дерева или изготовить методом литья. После литья поверхность модели следует хорошо обработать.

Выдавливают металл по форме с помощью давильников, представляющих собой металлические и деревянные стержни различных размеров. В металлических один конец может иметь деревянную ручку, а другой являться рабочим (рис. 123). Рабочие концы разнообразных форм и размеров полируют до зеркального блеска, чтобы умень-

трение о поверхность заготовки. Для работы с мягкими металлами небольшой толщины пользуются деревянными давилками.

Заготовки металла для выдавливания имеют форму бочонка, диаметр которого приблизительно равен длине участка изготавливаемой детали или изделия (рис. 124). Заготовку предварительно необходимо тщательно отжечь, а затем проводить выдавливание (рис. 125). Модель, имеющую хвостовик, зажимают в патрон станка и заготовку с помощью задней бабки прижимают к форме. В процессе работы заготовка должна быть зафиксирована и не проворачиваться. В резцедержателе токарного станка устанавливают планку с отверстиями, в которые вставляют штифт, служащий для упора давилки. Выдавливание начинают с центра, вытягивая металл к краям. Операцию выполняют постепенно, в несколько этапов, при средних оборотах шпинделя. Во время выдавливания рабочую часть давилки и поверхность заготовки натирают мылом или другими смазочными материалами для уменьшения трения.

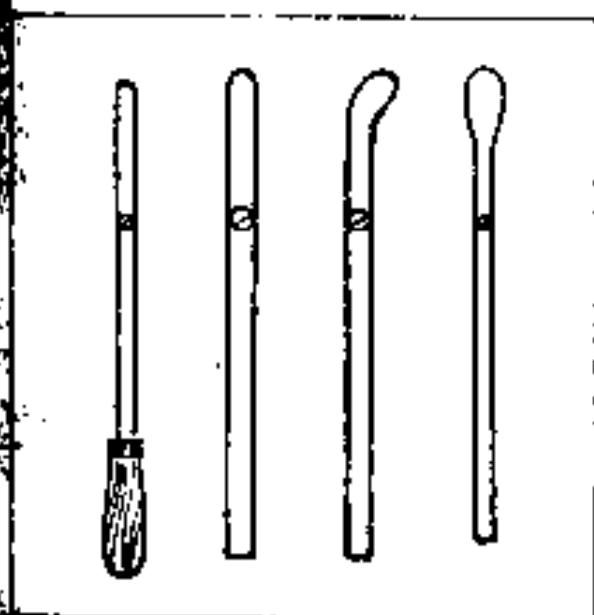


Рис. 123. Формы давилки для механического выдавливания по шаблону

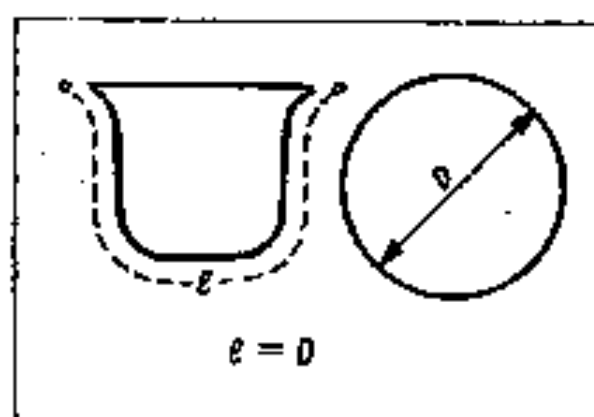
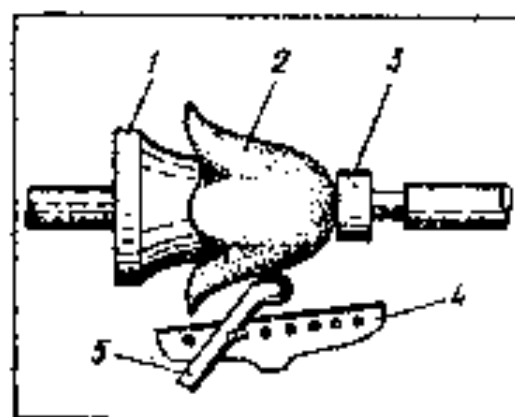
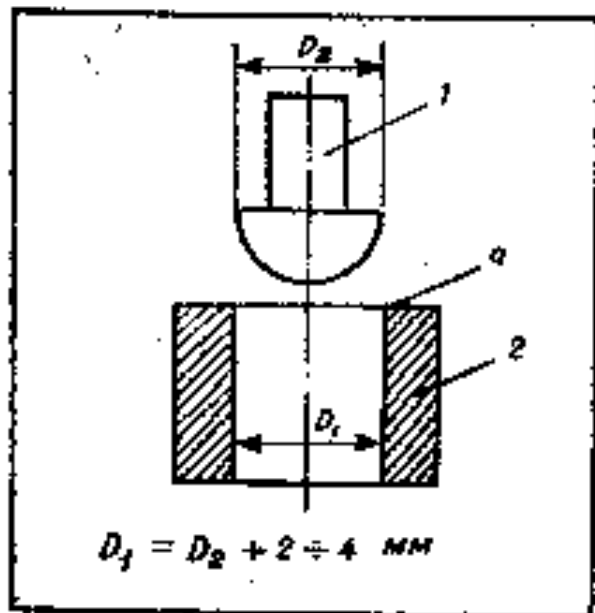


Рис. 124. Расчет размера заготовки для механического выдавливания

Рис. 125. Выдавливание формы по шаблону на токарном станке:

1 — шаблон; 2 — заготовка; 3 — задняя бабка; 4 — планка с упорными штифтами; 5 — давилка





**Рис. 126. Штамп для изготовления полусфер:**  
 1 — пуансон; 2 — втулка (закалить, поверхность «а» шлифовать)

Необходимо помнить, что в сложных формах толщина стенок заготовки может быть различна, что следует учитывать в дальнейшей работе.

Используя приведенный способ, можно изготовить сферические заготовки большого диаметра, размеры которых будут зависеть только от размеров станка, т. е. расстояния от центра патрона до станины, что будет составлять половину диаметра полусферы. Для этого сначала изготавливают форму, соответствующую половине

полусферы необходимого размера. Выдавлив по ней две заготовки, получают таким образом полусферы, которые обрабатывают по краям и подгоняют одна к другой. Место стыка спаивают или соединяют сваркой. Если необходимо, их предварительно прочеканивают.

Для изготовления полусфер или сферических заготовок диаметром до 100 мм можно использовать несложное приспособление — штамп, представляющий собой металлическую втулку, которую вытачивают на токарном станке, а затем закалывают (рис. 126). Верхнюю часть его (пуансон) в форме полусферы также изготавливают из стали и закалывают. Диаметр пуансона должен быть на несколько миллиметров больше диаметра отверстия втулки. Размеры деталей штампа произвольные и зависят от размеров необходимых заготовок. Пользуются штампом следующим образом: лист металла укладывают на втулку, сверху, приблизительно определив центр отверстия, ставят пуансон и по нему наносят несильные удары молотком. После того как он немного выдавит металл и отцентруется, начинают наносить сильные удары. Таким образом происходит формирование полусферы, а поскольку диаметр пуансона несколько больше диаметра отверстия втулки, то заготовка отсекается на кромке втулки от основного металла (рис. 127).

Полусферы небольшого диаметра применяют для из-

Изготовления мебельной фурнитуры и декоративных гвоздей, а также в ювелирном деле. Формирование объемной пластики или рисунка происходит за счет опускания пуансона, для чего обратную сторону полусферы заливают оловом, а прочеканку выполняют с лицевой стороны.

При изготовлении шляпок декоративных гвоздей используют фасонные пуансоны, с помощью которых наносят декор на лицевую сторону изделия (рис. 128). С обратной стороны оловом припаивают обычный гвоздь.

Изготавливать объемные формы можно и ручным способом, например выколоткой на песке.

При выполнении полусферы и подобных форм также используют заготовки металла в форме круга. Для этого заготовку кладут на песок и по ней наносят удары чеканным молотком. Операцию начинают с края заготовки по спирали, постепенно сгоняя металл к центру и вытягивая его. Сначала удары должны быть не частые и не сильные. Выколачивают форму постепенно, в несколько заходов, с увеличением частоты ударов (рис. 129).

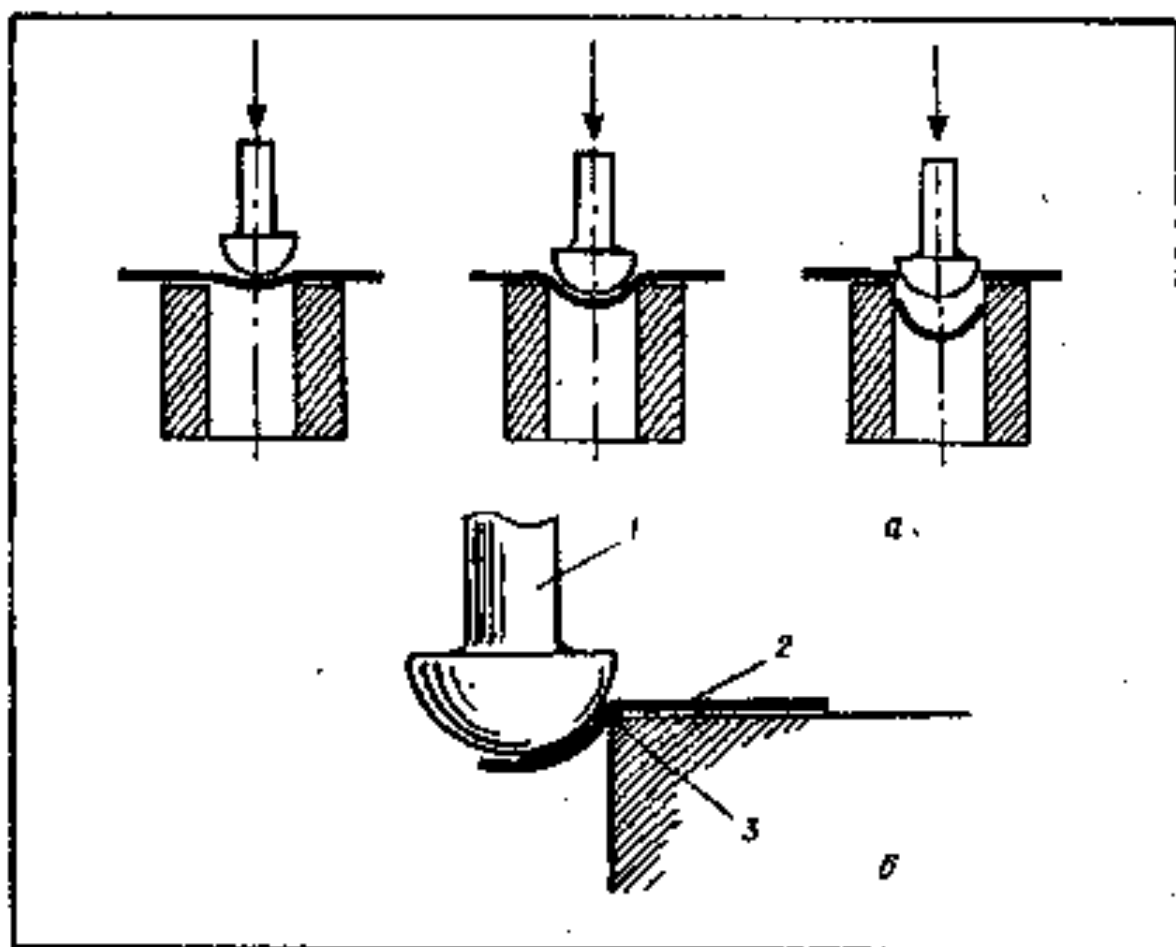
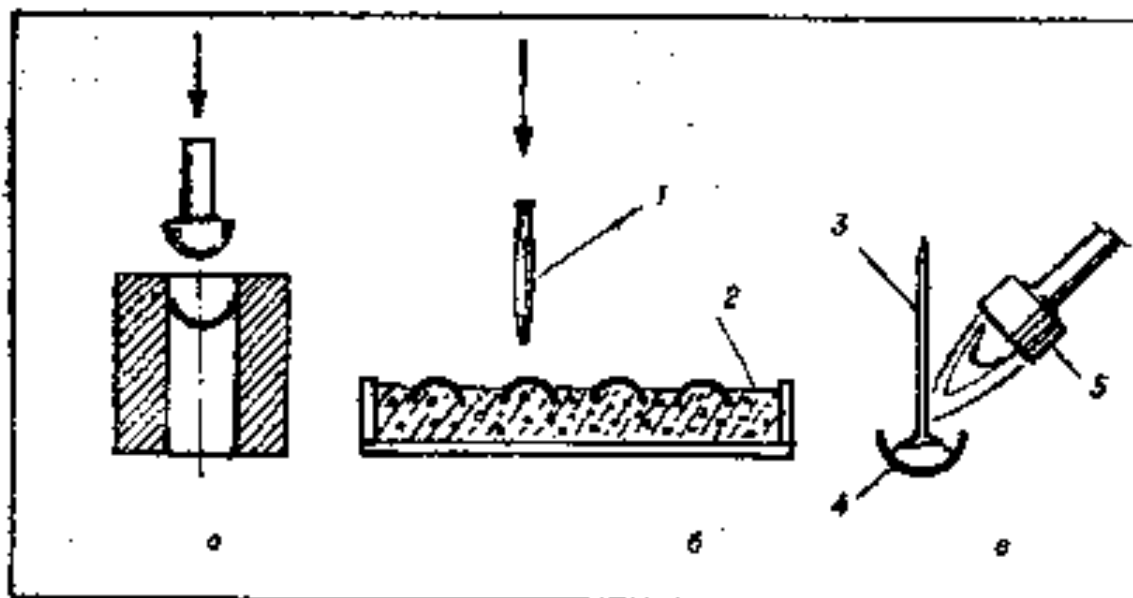
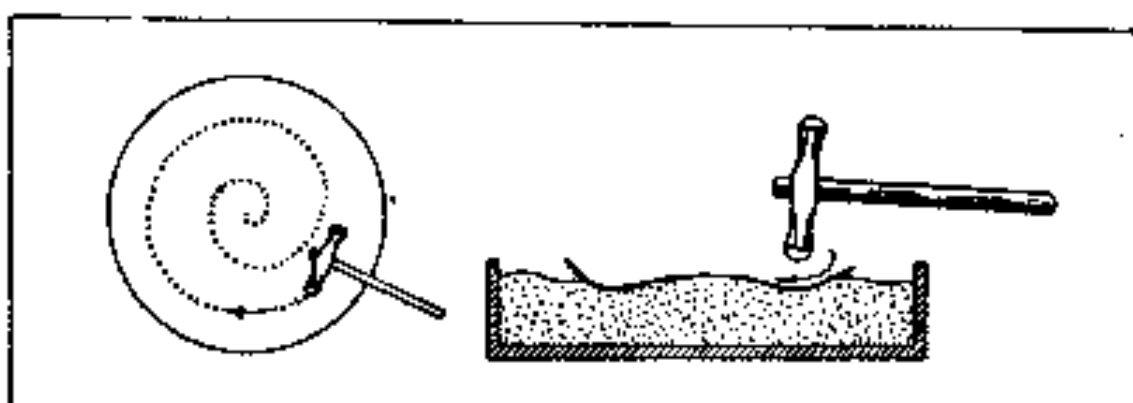


Рис. 127. Изготовление полусфер штампом:

а — последовательность операций; б — момент отсечения готовой полусферы от основного металла; 1 — пуансон; 2 — металл; 3 — кромка отупки



**Рис. 128.** Последовательность изготовления декоративных гвоздей: а — заготовка полусфер; б — укладка заготовок на смолу и нанесение пуансоном декора; в — припайка гвоздя: 1 — фигурный пуансон; 2 — смола; 3 — стальной гвоздь; 4 — припой; 5 — горелка



**Рис. 129.** Выколачивание полусферы вручную на наковне

Такого же эффекта можно добиться, используя в качестве основы стальную плиту. Удары молотком начинают наносить с центра заготовки. В месте их нанесения толщина металла уменьшается и он раздается вширь, лист начинает деформироваться в сферическую поверхность, так как нетронутые края препятствуют его раздвиганию в стороны. Учитывая это свойство металла и нанося удары в нужных местах, формируют необходимую поверхность.

В тех случаях, когда поверхность заготовки хотят сохранить относительно чистой, без видимых ударов молотком, применяют выколочку на стойке, представляющую собой стальную сферическую форму (амбус), которая

зажимается в тисках или забивается в деревянную колоду. В данном случае придание формы металлу происходит не за счет расплющивания его, а в результате выгибания по форме (рис. 130). Операцию выполняют с по-

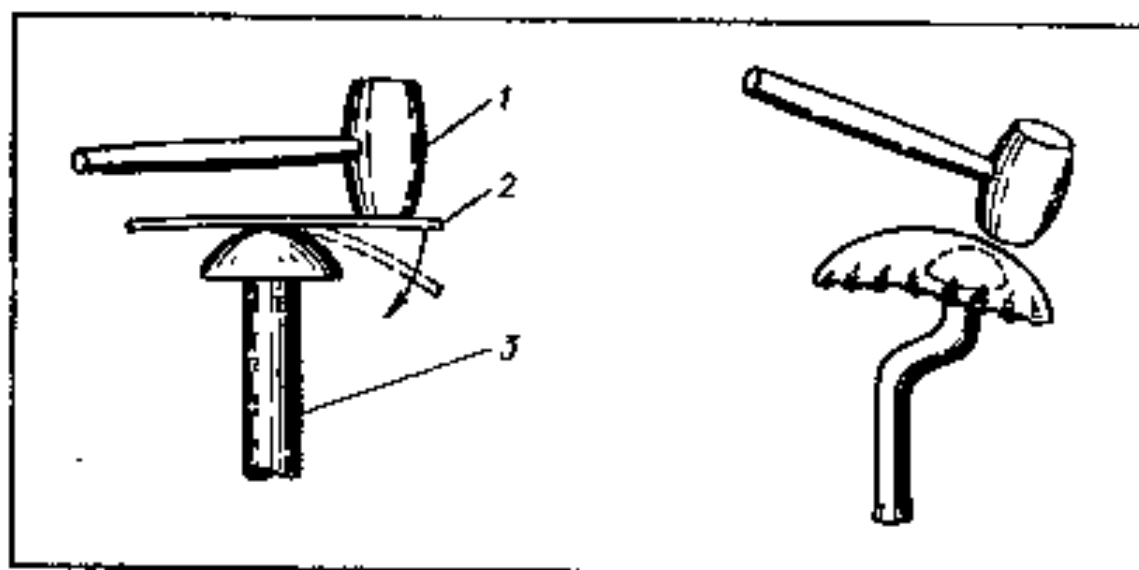


Рис. 130. Изготовление полусферы способом выгибания на стойке: 1 — деревянный или резиновый молоток; 2 — лист металла; 3 — стойка (амбус).

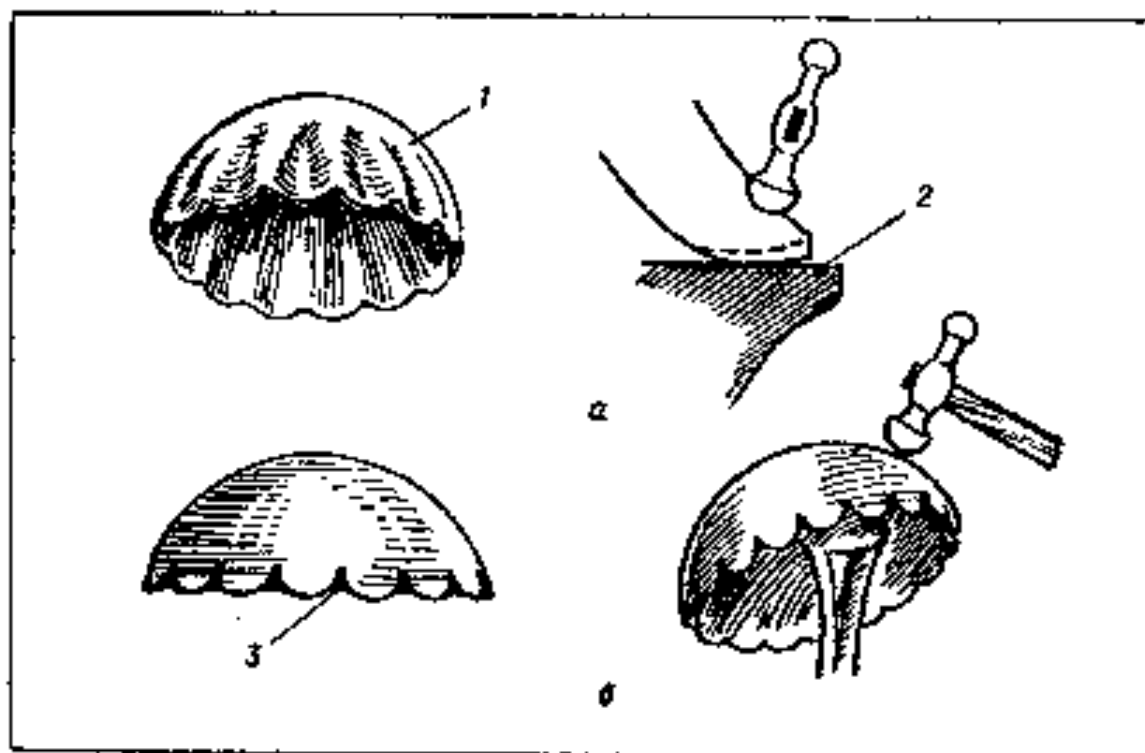
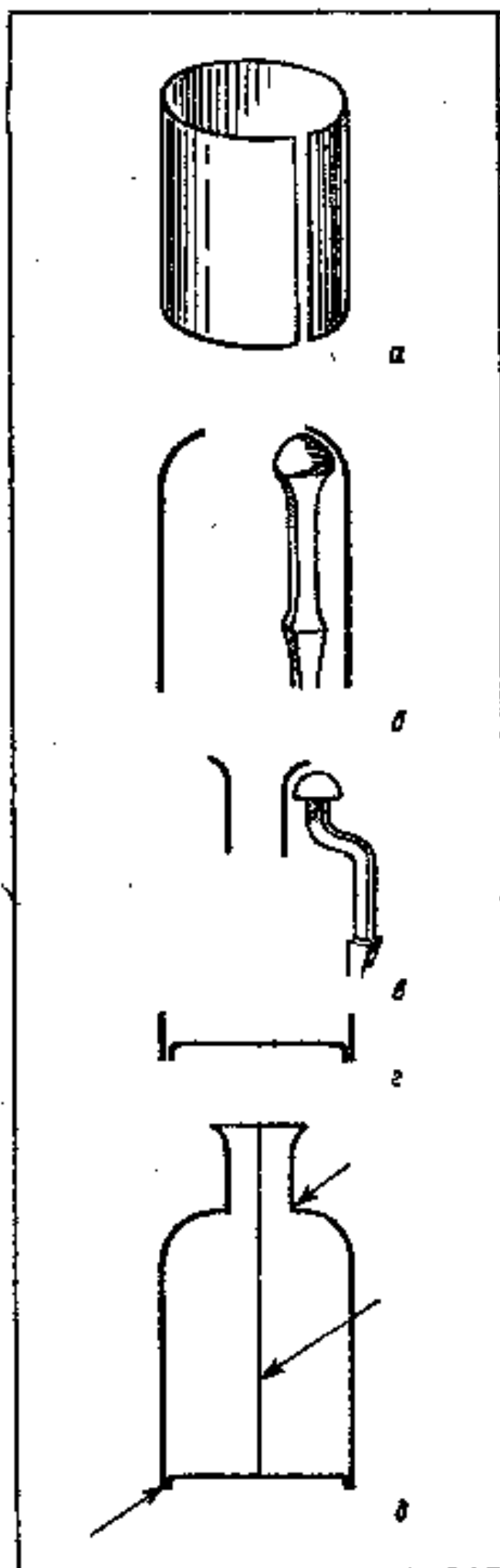


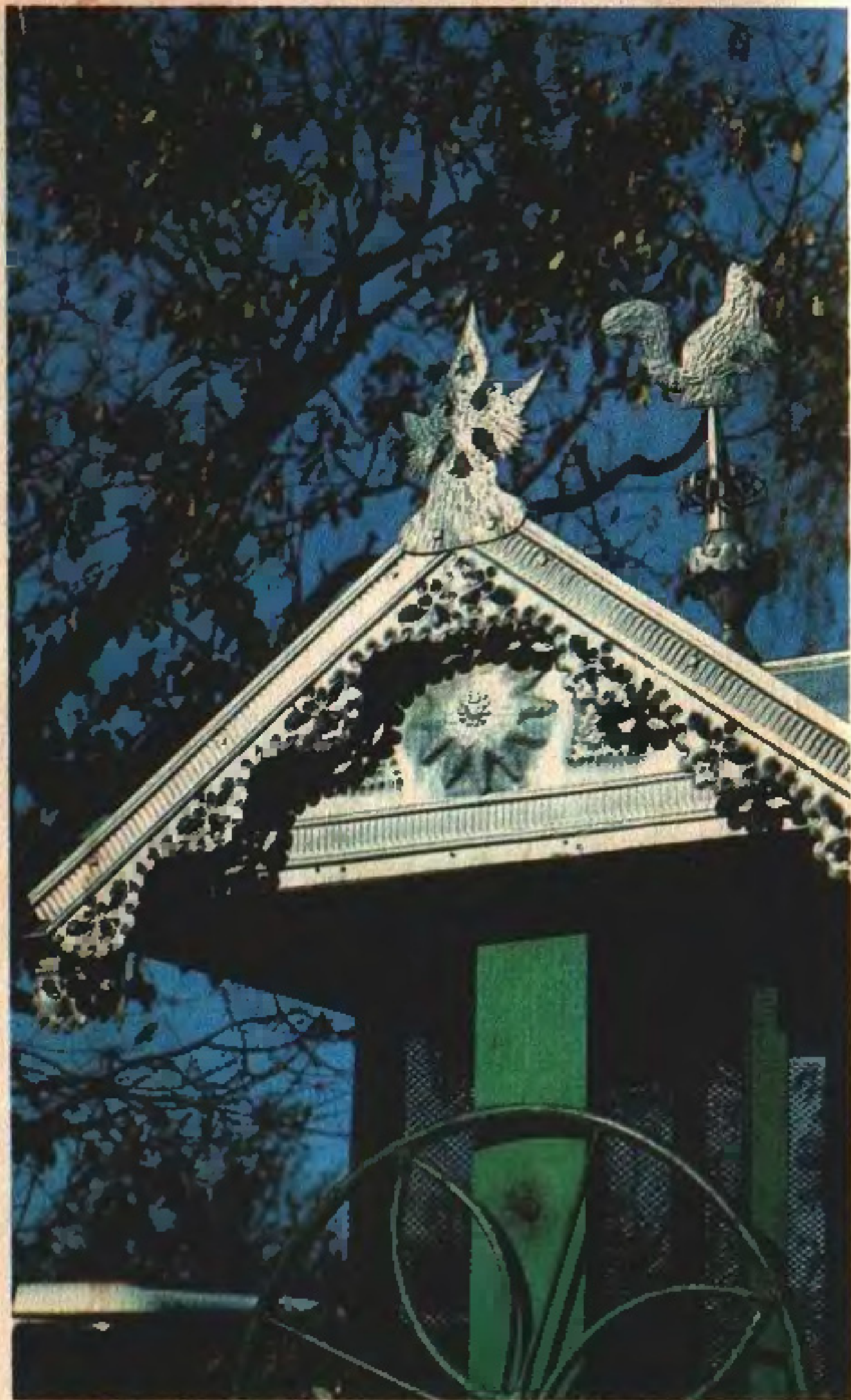
Рис. 131. Осаживание гофров: а — посадка низких и широких гофров на стальном листе или плоскости наковальни; б — посадка интенсивной гофрировки путем вырезания частей гофра с последующей прочеканкой на стойке; 1 — заготовка; 2 — наковальня; 3 — вырезаемые части гофров



мощью деревянных или резиновых молотков. При выколотке на стойке по краям заготовки образуется гофрировка. Если заготовка приобрела нужную форму и размеры, а гофрировка низкая и широкая, ее осаживают на стальном листе или поверхности наковальни. Если гофрировка интенсивная, образовалась на промежуточном этапе и мешает дальнейшей работе, то вершины гофров вырезают ножницами по металлу, затем производят дальнейшее их осаживание (рис. 131). После окончания работы надрезанный край заготовки удаляют.

Описанные способы получения полусфер являются технологическим приемом и их можно применять как по отдельности, так и в комбинации между собой и с другими способами художественной

**Рис. 132. Последовательность изготовления сосуда из отдельных частей;**  
 а — изготовление цилиндра;  
 б — обвальцовка верхнего края; в — изготовление горлышка; г — подготовка дна;  
 д — сборка готового изделия (стрелками указаны места пайки)







*Металлическое ограждение  
зоны отдыха*



*Кованые ворота (фрагмент)*



*Ворота с элементами, выполненными гибкой полосой*



*Ворота усадьбы, выполненные в технике гнутья*

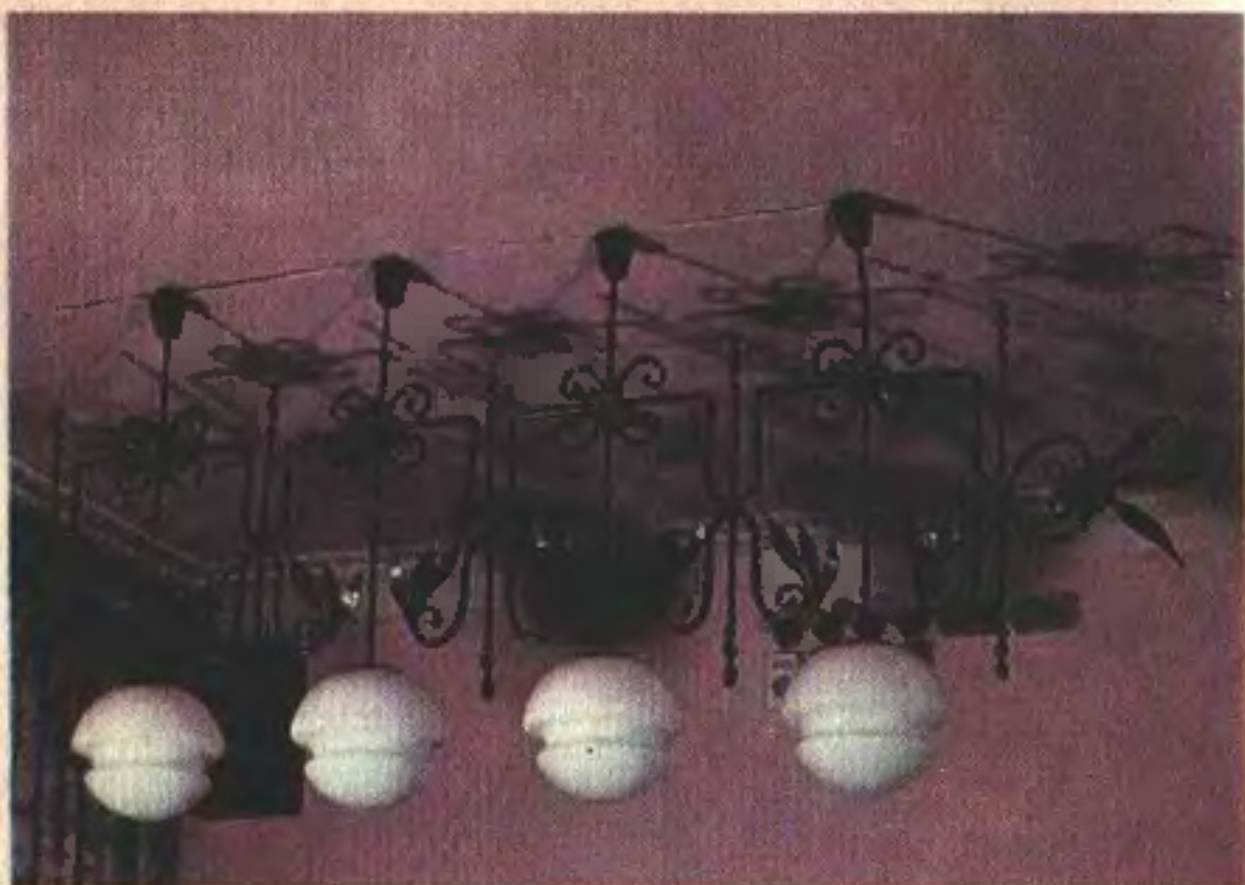


*Кованая решетка с креплением элементов хомутами и заклепками*

*Пенцил ковачного  
огрождения*



*Решетка (ковка, знутъе)*



*Кованая композиция с источником света (автор Долинный С. Д.)*



*Набор принадлежностей для камина (автор Долинный С. Д.)*



*Светильник*



*Комплект осветительных приборов (автор Долинный С. Д.)*



*Люстра (автор Долинный С. Д.)*



*Люстра (лигье, алюминий, керамика; автор Плуч С. А.)*





Кронштейн-подсвечник (сталь,  
медь; автор Долижидый С. Д.)



Подцветочник

Подсвечники (литье, чеканка)



Уличные фонари (литье, чеканка)



Фонарь-указатель (литье,  
чеканка)







*Набор кованой мебели (кооператив «Ремесла»)*

*Подсвечник (чеканка)*



*Водослив (просечной металл)*



*Парковая композиция  
с источником света*

*Литые ворота  
с элементами  
ковки*



*Литые ограждения (фрагмент)*

Элементы  
литого  
ограждения



*Литое ограждение*

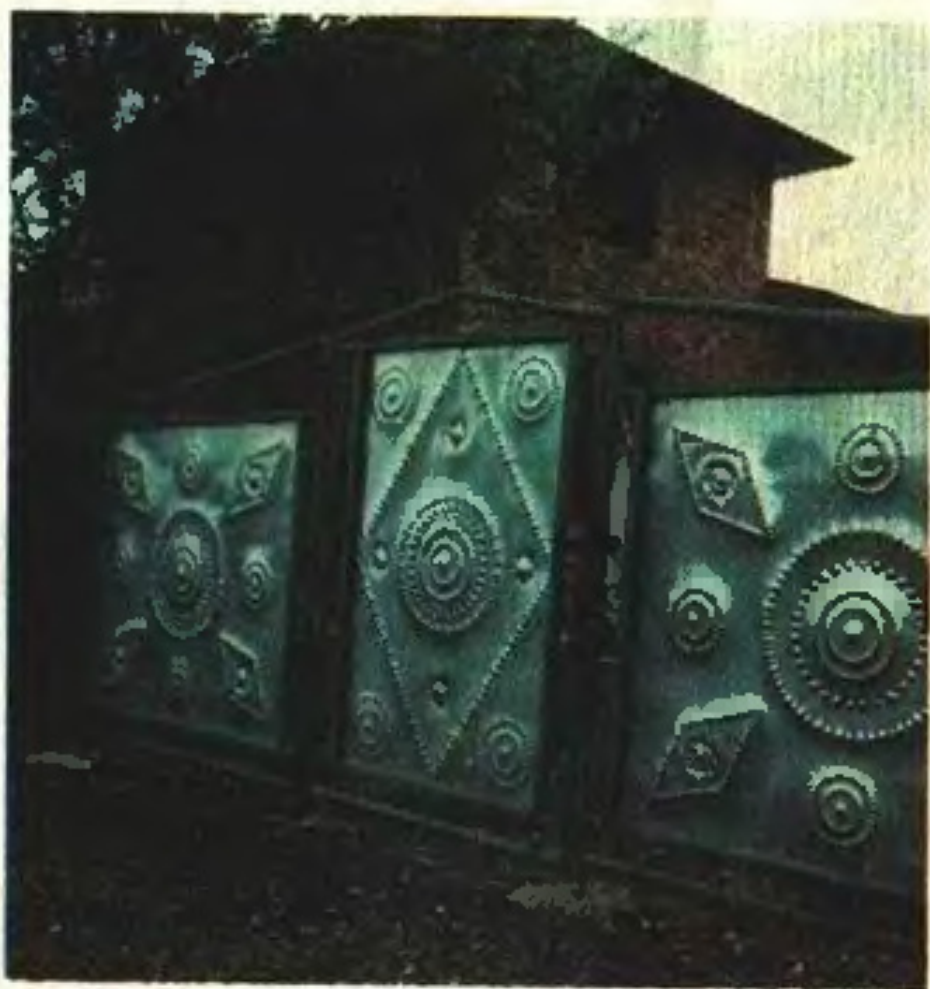


*«Ностальгия» (литье,  
бронза; автор  
Корженко В. А.)*



*«Он и Она» (литье,  
бронза; автор  
Корженко В. А.)*

Из серии «Мой Киев» (литье, бронза; автор Корженко В. А.)



Оформление ворот и изгородки с элементами чеканки



*Люстра (чеканка,  
литье, просечной  
металл)*

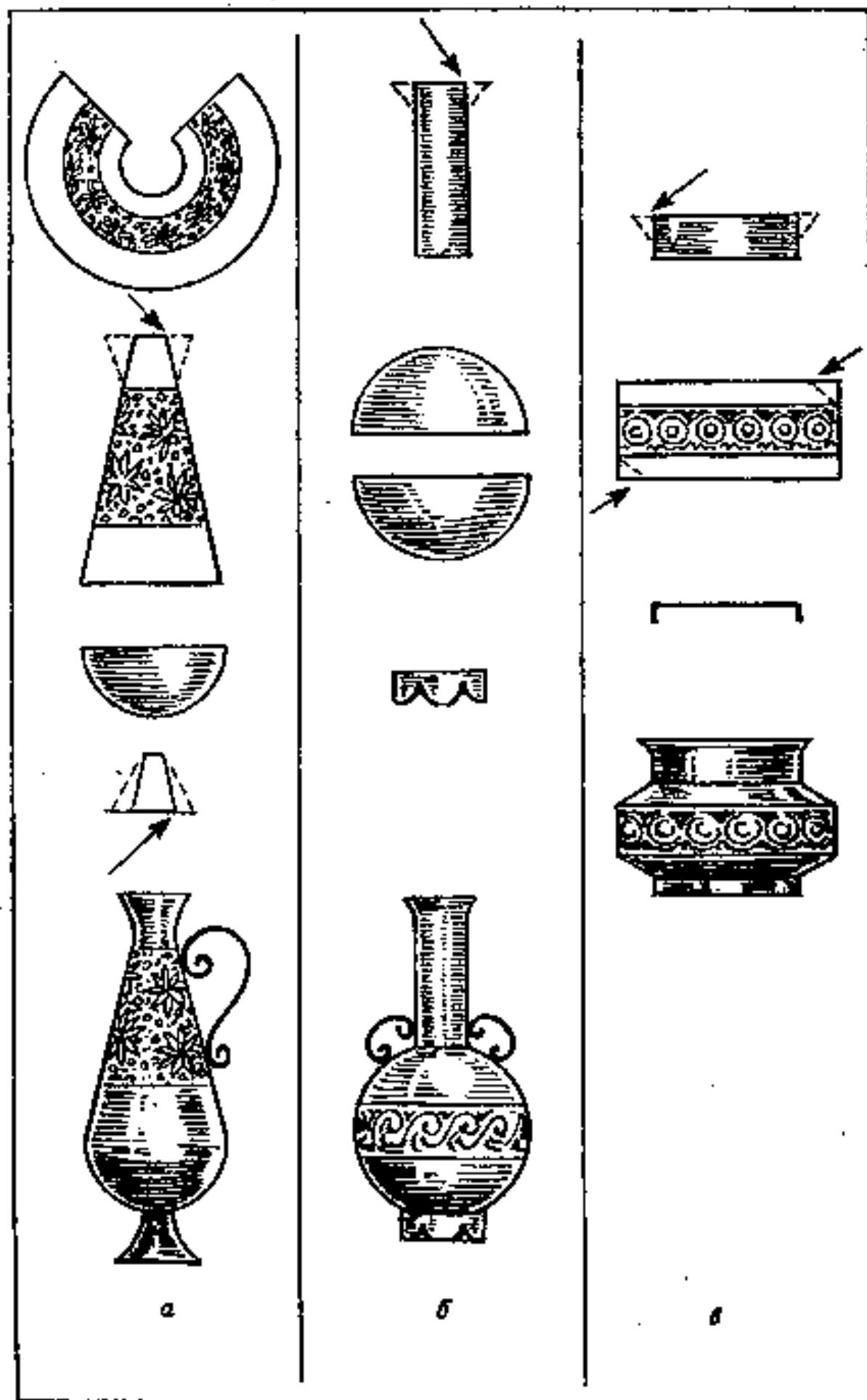


*Литая решетка  
(лагунь)*

*Просечной металл в архитектуре малых форм →*



*Металл в архитектуре (ковка, чеканка)*



**Рис. 133. Последовательность изготовления объемных форм из отдельных элементов.**

(а, б, в) Штриховкой обозначена чеканка, которая предварительно выполняется на плоскости, стрелками указаны места обвальцовки



обработки металла. Они пригодны не только для изготовления полусфер, но и других объемных форм, например сосуда из отдельных частей (рис. 132). В данном случае основной формой является цилиндр, который легко изготовить из листа металла. Шов выполняют с помощью пайки. Если изделие будет иметь чистую поверхность, пайку лучше производить встык, а если его будут чеканить, то металл можно спаять внахлестку, шов прочеканить и обвальцовать внутрь один край цилиндра. Так же выполняют горлышко сосуда, только с отгибанием края наружу. Когда готово дно, сосуд монтируют пайкой.

При изготовлении объемных форм чеканку целесообразно выполнить на развертке в плоском виде, а затем уже аккуратно придать ей, например, форму цилиндра или конуса и смонтировать готовое изделие (рис. 133)

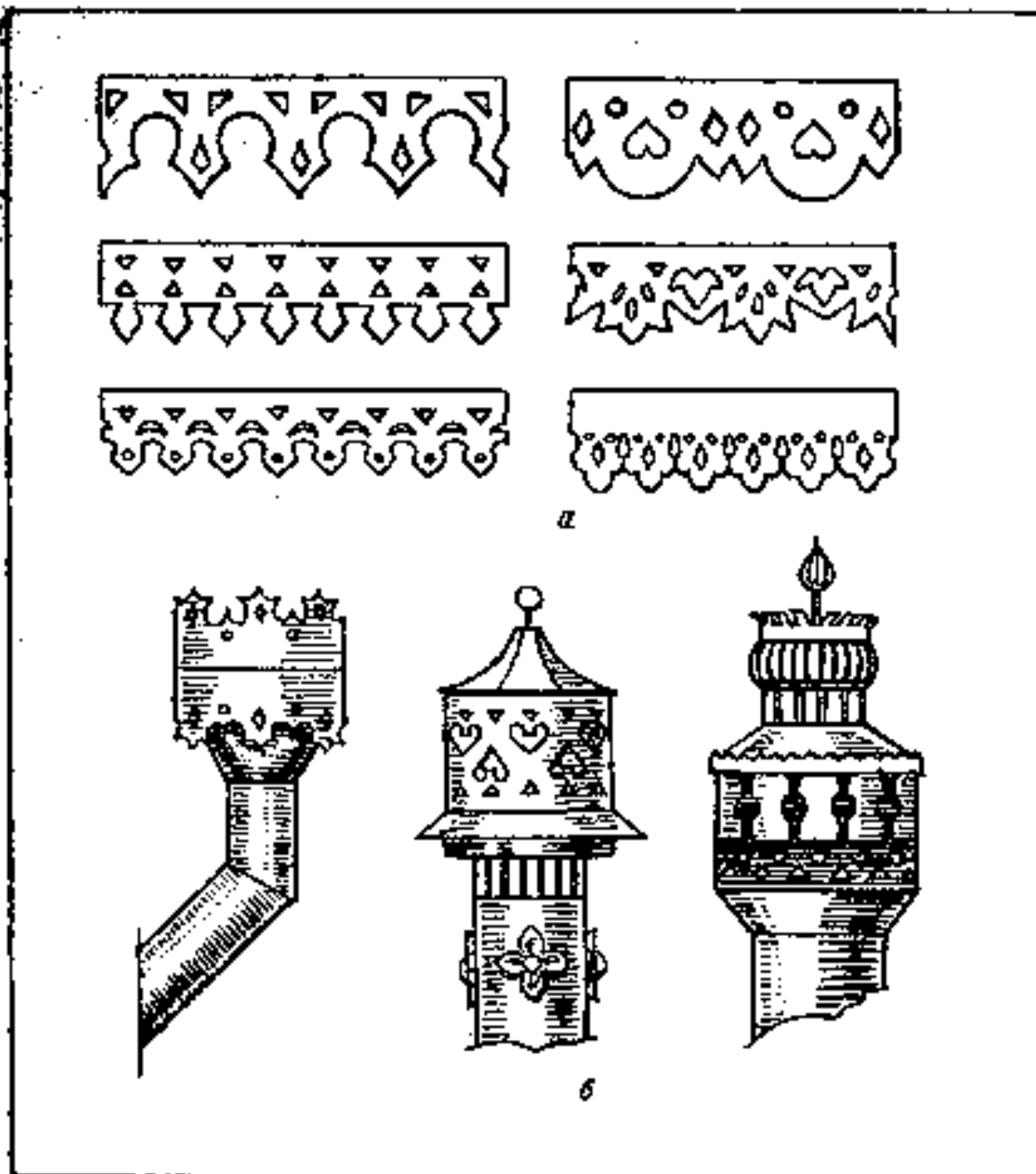
### **РАБОТА С ЛИСТОВЫМ МАТЕРИАЛОМ**

В старину широкое распространение получил такой прием художественной обработки листового металла, как просечка, когда основным материалом для изготовления предметов домашнего обихода и строительства было дерево, которое украшали накладками и элементами архитектуры из просечного металла. Например, в этой технике выполнялся декор для различных сундуков, имевших широкое распространение в обиходе. Узорными накладками украшали фронтоны и коньки крыш домов, ставни и т. д.

Из просечного металла выполняют и объемные формы — навершия для дымовых и воронки для водосточных труб, флюгеры и т. п., которые, помимо функционального назначения, являются еще и декоративными элементами архитектуры (рис. 134).

В некоторых случаях технику просечки применяют при декорировании кованых изделий, особенно при изготовлении дверных петель. Отдельные части или элементы петли проковывают до малой толщины металла, а затем на них делают просечку.

Просечные украшения выполняют из малоуглеродистой мягкой стали толщиной 0,3—0,8 мм. Использовать более толстый металл нецелесообразно, так как это значительно затрудняет работу. Можно применять оцинкованную листовую сталь с высокой антикоррозийной стойкостью, а также другие мягкие металлы — медь, латунь,



*Рис. 134. Просечное железо: а — образцы рисунков под просечку; б — оформление водоприемников*

алюминий — толщиной не более 2,5 мм. Их рекомендуется использовать при изготовлении небольших работ в ин-терьере.

Инструмент для просечных работ — разных размеров сачки, зубила, ножницы. Основанием для рубки метал-ла может служить торец деревянной колоды такой высо-ты, чтобы удобно было работать. Колода должна распола-гаться между колен сидящего на скамейке мастера. Что-бы при обработке длинномерных заготовок их края не сминали, к колоде сбоку крепят доску, другой конец кото-рой кладут на подставку. Поверхность доски должна соприкасаться с рабочей поверхностью колоды. При работе

с заготовками большой длины доски прикрепляют с двух сторон.

Рубку металла выполняют не только на колоде. Так, толстые материалы разрубывают слесарным зубилом на стальной плите, а для рубки тонких в качестве подложки используют свинцовую пластину, поскольку на мягком деревянном основании металл заготовки не прорубится, а вонзится в дерево. Поэтому для каждого материала в зависимости от его мягкости и толщины необходимо экспериментальным путем подобрать подложку. Более твердую подложку применяют в тех случаях, когда линии узора имеют тонкие перемычки, которые легко могут смяться при обработке соседних участков.

После рубки металла на обратной стороне полученных отверстий образуется небольшая отогнутая кромка, высота которой зависит от твердости применяемой подложки — чем она мягче, тем металл больше вонзится и соответственно кромка будет больше.

При необходимости кромку выравнивают на стальной плите при помощи деревянного или резинового молотка, а края отверстий обрабатывают напильником. В некоторых случаях кромки оставляют, так как они несколько увеличивают толщину узора и служат ребрами жесткости, что особенно важно для изделий большой площади или длины.

Для придания изделию большей выразительности с обратной стороны по контуру рисунка проходят чеканом — курошником или полукруглым боем чеканного молотка.

Не следует забывать, что при изготовлении изделий в технике просечного металла возможно применение приемов чеканки и наоборот. В этом случае основной узор представляет собой рельеф, выполненный в технике чеканки, а фон высекается.

Данный прием можно использовать при изготовлении светильника, придав ему форму старинного фонаря. Сначала на листе бумаги вычерчивают шаблон — развертку изделия в натуральную величину. Если изделие состоит из нескольких элементов, то готовят соответствующее количество шаблонов. Затем шаблон крепят на листе металла и с помощью керны точками отмечают линии рисунка. Линии будущих изгибов наносят чертилкой, а в дальнейшем по ним проходят прямым чеканом — расходником. Удары наносят с обратной стороны изделия так, чтобы на лицевой образовалась выпуклая линия, по которой в дальнейшем форму будут выгибать.

Далее на поверхности заготовки высекают и чеканят желаемый рисунок, а затем, сгибая по линиям, придают ей форму короба. Место стыка соединяют пайкой, склепывают или делают фальцевый замок. Верхнюю крышку светильника, имеющую конусную форму, вычеканивают из цельного куска металла. В центре ее делают отверстие, в которое впаивают отрезок металлической трубки с резьбой под ламповый патрон. На наружном конце трубки крепят кольцо для подвески.

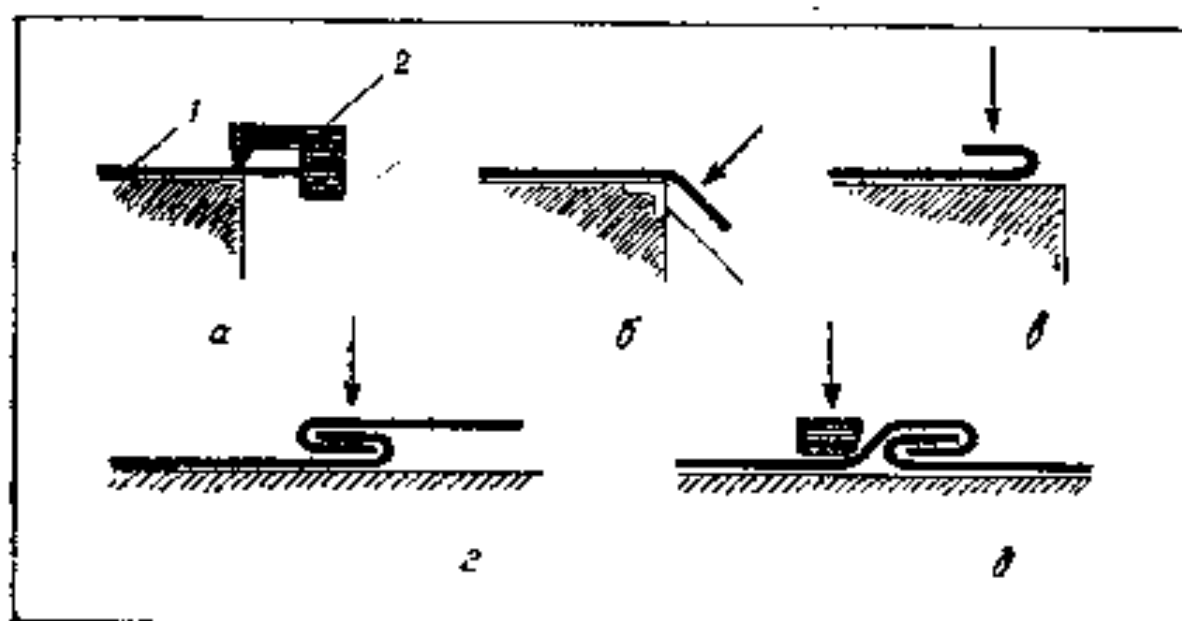
Чтобы фонарь выглядел более привлекательно, в него вставляют куски прозрачного или цветного стекла, являющегося фоном для просечного узора. Для лучшего восприятия цвет стекла желательно подбирать так, чтобы металл на его фоне выглядел контрастно. Черный узор хорошо смотрится на молочном, матовом, медовом стекле и т. п. Желтые и белые металлы выигрывают на стеклах темных тонов.

Кроме высекания рисунка на плоской заготовке, чаще всего при изготовлении объемных форм для декорирования применяют различные накладные элементы, которые изготавливаются отдельно, а затем приклепываются или припаиваются на основную форму. В народной архитектуре такими элементами в основном являлись различные цветы, накладки, декоративные элементы, вырезаемые и вычеканиваемые из плоских заготовок или выполняемые объемными. Крепили отдельные элементы при необходимости на металлическом стержне. Особенно широко применялся этот прием при изготовлении флюгеров и оголовков печных труб. При этом несущий каркас выполняли из стальной проволоки, а затем декорировали плоскими и объемными элементами из просечного металла.

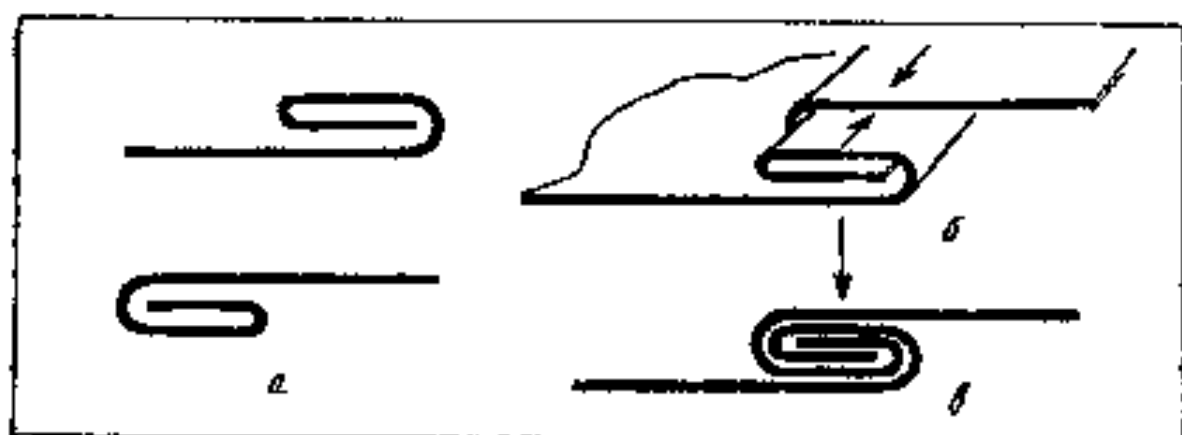
Если при изготовлении малых декоративных и архитектурных форм неразъемные соединения возможно выполнить клепкой или пайкой, то для соединения частей листового металла значительных размеров применяют соединение фальцем. Фальцы могут быть выполнены стоячими и лежащими. Их располагают в одной плоскости с соединяемым металлом (лежащий шов) или перпендикулярно ей (стоячий шов). Кроме того, их можно сделать одинарными или более сложными и надежными — двойными. Одинарный лежащий фальц выполняют в такой последовательности: отступив от края заготовки на расстояние, соответствующее выбранной ширине фальца, с помощью рейсмуса или линейки чертилкой отмечают линию. Затем

на краю стола, окантованном металлическим уголком, по намеченной линии загибают металл под углом  $90^\circ$ . Чтобы лист при нанесении ударов не смещался, его следует зафиксировать, прижав сверху деревянным бруском, уложенным по линии изгиба. Более надежна фиксация стальным уголком, который прижимается к верстаку с помощью струбцины.

После того как кромку металла загнули под углом  $90^\circ$ , заготовку переворачивают и заваливают кромку на лицевую сторону. При этом она должна располагаться параллельно поверхности заготовки (при изготовлении труб отогнутые кромки размещают в противоположные стороны). Такие же операции выполняют со второй соеди-



**Рис. 135. Выполнение одимарного фальца:**  
 а — разметка рейсмусом; б — отбортовка; в — заваливание фальца; г — уплотнение замка; д — подсека фальца; 1 — лист металла; 2 — рейсмус



**Рис. 136. Устройство лежащих двойных фальцев (а, б, в — последовательность выполнения)**

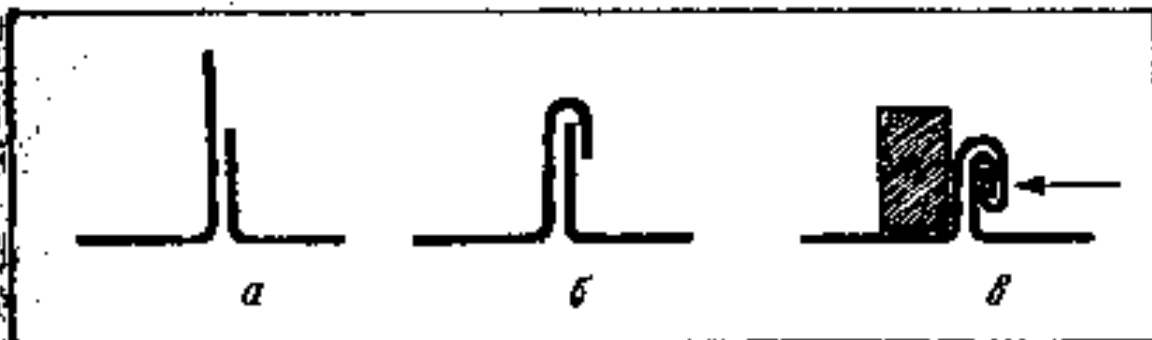


Рис. 137. Устройство стоячего двойного фальца (а, б, в — последовательность выполнения)

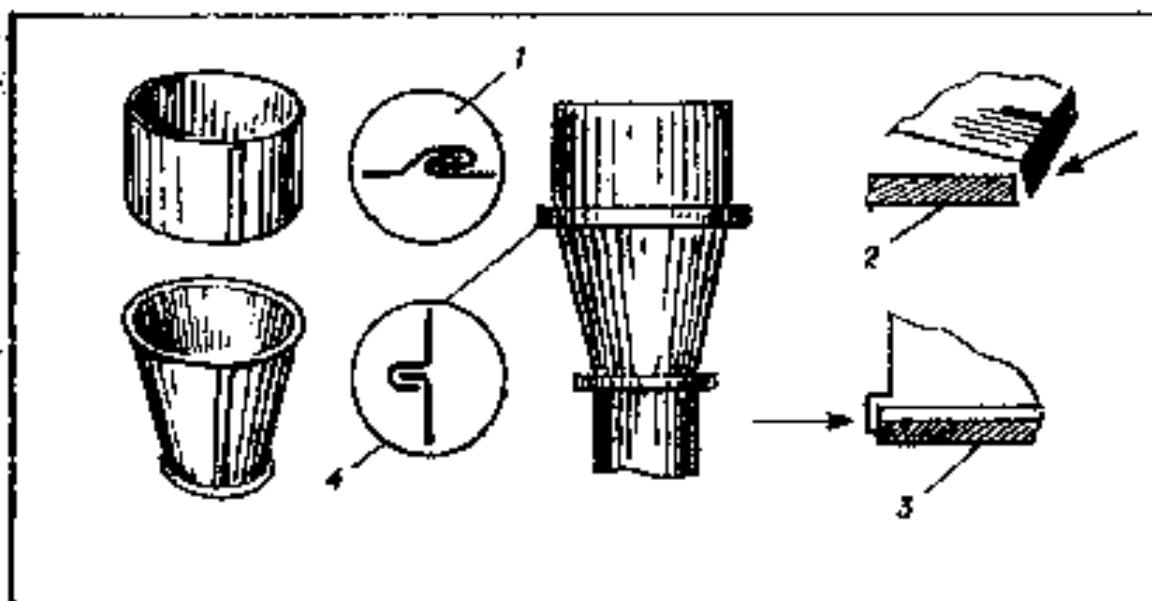


Рис. 138. Изготовление водоприемника:  
1 — фальцевое соединение; 2, 3 — дом; 4 — стоячий двойной фальц

няемой заготовкой, а потом заводят края заготовок в замок, укладывают сверху металлическую массивную полосу и, нанося по ней сильные удары, замок уплотняют. Уплотнить шов также можно ударами киянки.

Завершающая операция — подсечка фальца. Стальную полосу укладывают параллельно шву на расположенный сверху лист металла и по ней наносят удары до тех пор, пока она не оседет в одну плоскость с нижним листом. Эту операцию проводят на подложке из толстого стального листа (рис. 135).

Выполнение двойных и стоячих фальцев технологически идентично (рис. 136, 137).

При изготовлении водоприемника трубы соединяют с помощью фальца (рис. 138).

Единственным отличием данных соединений является способ отбортовки металла, выполняемый расчеканкой

трубчатой заготовки на торце лома или отрезке стального прутка. Вместо лома можно использовать кузнечный шпек подходящей формы, а для гибки труб — стальные или в крайнем случае деревянные оправки соответствующего диаметра. Если оголовок водоприемника хотят украсить просечным отверстием, его выполняют с паяными или клепаными соединениями, а остальные элементы водослива соединяют фальцевыми швами. При этом если его изготавливают из оцинкованного железа, то просечную часть или накладные элементы декора можно выполнить из меди или латуни.

### *Полезные советы*

- Для перевода рисунка с кальки на тонкий металл используют портновское колесико, представляющее собой вращающуюся шестерню из тонкой стали, укрепленную на ручке.
- Круглые отверстия различного диаметра можно выполнять просечками из твердых сплавов, выпускаемых промышленностью. Отверстие в тонком листовом металле получают, используя винт и гайку. Гайка служит матрицей, на которую укладывают металл, а винт — пуансоном, который располагают над ней. Нанося по винту удары, проделывают отверстие. При этом размер гайки должен быть большим.
- Места прорыва металла, образовавшиеся при чеканке, с обратной стороны запаивают оловом или другим подходящим припоем в зависимости от применяемого материала. При заделке небольших трещин можно использовать эпоксидную смолу с наполнителем необходимого цвета.





Широкие творческие возможности предоставляет применение смешанных техник — использование в композиции различных материалов и способов их обработки. Однако это возможно при наличии у мастера высокого художественного вкуса.

Введение в кованую решетку элементов чеканки из цветного металла при удачном художественном решении может значительно украсить работу. В случаях, когда решетка должна прикрывать что-то, чеканные вставки являются не только декоративными элементами, но имеют также и функциональное назначение.

Кованая решетка, в которой центром композиции является птица, выполняется в технике чеканки по меди или латуни (рис. 139). Силуэт птицы делают из черного металла, а пустоты в нем заполняют чеканкой. Для подобных работ применяют прием, напоминающий технику басмы: на контур птицы, сваренный из прутка, накладывают лист отожженного цветного металла и по краям скрепляют струбцинами. Затем с помощью резиновых и



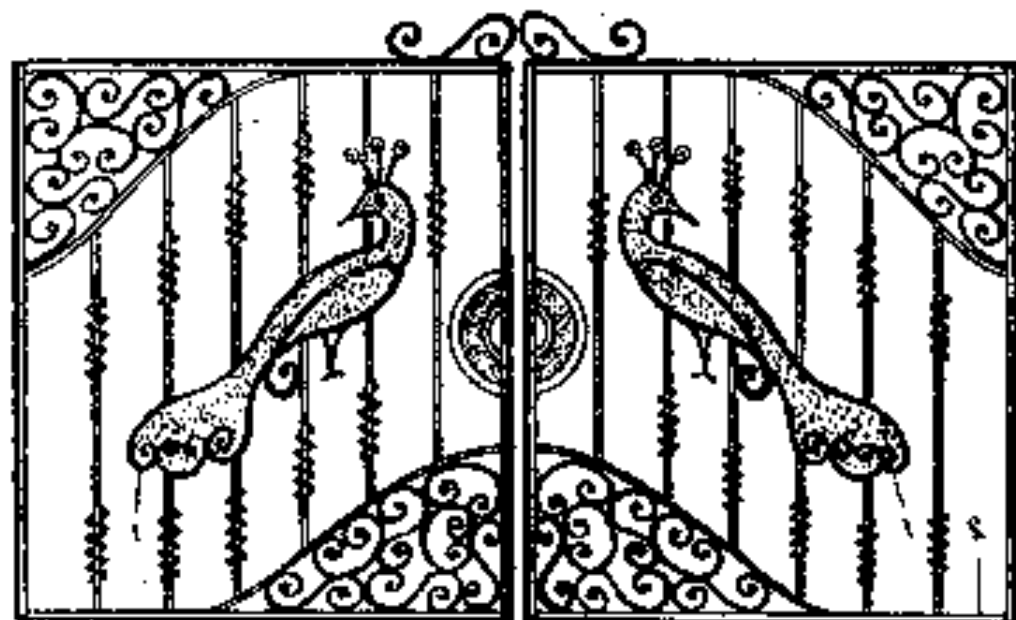


Рис. 139. Кованая решетка с элементами чеканки:  
1 — медь (латунь); 2 — черный металл

деревянных молотков металл в пустотах осаживают. Если высота рельефа должна быть больше толщины контурного металла, дальнейшую операцию производят в ящике с песком или используют для этого мешки с песком. По окончании осаживания струбцины снимают и чеканку обрезают по контуру. Закрепить ее можно любым доступным способом — пайкой, резьбовыми соединениями или с помощью заклепок. При обрезке контура рекомендуется оставлять запас металла, который обвальцовывают вокруг контурной линии.

Обычно выполняют сначала чеканку, а затем по заранее оставленным линиям собирают решетку из черного металла.

Чеканка может служить главным элементом композиции, а кованая конструкция — дополнительным.

Сочетание черного и цветного металлов особенно удачно в осветительной арматуре. Примером такого сочетания может быть люстра, центральным элементом которой является шар из меди, состоящий из двух полусфер, соединенных между собой стальной резьбовой шпилькой с декоративной гайкой (рис. 140). Если нет возможности изготовить декоративную гайку на токарном станке, используют стандартную, которую присоединяют к соответствующему кованому элементу. Линию совмещения полусфер охватывают стальным кольцом, являющимся основным несущим элементом люстры, к которому прикрепляют

Декоративные кронштейны с плафонами и цепи подвески. Цепь выполняют из медной или стальной проволоки, плафоны можно подобрать стандартные, но лучше их сделать самому. В люстрах в стиле ретро применяют конусообразные лампочки с малым цоколем, а патроны закрыты трубчатыми стеклянными наставками наподобие свечи. Такую наставку можно изготовить из меди, которая будет хорошо сочетаться по цвету с центром люстры. Для этого берут отрезок металлической трубки с внутренним диаметром, несколько превышающим диаметр патрона. Длина ее должна быть равна расстоянию от основания плафона до верхнего края его плюс 10—15 мм, если наставка выполнена из латуни. Чтобы наставка имела красивый вид и напоминала свечу, создают подтеки оплав-

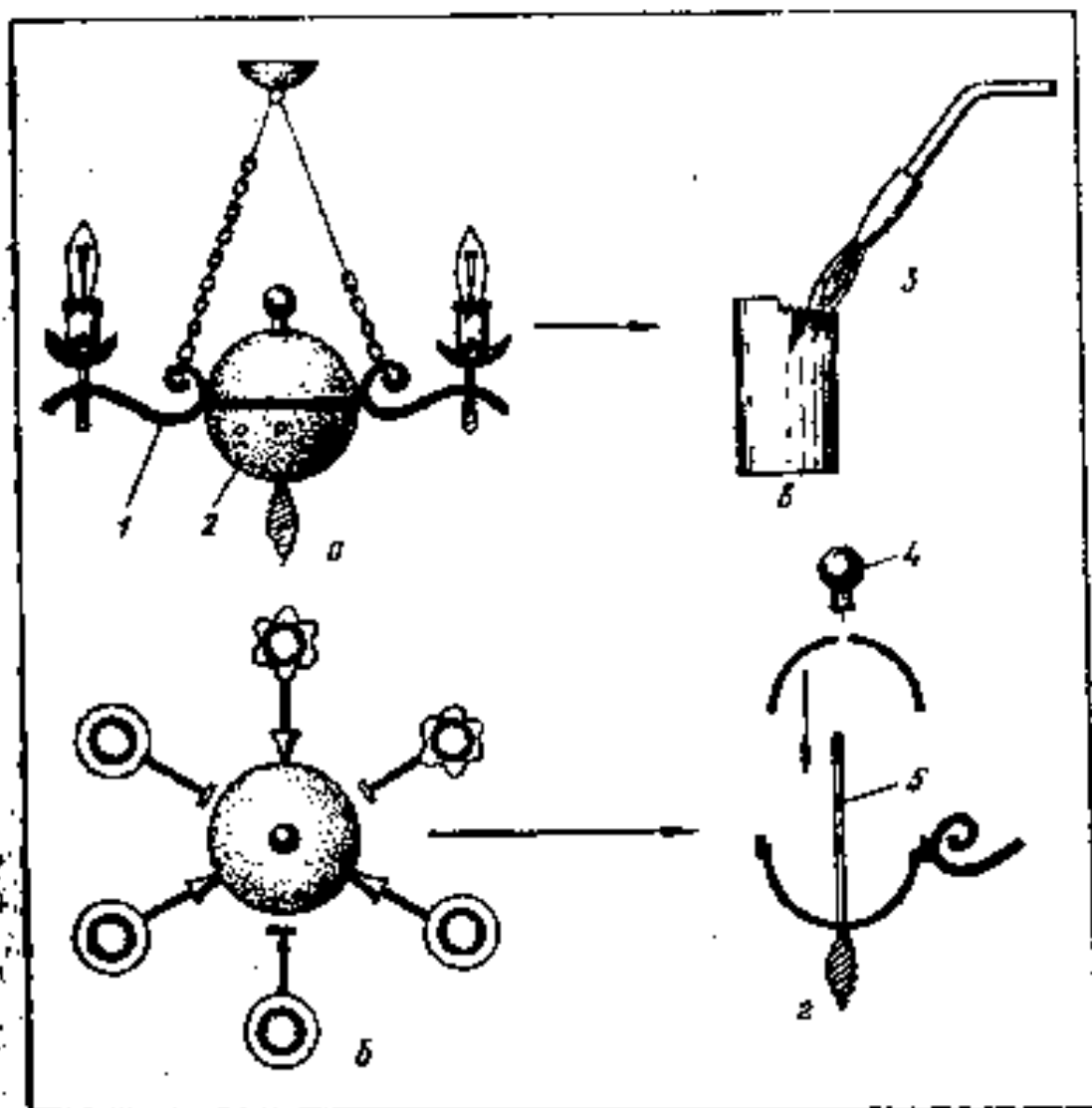


Рис. 140. Люстра:

а — вид сбоку; б — снизу; в — изготовление декоративной наставки на центральный патрон; г — сборка центральной части люстры; 1 — черный металл; 2 — медь; 3 — горелка; 4 — декоративная гайка; 5 — шпилька с резьбой

лением краев латунной наставки (для этого служит заплата металла 10—15 мм), а на медной — напайку выполняют латунью. В последнем случае имеется больше возможностей для создания декоративного эффекта. После напайки деталь отбеливают, удаляют остатки флюса, а затем тонируют.

После тонировки вершины полученных перовностей полируют и покрывают бесцветным лаком. Наставки можно выполнить из листового металла, предварительно рассчитав длину окружности и их высоту. Далее из листа вырезают заготовки нужного размера, из них на оправке сгибают цилиндры, которые спаивают по шву. Спаивать лучше внахлестку; если предусматривают оплавить края. Если этого процесса выполнять не будут, то паяют встык. Чтобы при оплавлении паяный шов не разошелся, цилиндры следует обвязать стальной проволокой и применять твердые припой.

Наставку можно выполнить и в форме цветка. Для этого отрезок трубки по периметру делят на пять частей (по количеству лепестков) и по вертикали проводят параллельные линии. От края на них отмеряют расстояния, равные длине будущих лепестков. Оставшаяся часть трубки должна прикрывать патрон. По полученным линиям разметки делают разрезы ножовкой по металлу или, если позволяет диаметр заготовки, разрубывают зубилом на оправке. Полученные пять полос отгибают на  $90^\circ$  и ковкой или чеканкой придают им вид лепестков. Если предполагают цилиндры выгибать из листового металла, то целесообразно эти операции выполнить на развертке, а затем придать заготовке необходимую форму.

Электрические провода, идущие к патрону, укладывают в углубления в виде желоба, выдавленные в кронштейне, на котором крепят плафон. Сначала зубилом размечают линию на заготовке, затем ее разогревают и с помощью чеканов выбивают желоб. После этого придают заготовке окончательную форму. Иногда часть кронштейна люстры или бра делают пустотелыми из трубки, а остальную часть с элементами декора — из сплошной массы металла. Затем обе половинки соединяют сваркой, а место стыка зачищают и прочеканивают. В этом случае провода на некотором участке кронштейна будут укрыты в трубке.

В желобе провода фиксируют сургучом или эпоксидной смолой с наполнителем. Для черных металлов в качестве наполнителя используют угольную пыль или графит.

Если люстра имеет значительные размеры и подвешена большой высоте, проводку фиксируют с помощью лапок (по типу крепления зеркала в раме), которые прибивают или приклеивают к деталям. В процессе укладки проводов их загибают и они надежно прижимают провода. Для фиксации проводки используют также шпильки, у которых с одного конца нарезана резьба, а с другого просверлено боковое отверстие (обычно у самой резьбы). В деталях крепления плафонов по направлению расположения проводов выполняют отверстия с резьбой, которые вкручивают шпильки до совпадения их отверстия с поверхностью детали, затем через них протягивают электрический провод.

Иногда в люстре электрические провода видны и являются элементом композиции (рис. 141).

При выполнении бра в техникековки и чеканки центром может быть декоративный кованый элемент из черного металла, а плафонами служить геометрические формы, выгнутые из листовой латуни и прочеканенные (рис. 142). Плафоны, имеющие форму цилиндра, выгибают на оправке (отрезке трубы) нужного диаметра из листового металла, которому предварительно придана необходимая форма. Края цилиндров не должны смыкаться, между краем и задней стенкой оставляют зазор 3—5 см, через который лампа будет подсвечивать центр. Внутреннюю часть цилиндров для лучшего светоотражения полируют. Удобно полировку выполнить перед их выгибанием.

Высота наименьшей части цилиндра должна быть не менее 15 см, чтобы не просматривались лампа с патроном,

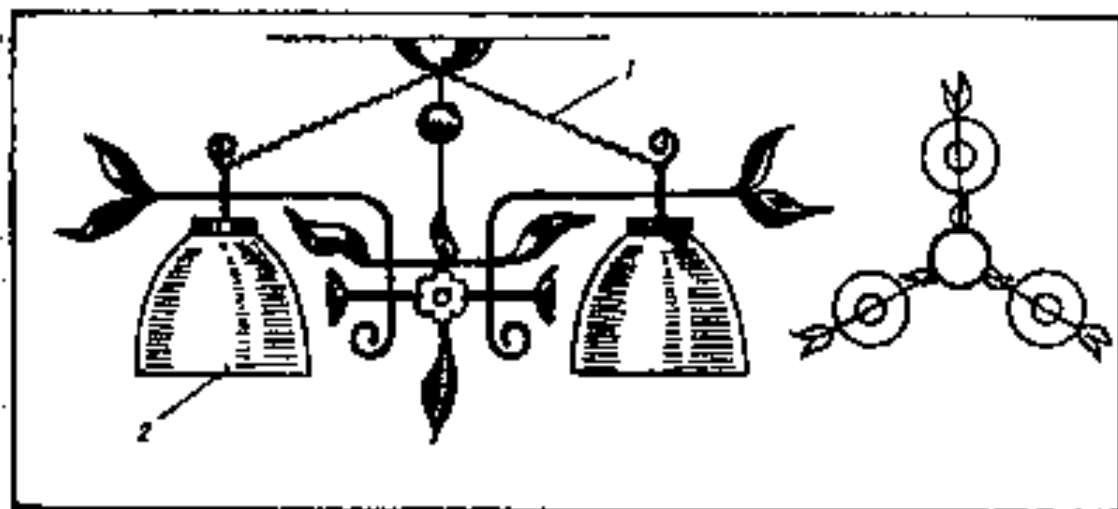


Рис. 141. Люстра с открытой электрической проводкой:  
1 — электрический провод; 2 — плафон

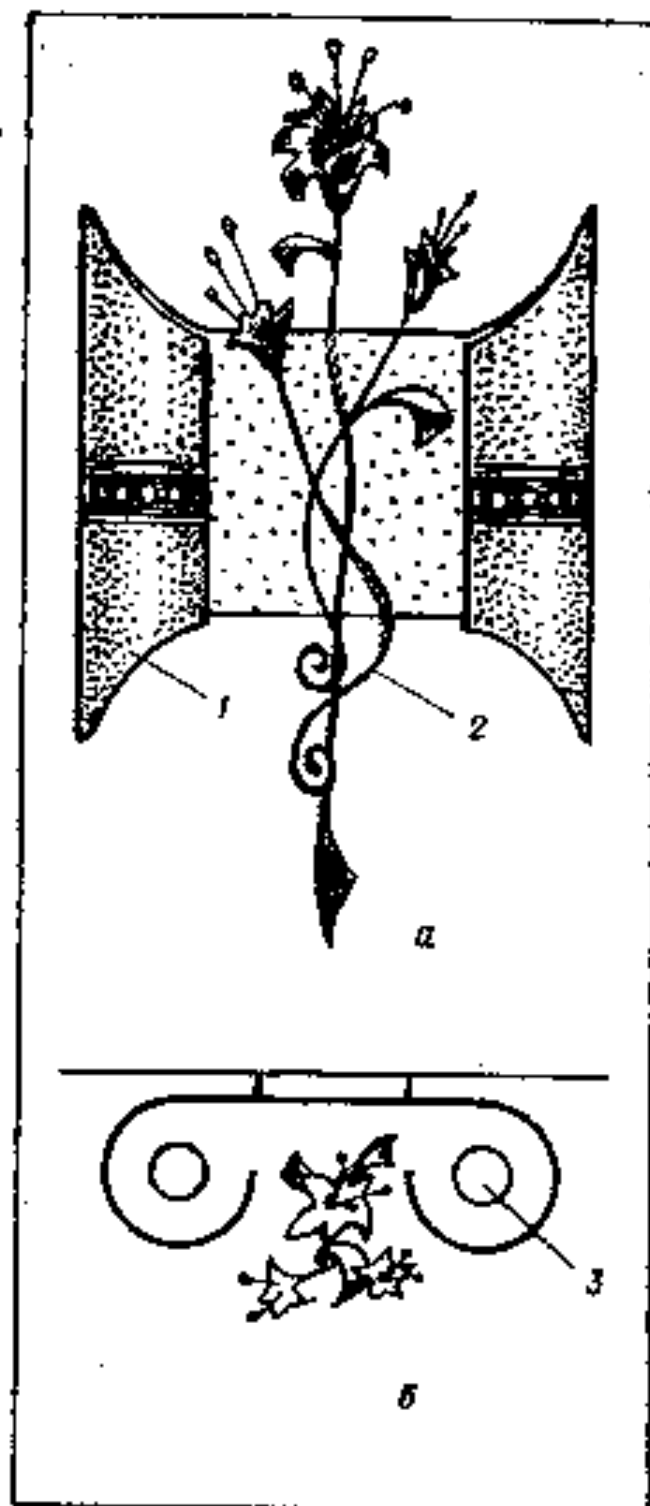


Рис. 142. Бра:  
 а — общий вид; б — вид  
 сверху; 1 — медь (латунь);  
 2 — кованая сталь; 3 — лам-  
 почка

высота которых в сборе составляет приблизительно 12—13 см. Для крепления патронов под лампы с малым цоколем (миньон) используют трубки с наружным диаметром 10 мм и предварительно нарезанной резьбой М10Х1. Для обычных патронов используют трубку 12 мм с резьбой М12Х1. Длина резьбы 6—8 мм. Если нет возможности самостоятельно нарезать резьбу, можно подобрать необходимые детали со старых осветительных приборов.

Кованый элемент, охватывающий плафоны, выгибают на той же оправке, что и плафоны. С обратной стороны к нему приваривают петлю, с помощью которой бра крепят на стене. В данном случае плафоны выполнены не-

просвечивающимися, свет проходит через оставленные зазоры и отверстия, что значительно снижает светоотдачу. Избежать этого и значительно улучшить внешний вид светильников поможет прием, используемый при изготовлении металлических плафонов-рассеивателей. Простейший вариант — из металлической сетки обычного плетения с квадратными отверстиями выгибают плафоны различной формы. Сетку необходимо предварительно «облагородить». Для этого с помощью чеканных молотков с полукруглым боем ее слегка проковывают (диаметр проволоки

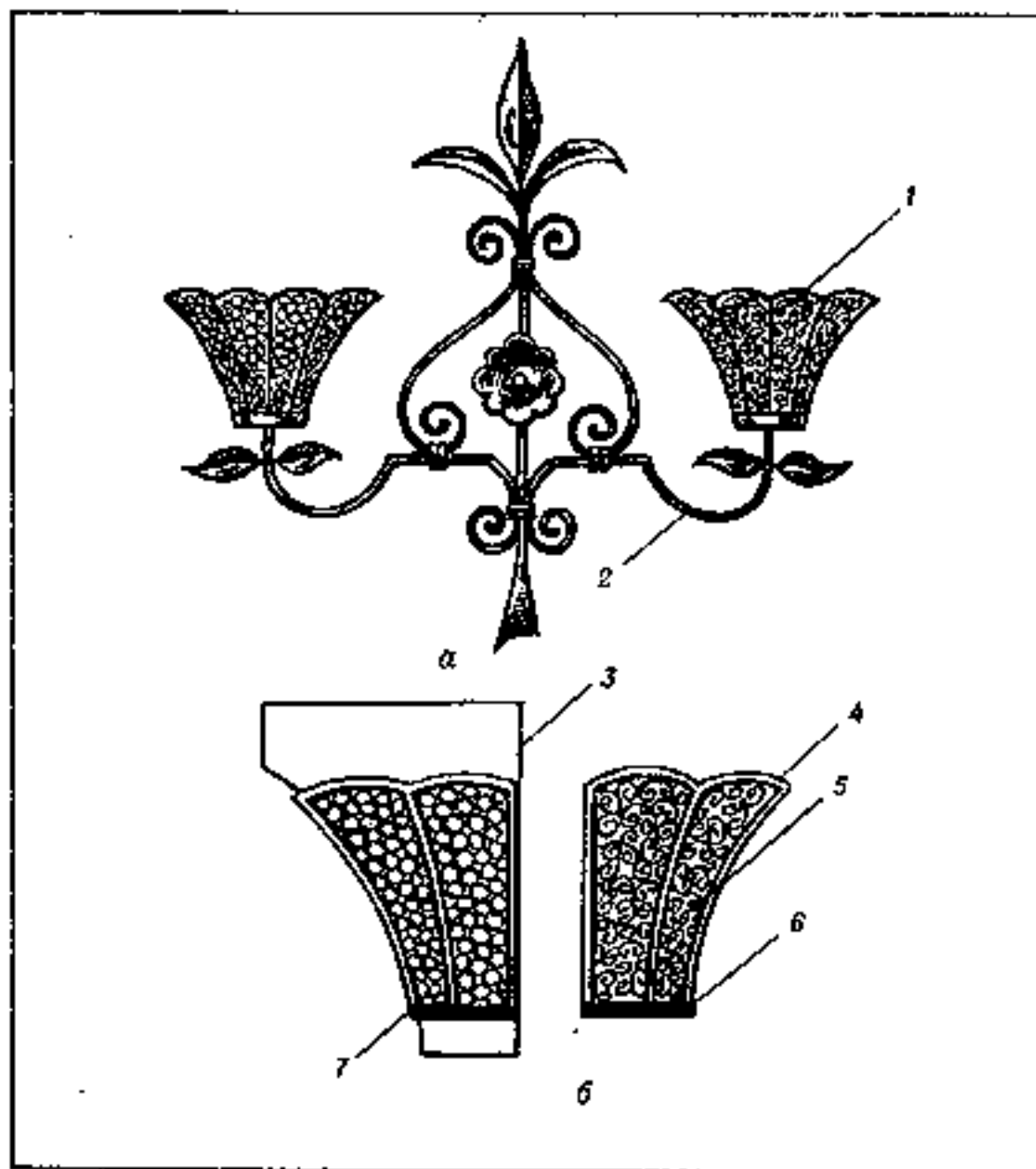
етки не менее 2 мм), затем отжигают и придают нужную форму на шаблоне.

Однако разнообразие форм плафонов, выгнутых из сетки, несколько ограничено из-за невозможности ее глубокой прочеканки. Более трудоемким, но интересным является способ, когда форму набирают из множества мелких элементов. Сначала из негорючего материала, например гипса, выполняют объемный шаблон, а из проволоки изготавливают элементы, из которых будет набираться плафон. Это могут быть завитки, кольца и т. п., но такого размера, чтобы на всех радиусах изгиба шаблона они хорошо прилегали к его плоскости. С помощью нитроклея заготовки так крепят на шаблоне, чтобы каждый элемент соприкасался с соседним не менее чем в трех точках. Весь набор плотно обвязывают проволокой и соединяют элементы между собой пайкой. Стальной и медный наборы для крепости спаивают твердыми припоями. Применять для стали электросварку нецелесообразно, так как при спайке мелких и тонких элементов трудно, а порой невозможно получить качественное соединение. Латунный набор паяют оловянно-цинковыми припоями, а затем припаивают элементы крепления (рис. 143).

В более крупных работах используют сетку в качестве фона, на котором монтируют декоративные элементы. Сетка может быть стандартной или самодельной. Самодельная более предпочтительна, поскольку, регулируя размер и форму ячеек, можно придавать ей желаемую фактуру, что значительно повышает художественный уровень изделия. Диаметр проволоки фоновой сетки 6—8 мм. В данном случае понятие сетка не следует воспринимать в буквальном смысле слова. Нити могут переплетаться или даже располагаться внахлестку. Края сетки ограничивают рамой. При использовании сетки типа рябца для равномерного натяжения ее рама должна иметь форму прямоугольника. Крепят сетку проволокой диаметром 8 мм, которую заводят в крайние ячейки по периметру. Раму из уголка делают несколько большего размера, чем заготовленная сетка. Затем заведенную проволоку с большей стороны сетки приваривают к внутренней стороне уголка, а противоположную натягивают с помощью больших кузнечных клещей или струбциной и также приваривают к нему. Боковые стороны крепят по той же схеме. Необходимо помнить, что при недостаточном натяжении сетка может провиснуть, а чрезмерное натяжение вызвать деформацию рамы.

Самодельная фоновая сетка может иметь различную форму, которая ограничена профилем металла любого сечения. Это позволяет использовать ее не только по всей площади, но и фрагментами (рис. 144). Данная технология применяется в случаях, когда необходимо ограничить проникновение внутрь помещения и доступ к внутренним запорам. Например, во входных застекленных дверях.

При выполнении ограждений для балкона, лестничных перил иногда возникает необходимость в изготовлении



**Рис. 143. Бра с металлическими плафонами:**  
 а — общий вид; б — конструкция плафона: 1 — плафон (медь, латунь, сталь); 2 — ковочная сталь; 3 — гипсовая форма (шаблон); 4 — каркас (проволока 4—6 мм); 5 — места пайки; 6 — металлическая полоса; 7 — элемент набора

большого количества одинаковых элементов декора. В некоторых случаях имеет смысл их делать литыми в сочетании с кованным металлом. Наибольшее распространение во всевозможных ограждениях и решетках получили литые розетки в виде цветков, изображения различных животных и т. п. Обычно их отливают из чугуна, однако с успехом можно использовать алюминиевый сплав, который затем тонируют в черный цвет. Крепление отливок на решетке не представляет особых трудностей. Элемент в виде цветка небольших размеров крепят одной заклепкой в центре розетки. Чтобы в процессе клепки головка заклепки не вминалась в отливку из алюминия, заклепку следует применять также мягкую — алюминиевую. В случаях, когда клепку выполняют в другом месте розетки или декоративной накладки, головку заклепки расчеканивают и ей придают такую же фактуру, как и на отливке. При монтаже отливок иногда применяют заклепки с декоративными головками, являющимися самостоятельными декоративными элементами, которые также изготавливают методом литья из алюминия, так как алюминиевый сплав для этих целей непригоден вследствие его хрупкости.

При креплении литья на сталь с помощью сварки перед заливкой металла в полость литейной формы в нужных местах вводят стальные шпильки, которые надежно скрепляют с заливаемым металлом. В стальной решетке соответственно расположению шпилек на отливке сверлят сквозные отверстия.

С обратной стороны отверстий выполняют глубокую зенковку, шпильки отливки заводят в отверстия и в месте

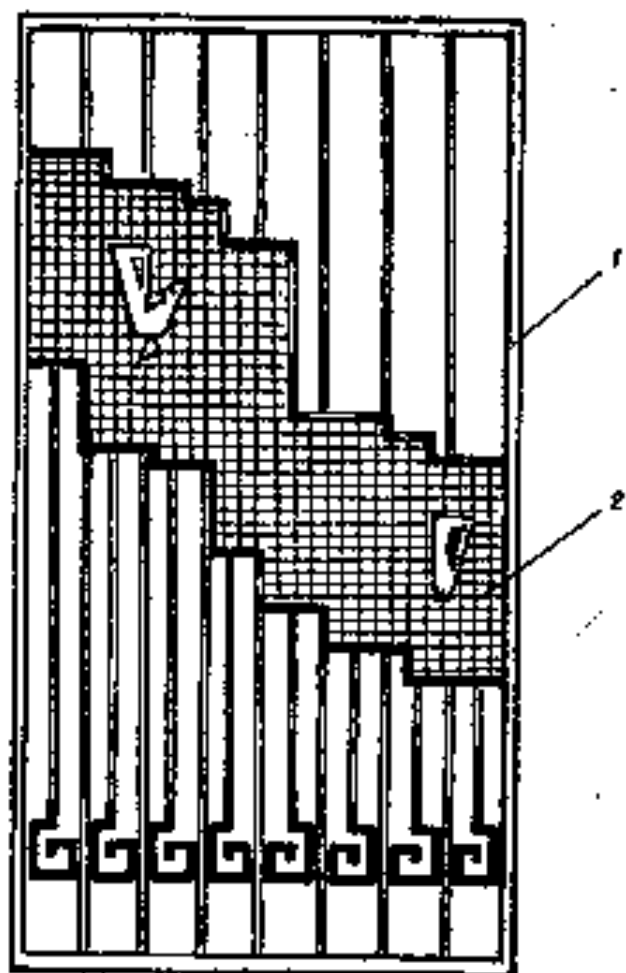


Рис. 144. Дверь, выполняемая с использованием фоновой сетки:  
1 — рама; 2 — сетка



зенковки заваривают. Лишние концы шпилек обрезают и место сварки зачищают.

Простейший способ крепления отливок из мягких сплавов — с помощью винтов-саморезов, применяемых при сборке оконных рам и дверей из алюминиевых сплавов. Для этого в решетке в месте крепления отливки сверлят сквозные отверстия, а в отливке в соответствующих местах — глухие отверстия. Располагать их в отливке желательно в местах с наибольшей высотой рельефа.

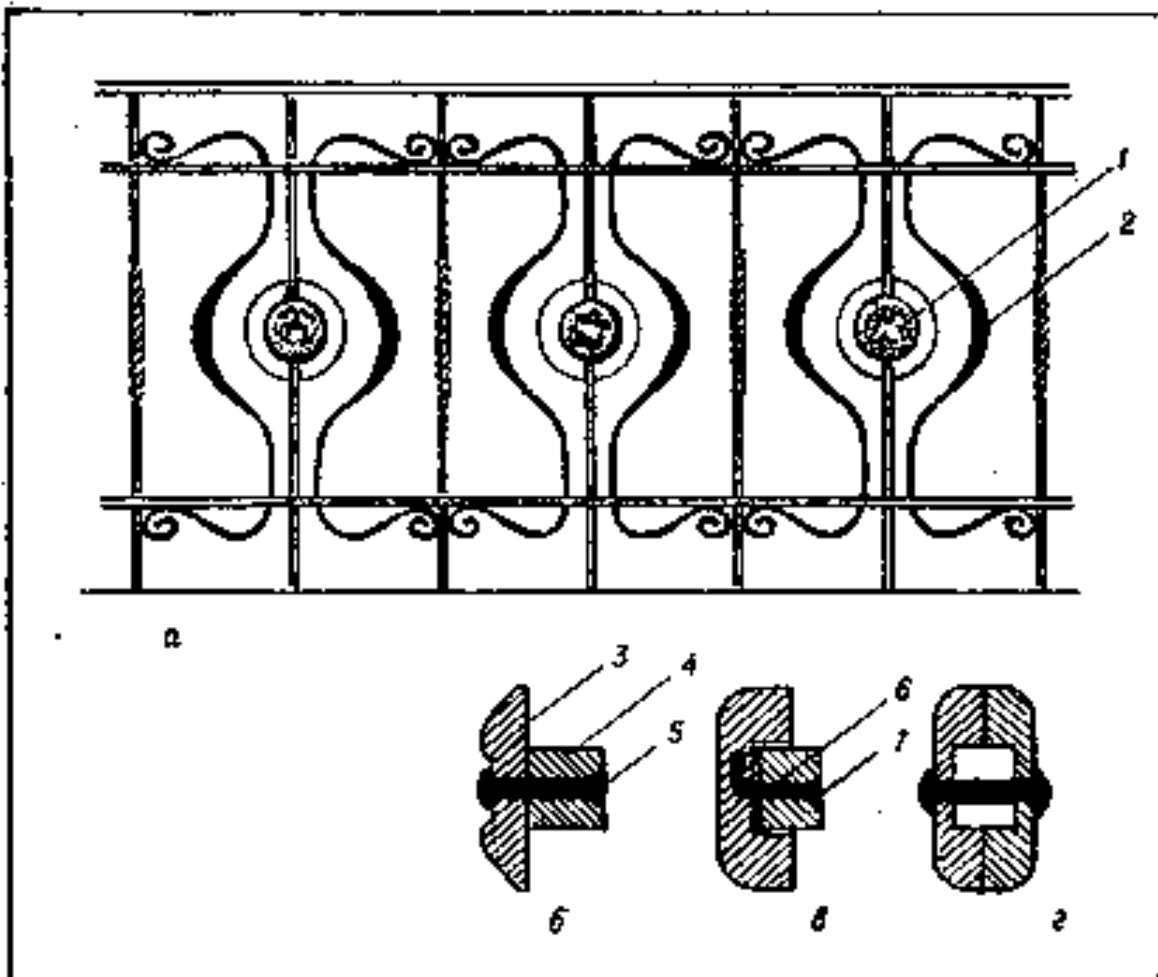
Диаметр отверстия в отливке должен быть меньше диаметра винта на высоту двух ниток резьбы. Отливку укладывают на лицевую сторону, а винты через отверстия, вкручивают с обратной.

Для изготовления двусторонней розетки, полностью охватывающей стержень, ее заформовывают таким образом, чтобы с обратной стороны она имела углубление на половину стержня, с небольшим припуском по его толщине (на обработку). После отливки эту сторону розетки обрабатывают и притирают на листе наждачной бумаги, уложенной на ровной поверхности. При соединении розеток обратными сторонами соединительный шов должен быть по возможности малозаметным. После закрепления розеток на стержне шов можно прочеканить (рис. 145).

В классическом виде деталь отливается вместе со стальными прутками. Таким способом изготавливают принадлежности для камина. Например, рабочую часть кочерги или совка выковывают, а декоративную ручку отливают из бронзы. Для этого выполняют специальную модель, представляющую собой стержень, соответствующий по размеру и сечению кованой части изделия. На конце стержня располагают гипсовую или деревянную модель ручки. Затем эту модель заформовывают в опоку таким образом, чтобы стержень выходил за ее края. Чтобы опоки сомкнулись в точке выхода стержня, в стенках их вырезают пазы. После формовки модель удаляют и вместо нее в форму заводят конец заготовки изготавливаемого предмета. Для того чтобы заготовка за пределами опоки не осела и противоположным концом не разрушила форму, ее фиксируют на внешней стороне опоки с помощью подкладок из гипса; края паза заделывают гипсом.

Если отливку делают по выжигаемым моделям, то изготавливают необходимое количество пенопластовых моделей, которые заформовывают вместе с заготовкой.

Широко применяется также сочетание таких материа-



**Рис. 145.** Фрагмент кованого ограждения с литыми элементами: а — общий вид; б — одностороннее крепление литых розеток с помощью заклепки; в — крепление сваркой заплавленной шпильки; г — крепление двусторонней розетки: 1 — кованая сталь; 2 — литой элемент; 3 — литая розетка; 4 — заклепка; 5 — стальной стержень; 6 — заплавленная шпилька; 7 — место сварки

лов, как металл и стекло. Классическим примером может служить витраж, хотя он воспринимается как самостоятельная техника, но основой конструкции его является металл — стальной жила, которая удерживает кусочки стекла.

Другим примером сочетания стекла и металла может быть кованая композиция с хрустальными цветами и витражом из литого стекла. Литой витраж выполняется путем заливки расплавленного стекла в стальную обечайку. В домашних условиях возможно применение более простых технологических приемов для несложных геометрических форм из стекла. Сначала изготавливают нужную по форме раму из уголка 20×20 мм. В собранную раму вставляют стекло, которое крепят с помощью лапок или на клеевой мастике (рис. 146).

Для витражей в основном применяют цветное листовое стекло толщиной 2,5—4 мм. Чтобы вставка из него имела большую глубину, ее выполняют в виде пакета стекол — набора стекол одинаковой формы. Пакет можно набирать из стекла одного или разных цветов. В зависимости от толщины набора (до 25 мм) подбирают размер уголка для рамы. Однако при этом способе изготовления стеклянных вставок со временем в зазоры между стеклами попадает пыль и вставка выглядит неаккуратно. Частично этого можно избежать, покрыв торцы пакета нитроклеем или жидким стеклом (конторским клеем).

Если в мастерской имеется электрическая муфельная печь, можно применить способ сплавления нескольких листовых стекол в пакет, в результате чего получают стек-

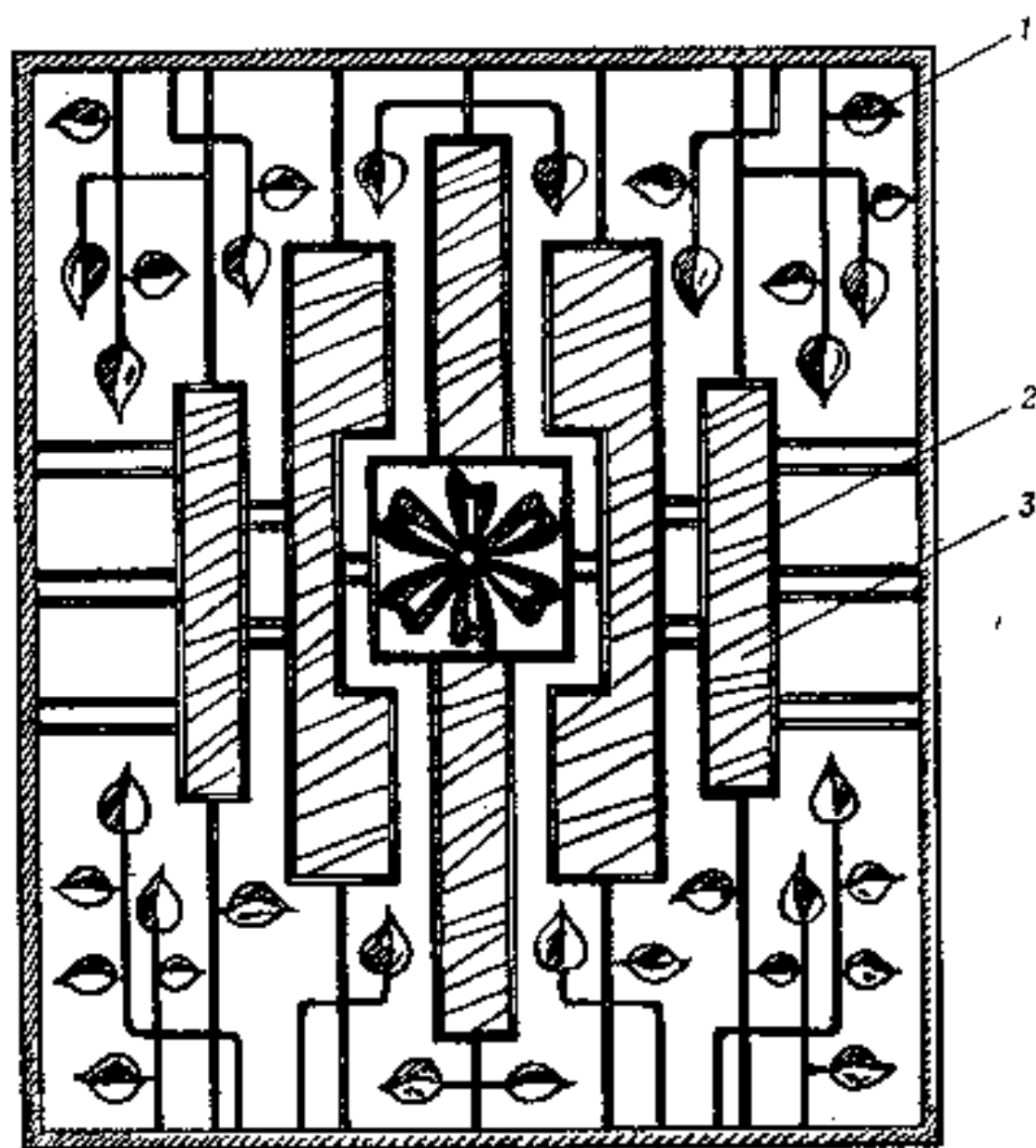


Рис. 146. Композиция со вставками из стекла:  
1 — ковкая сталь; 2 — рама из уголка; 3 — стекло

длинные блоки различной формы и толщины. Размеры их зависят от размеров камеры муфельной печи.

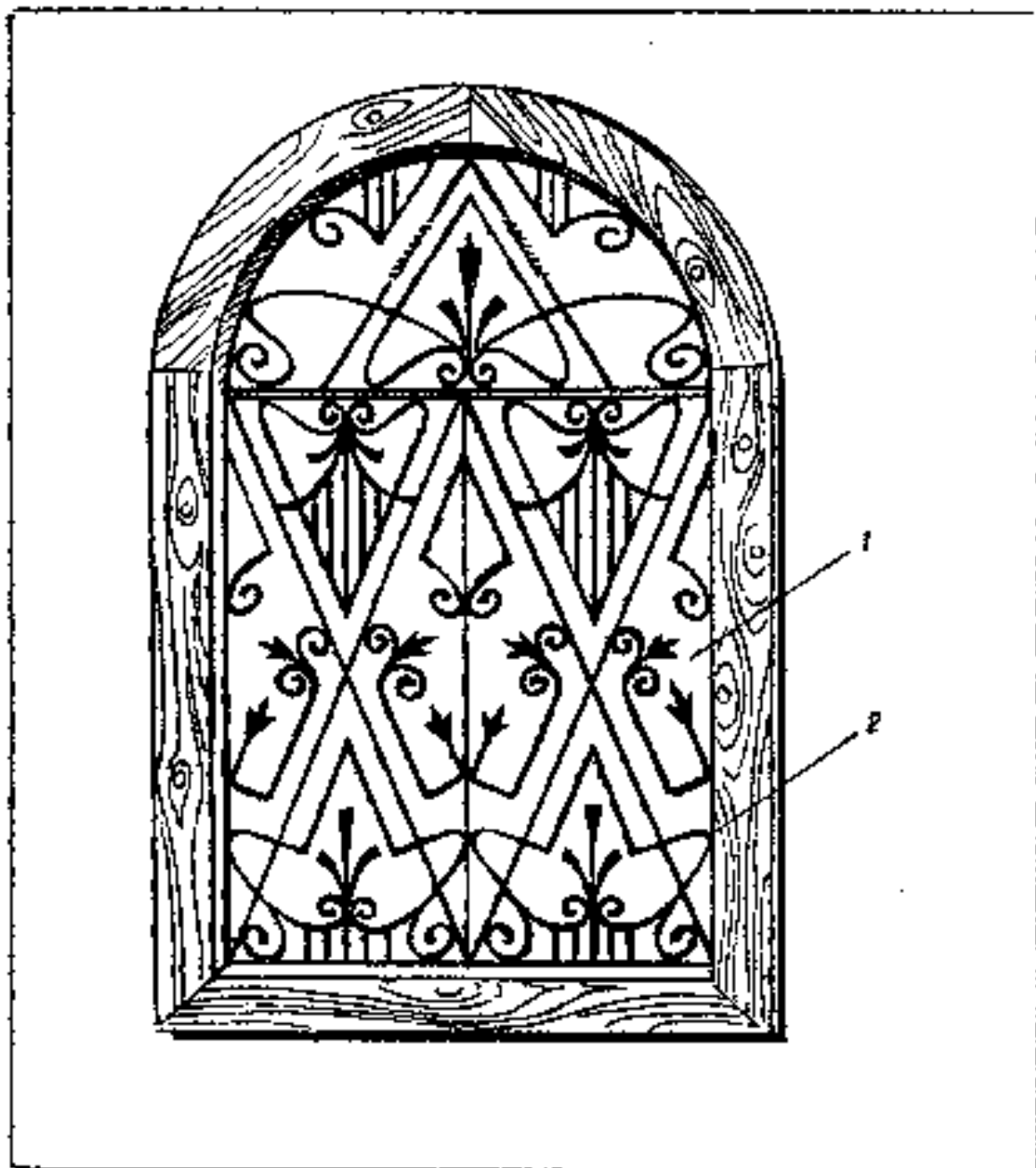
Для получения стеклянных блоков заготовки стекол нужной формы и количества собирают в пакет, загружают в холодную муфельную печь и нагревают ее до температуры  $700^{\circ}\text{C}$ . Когда печь нагреется, ее отключают и дают постепенно остыть, не открывая дверцы. При этом происходит сплавление стекол и отжиг образовавшегося блока.

Чтобы стекла лучше сплавлялись между собой, перед сборкой блока их покрывают шликером — частичками низкотемпературного прозрачного стекла.

Шликер готовят следующим образом: берут 10 г буры и 20 г оксида свинца. Эта смесь называется шихта. Затем ее хорошо перемешивают шпателем на листе бумаги, пересыпают в тигель и утрамбовывают в виде небольшого конуса. Шихта должна занимать не более трех четвертей объема тигеля. Тигель загружают в муфельную печь, нагретую до температуры  $800\text{--}900^{\circ}\text{C}$ . Когда шихта сплавится (прекратится выделение пузырьков), ее выливают в емкость с водой, воду сливают и оставшийся осадок — смесь осколков стекла с водой — переносят на толстое листовое стекло. Куском полированного гранита смесь растирают до сметанообразного состояния. Полученный шликер наносят на стекла кистью. Чтобы нижнее стекло не приплавилось к камере муфеля, его покрывают разделительным слоем — смесью каолина с водой или шамотным порошком. Разделительный слой наносят также между несколькими пакетами сплавляемого стекла.

Прозрачному оконному стеклу можно придать необходимый цвет, используя цветной шликер, который получают добавлением в шихту оксидов некоторых металлов. Так, оксид кобальта (1—1,5 г) окрасит стекло в сине-фиолетовый цвет, оксид железа трехвалентного (1—1,5 г) — в коричневый, оксид меди двухвалентной (0,5—1 г) — в зеленый, смесь оксида меди (0,3 г), оксида кобальта (1 г) и оксида железа (1 г) — в черный цвет. Добавка оксида олова делает стекло непрозрачным — молочного цвета. Используя цветной шликер, можно создавать блоки различной цветовой гаммы, сплавляя куски стекла разных цветов.

При изготовлении подвесок для люстр и светильников между стеклами вставляют петли с отогнутыми концами, выполненные из нихромовой проволоки от нагрева-



*Рис. 147. Решетка для оконной ниши:  
1 — стекло с подсветкой; 2 — металл*

тельных спиралей электроплитки. Сплавляясь со стеклом, они надежно фиксируются и служат элементами крепления на люстрах и светильниках.

Применять проволоку диаметром более 0,8 мм не следует, так как вследствие разного коэффициента расширения стекла и металла могут возникнуть значительные внутренние напряжения и стекло в месте впаивания петли расколется.

В помещениях без окон иногда их функцию выполняют искусственные оконные ниши, в которых установлен источник света, прикрытый стеклом, служащим фоном для декоративной решетки (рис. 147). Такой прием получил

широкое распространение при оформлении интерьеров обвальных помещений, где оконная ниша является одновременно архитектурным элементом и источником света.

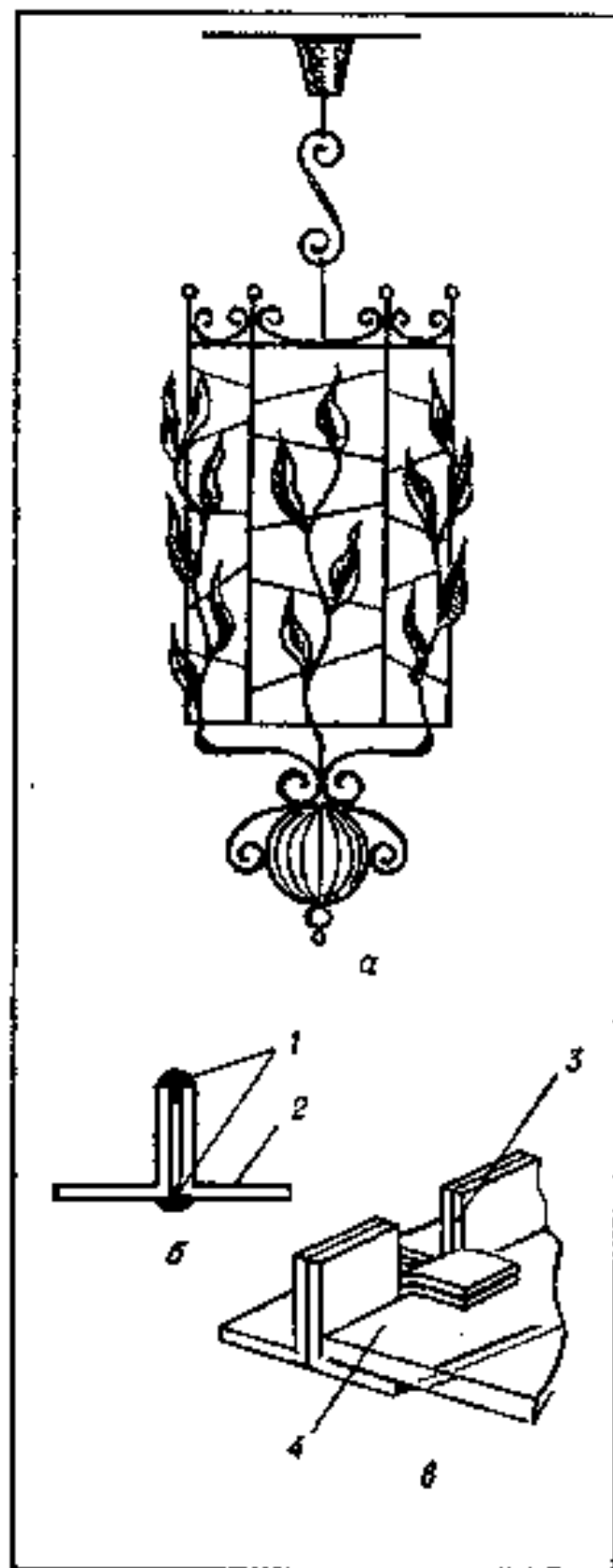
Искусственную оконную нишу можно выполнить, используя прием просечной чеканки. При этом в чеканке вырубывают фон или часть композиции и полученные отверстия с обратной стороны закрывают цветными стеклами, которые крепят с помощью лапок. Такая чеканная композиция является односторонней, имеет лицевую и обратную сторону.

При создании двусторонней композиции стекла закрепляют следующим образом: чеканный рельеф выполняют в двух экземплярах (лицевой и обратный), в местах расположения стеклянных вставок вырубывают необходимые отверстия и, отступив от их края 10 мм, по периметру производят высадку металла на лицевую сторону. Глубина высадки должна соответствовать толщине стекла. В полученные углубления укладывают стекла, которые также вырезают с некоторым запасом по периметру формы. Затем чеканки складывают обратными сторонами и стягивают заклепками из того же металла. Фиксирующие заклепки также аккуратно устанавливают по периметру вставок из стекла, чтобы не разбить его.

Сохранив тот же способ крепления стекла в двусторонней чеканке, можно выполнять операции в иной последовательности (при данной технологии используют мягкие металлы толщиной не более 0,8 мм). В одной из частей чеканки края отверстия под стекло отбортовывают на лицевую сторону на 10 мм. Места отбортовки тщательно отжигают, затем обе половины соединяют с помощью заклепок. Ими же скрепляют отверстия по периметру. В полученные углубления вставляют стекло и деревянной или полированной стальной лопаткой обвальцовывают отбортованные края. Этот способ крепления более рационален, так как в случае разрушения стекла, отогнув завальцованные края, можно его заменить.

Если чеканка недостаточной жесткости, во избежание разрушения стекла ее крепят на раме из стального прутка или уголка. При значительных размерах изделия для усиления жесткости конструкции стальную арматуру располагают внутри чеканки.

В небольших и несложных витражных вставках свинцовую жилку можно заменить уголком, согнутым из белой жести или тонкой меди (рис. 148). Уголок шириной



**Рис. 148. Светильник с ширмой:**

*а — общий вид; б — соединение уголков; а — крепление стекла; 1 — места пайки; 2 — уголок; 3 — надрез; 4 — стекло*

приблизительно 6×6 мм изготавливают протяжкой через фильеру из стальной пластины толщиной 2—3 мм. В ней делают лаз в форме уголка, который выливают лобзиком с пилками по металлу, применяемыми ювелирами. Отверстие можно выполнить также методом электрохимического или химического фрезерования. Уголки изготавливают из полос металла шириной около 12 мм. С помощью плоскогубцев концу заготовки придают форму уголка, который заводят в отверстие фильеры, зажатой в тисках. Полоса должна пройти сквозь отверстие с некоторым запасом на выходе. Захватив эту часть полосы плоскогубцами, ее протягивают через отверстие фильеры, при этом она примет форму отверстия, т. е. превратит-

ся в уголок. Чтобы металл протягивался легче, края фильеры необходимо скруглить при помощи наждачной бумаги, а заготовку перед протяжкой натереть мылом. Заготовки из меди и латуни необходимо предварительно отжечь.

Полученные заготовки выгибают по линиям шаблона, выполненного в натуральную величину, подгоняют и спаи-

и между собой оловянным припоем с оборотной и лицевой стороны. При разработке эскизов под витражные рамки следует избегать малых радиусов скругления. Для жесткости набор по периметру обвязывают прутком. На сторонах уголков, расположенных вертикально, ножницами по металлу делают по два вертикальных параллельных надреза на расстоянии один от другого 5 мм. Прорезанные части затем отгибают и таким образом фиксируют стекла. Количество надрезов зависит от размера прижимаемого стекла.

Широко применяется также домашними мастерами сочетание таких материалов, как металл и дерево. Так, при выпиливании по дереву и элементы из ковкого металла, можно выполнить композицию (рис. 149). Она может служить ограждением балкона или быть использована в качестве декоративной разделительной стенки в интерьере помещения. В некоторых случаях при изготовлении деревянных изделий применение кованых элементов крепления значительно улучшает их внешний вид. Таким образом элементами могут служить гвозди с декоративными головками, уголки на оконных рамах, декоративные скобы на потолочных балках и т. п.

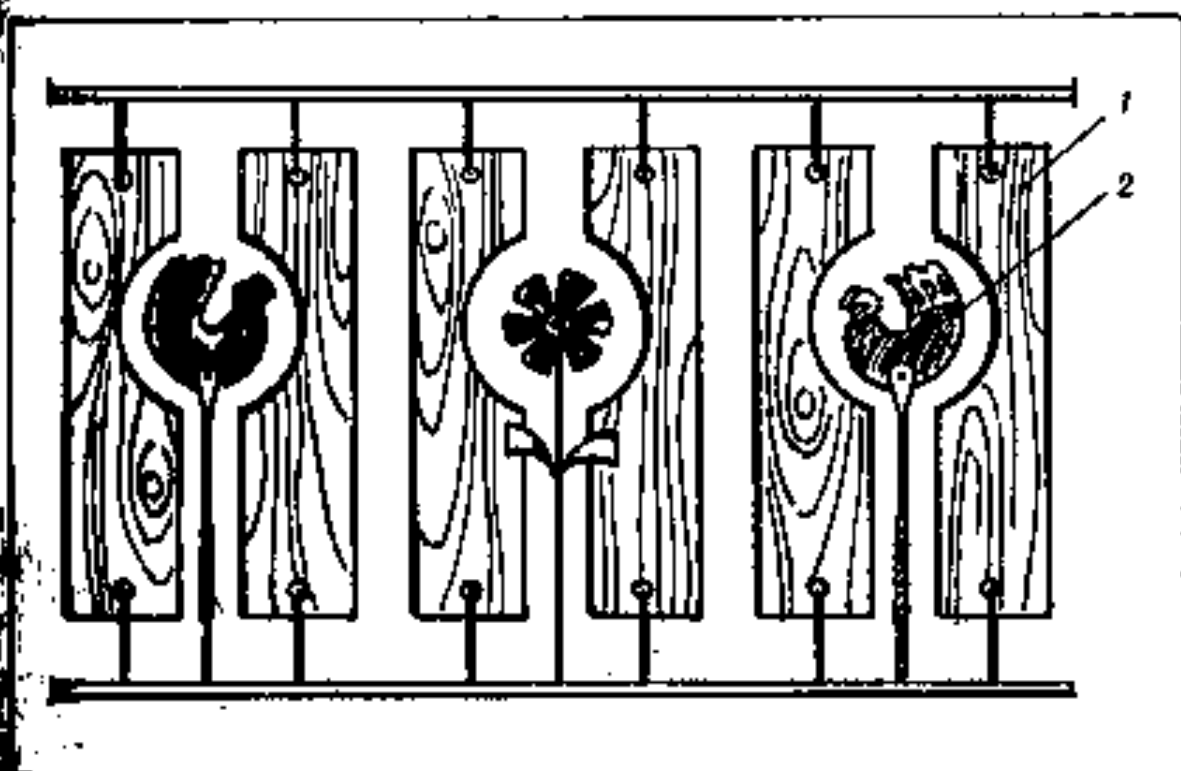
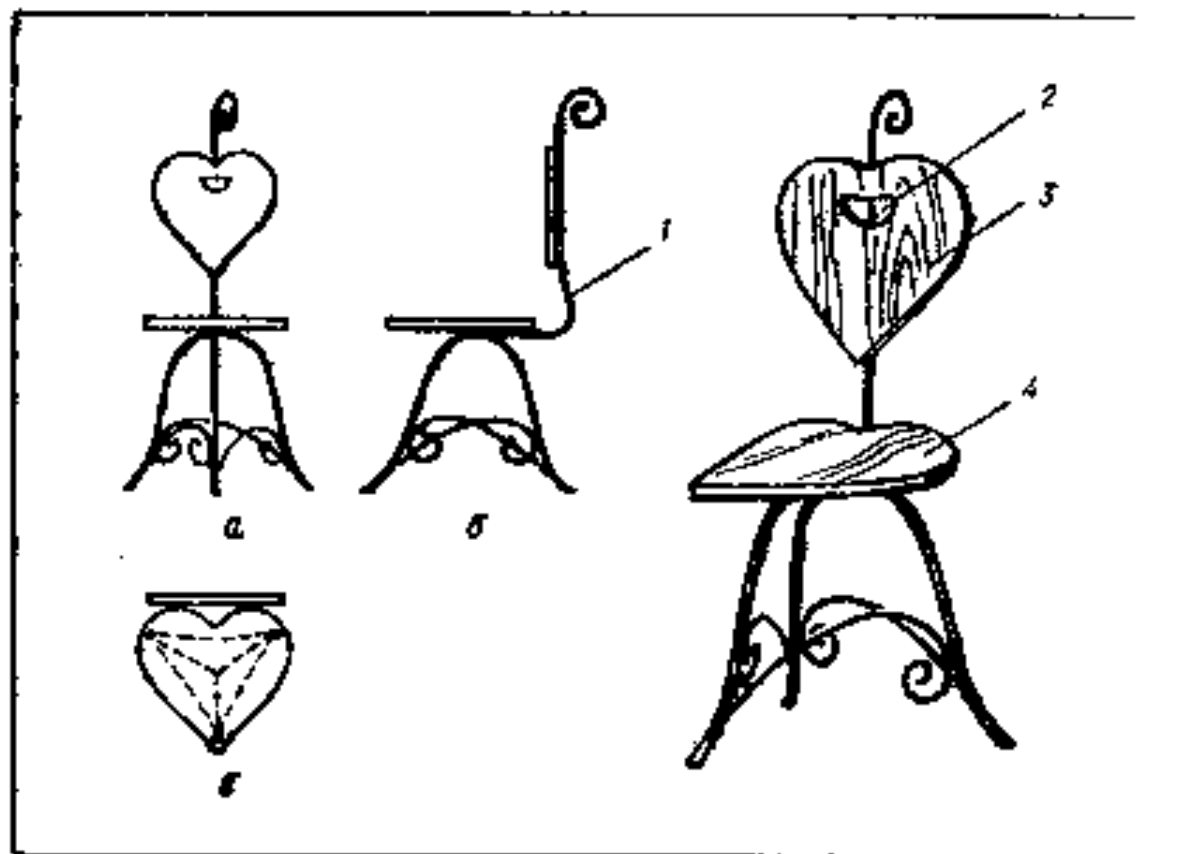


Рис. 149. Ограждение, выполненное в техникековки с сочетанием выпиливания по дереву:  
1 — дерево; 2 — металл





**Рис. 150. Изготовление стула:**  
 а — вид спереди; б — вид сбоку; в — вид сверху; 1 — металл; 2 — отверстие; 3, 4 — деревянные элементы

Сочетание металла с деревом хорошо выглядит при изготовлении мебели для загородного дома. Например, конструкцию стульев выполняют из кованого металла, а фигурные сиденья и спинку — из дерева (рис. 150).

Одним из вариантов изготовления столешницы стола является применение глазурованной плитки. Основой служит лист асбоцементной плиты, на которую клеят плитки. Их можно декорировать рисунком или придать необходимый цвет с помощью вышеописанного легкоплавкого стекла.

Приведенные примеры использования в композиции сочетания различных материалов и техник помогут начинающему мастеру освоить некоторые приемы художественной обработки металла. Дальнейшее зависит от вашего мастерства и художественного вкуса.





**Рифление** -- наиболее простой способ декоративной отделки ковального металла, напоминающий при тщательном выполнении гравировку и травление.

Применяют рифление в основном для отделки небольших кованых изделий, элементов мебели, декоративных накладок, изделий малых форм. При рифлении используют чеканы в основном в виде зубил с разным углом заточки и различной кривизны. От зубил они отличаются более затупленной рабочей кромкой, которая не рассекает металл, а вдавлиывает его. Чеканом с полукруглой рабочей частью прежде всего выдавливается средняя часть линии, а ее края плавно сходят на нет. При стыковке со следующей линией насечки образуется плавный переход.

Контур рисунка переносят на изделие с помощью шаблона, процарапывая линии чертилкой, в свободной композиции его рисуют карандашом от руки и линии насекают зубчатцем. Рисунок получается за счет разницы гладкой и рифленой поверхности.

**Зернение** выполняют так же, как и рифление, с той лишь разницей, что для него применяют чеканы с иной рабочей частью. Простейший способ изготовления чеканки для зернения следующий: конец разогретой заготовки устанавливают на напильник с односторонней насечкой и по ней наносят удары молотком. При этом на заготовке образуются равномерные параллельные углубления в виде конусов. Операцию повторяют, повернув заготовку на 90°. Затем производят термообработку.

Рекомендуется изготавливать несколько чеканов разных размеров и с различной частотой расположения зубчиков. При работе таким чеканом с одного удара сразу фактурируется определенная площадь изделия. Более трудоемким является зернение чеканом, имеющим форму рабочей части в виде обратной полусферы, так как с одного удара получают только одну фактурную точку. Однако после обработки и легкой полировки поверхности, обработанной таким чеканом, она получается как бы покрытой мелкими шариками.

Декоративная отделка зернением широко применялась для отделки старинного оружия и ювелирных украшений.

Для лучшего скольжения чекана по металлу его рабочую часть необходимо протирать тряпкой, смоченной маслом.

**Травление** — способ отделки, при котором часть металла с поверхности удаляется не механическим, а химическим способом. Оно может быть позитивным или негативным. При позитивном травлении металл удаляется по линии рисунка, при негативном — линия остается нетронутой, а удаляется фон.

При позитивном травлении обезжиренное изделие покрывают защитным составом, а затем с помощью иглы и резцов по линии рисунка его удаляют, тщательно процарапывая до металлической поверхности. Подготовленное изделие погружают в раствор и травят на необходимую глубину.

В качестве защитного состава используют клей 88Н, разбавленный растворителем, или восковые мастики следующего состава, %:

### Рецепт 1

Натуральный воск 40—65  
Парафин 15—25  
Канифоль 10—40

### Рецепт 2

Натуральный воск 50—70  
Канифоль 50—30

Приведенные мастики пригодны для травления не только кислотами, но и щелочами. Удаляют их с изделия погружением в горячую воду. Если на изделии, имеющей большую площадь, необходимо вытравить небольшой участок, его ограждают обечайкой из плотного картона и закрепляют пластилином. Полученную ванночку изнутри несколько слоев покрывают защитным составом.

Травление можно проводить и в растворах для химического фрезерования. Сталь травят в следующих растворах (температура 20—40 °С), г/л:

### Рецепт 1

Соляная кислота (плотность 1,19) 45  
Серная кислота (плотность 1,84) 550

### Рецепт 2

Хлорное железо 70  
Азотная кислота (плотность 1,4) 650  
Соляная кислота (плотность 1,19) 300

После травления деталь необходимо промыть щелочным (содовым) раствором для нейтрализации остатков кислоты.

Медь травят раствором (температура 20—30 °С) следующего состава, г/л: хлорное железо — 75, соляная кислота (плотность 1,19) — 3.

В простейшем случае медь и латунь можно травить разбавленной азотной кислотой. Воду в раствор добавляю до тех пор, пока в нем не прекратится образование бурьков. Интенсивное образование их свидетельствует о том, что раствор еще крепкий.

Алюминий травят в растворе едкого натра — 100—200 г на 1 л воды при температуре 70—80 °С. Так как восковая защитная мастика расплавится при такой температуре, то в этом случае используют следующий состав, г/л: сернокислая медь (медный купорос) 500, хлористый калий (поваренная соль) 200, соляная кислота 125.

Для приготовления состава сернокислую медь заливают горячей водой, в перенасыщенный раствор добавляют хлористый натрий и соляную кислоту, после чего его перемешивают и охлаждают до комнатной температуры.

Деталь опускают в раствор на 20—25 с, затем вынимают и удаляют образовавшийся шлам. Повторяют так несколько раз, пока не достигнут необходимой глубины травления.

При негативном травлении поступают наоборот — защитным составом покрывают линию рисунка, а фон оставляют открытым. Восковую мастику наносят с помощью кисточки или стеклянной трубочки с оттянутым носиком, набирают ее небольшими порциями, чтобы она не застывала. Далее рисунок ретушируют с помощью стальных игл и скальпеля, удаляя лишнее покрытие.

Защитный состав для алюминия состоит из 100 г клея 88Н, 90 г каолина и растворителя, в качестве которого используют этилацетат и бензин в соотношении 2 : 1 или один бензин. Растворитель добавляют до получения удобной для работы пасты.

Травлением можно получать не только графические, но и рельефные изображения и фактуру. Для этого травление проводят в несколько этапов. Сначала на эскизе отмечают детали, которые должны иметь наибольшую высоту, затем — детали рисунка второго плана, третьего и т. д. На металле разервным составом покрывают детали первого плана. Сняв металл на некоторую глубину, этим же составом изолируют детали второго плана и продолжают травление незащищенных участков. Так поступают несколько раз. В разрезе такой рельеф имеет форму ступеней с отдельными элементами рисунка, разными по высоте. Варьируя глубину травления различных участков, можно создать пластичный рельеф. Обработав его с помощью чеканов (сбив острые грани), рельефу придают мягкие плавные линии.

**Инкрустация** — способ декоративной отделки, при котором углубления, образованные травлением или гравировкой, заполняются другим металлом или инкрустационной массой. В качестве массы используют сургучи различного цвета. Для приготовления сургуча на водяной бане растапливают 25 г натурального воска и добавляют 100 г мелко растолченной канифоли. В расплавленную смесь небольшими порциями добавляют 20 г просеянного мела (зубного порошка или каолина) и 40 г пигмента. Мел

служит наполнителем, а пигмент придает цвет сургучу. В качестве пигмента используют оксиды металлов: оксид железа дает коричневый цвет, кобальта — синий, окись цинка — зеленый и т. д. Пигментами могут служить сухие красители, применяемые в строительстве.

Расплавленную инкрустационную массу хорошо переминают и выливают в формочки, желательнее в виде желобков, чтобы застывший сургуч имел форму палочек. Оплавляя конец такой палочки, удобно заполнять сургучом углубления.

При другом способе приготовления сургуча его крошат и растворяют спиртом до получения кашицы. Этой пастой с помощью шпателя заполняют углубления. После застывания сургуча его излишки с поверхности удаляют пемзой или наждачной бумагой. При этом поверхность будет матовой. Чтобы инкрустация заблестела, изделие слегка нагревают до оплавления сургуча или гляncуют тканевым тампоном, смоченным в спирте.

На черном металле углубления заполняют также расплавленной латувью или медью. Можно произвести прямое оплавление газовой горелкой, а затем шабером удалить лишний металл. На плоском изделии углубления заполняют смесью латунных опилок с бурой и нагревают его обязательно с обратной стороны, потому что струя газов из горелки может выдуть металл из углублений. При значительной массе детали ее нагревают на кузнечном горне.

Углубления в металле, образованные травлением, можно заполнить сплавом, имитирующим золото. Для этих целей иногда используют сплав называемый «американское золото», состав которого может быть следующий, частей по массе:

Медь 100  
Олово 17  
Магnezия 6  
Винный камень 9  
Нашатырь 3,6  
Негашеная известь 1,6

Вытравленные орнаменты на черном металле можно покрыть золотом. Самый простой способ золочения — «золотым эфиром». Для приготовления его золотую стружку заливают царской водкой — смесью концентрированной азотной (1 часть) и соляной (3 части по массе) кислот —

и добавляют такое же количество эфира. Смесь помещают в бутылку с притертой стеклянной пробкой. Бутылку встряхивают до тех пор, пока растворенные соли золота не выйдут в эфир. Затем смеси дают отстояться до полного разделения кислоты и эфира, более легкий эфир будет располагаться над кислотой. Его осторожно сливают в другую емкость с притертой пробкой. Полученный «золотой» эфир наносят кисточкой на тщательно обезжиренное изделие, эфир улетучивается, а оставшаяся соль восстанавливается до металлического золота и при нагревании изделия прилипает к основному металлу. Полученное покрытие гляncуют стальным полировальником.

**Серебрение** выполняется втиранием волосяной щетки увлажненной смеси серебряного порошка, полученного химическим восстановлением азотнокислого серебра, с измельченной поваренной солью. Частицы серебра имеют форму правильных шестигульников толщиной менее 0,1 мк и легко прилипают к очищенному металлу. Оксидную пленку на металле удаляют поваренной солью. При соотношении серебряного порошка и поваренной соли 1 : 3 покрытие получается крупнозернистое, при соотношении 1 : 50 образуется мелкозернистая пленка.

**Чернение** — способ декоративной отделки металла, заключающийся в наложении на поверхность изделия легкоплавкого сплава черного цвета (черни). Обычно чернью декорируют изделия из золота и серебра после гравировки. Она также хорошо кладется на медь и может применяться для заполнения травленого рисунка. Основными компонентами сплава для чернения являются серебро, медь, свинец и сера. Существует множество рецептов его состава, отличающихся по цвету и блеску в зависимости от компонентов. Приведем несколько рецептов сплавов для чернения, частей по массе:

1. Серебро 4, медь 9, свинец 9, сера 48, бура 2
2. Серебро 2, медь 6, свинец 3, сера 24, бура 1
3. Серебро 2, медь 9, свинец 15, сера 75, хлористый алюминий 2,5
4. Серебро 9, медь 1, свинец 1, сера 30, висмут 1
5. Серебро 1, медь 2, олово 3, бура 6

Чернь можно приготовить несколькими способами.

**Первый способ.** В тигле или куске древесного угля с выемкой расплавляют серебро и медь. Затем добавляют свинец и небольшое количество буры в качестве флюса. С расплавленной шихты удаляют шлаки и добавляют серу.

Сплав постоянно перемешивают деревянной или глиняной мешалкой. Далее вновь добавляют буру, удаляют шлак и расплав выливают на чугунную сковороду. Остывшую и затвердевшую чернь дробят на куски и вновь переплавляют с добавлением буры и серы. Операцию повторяют не менее трех раз.

**Второй способ.** В тигле расплавляют серебро, медь и свинец, полученный сплав выливают в другой тигель с предварительно расплавленной серой, которой должно быть в полтора раза больше (по объему). Иногда ее предварительно не расплавляют, а в порошковидную серу вливают металлический сплав. После перемешивания содержимое выливают на чугунную сковороду и дают остыть. Затем сплав дробят и переплавляют, но уже без дробления серы. Операцию также повторяют несколько раз.

**Третий способ.** Готовят отдельно сернистое серебро, медь и свинец, а затем сплавляют их вместе в необходимом соотношении. Для приготовления 1 кг черни по этому способу берут 97,8 г чистого серебра в виде стружки и 20 г серы в порошке. Полученную смесь засыпают в тигель и нагревают в муфельной печи до температуры 300—400 °С. Сера под воздействием тепла диффундирует в металл и образует сернистое серебро. Таким же способом получают сернистую медь и сернистый свинец (на 800 г меди 250 г серы и на 400 г свинца 75 г серы).

Полученные соединения измельчают в порошок и смешивают в следующих пропорциях, г:

Сернистое серебро 111,2  
Сернистая медь 466,6  
Сернистый свинец 422,2

Смесь высыпают в холодный тигель и сверху присыпают древесным углем, чтобы не допустить выгорания компонентов. Тигель помещают в муфельную печь, нагретую до 800 °С. Через 30—40 мин добавляют хлористый аммоний из расчета 284 г аммония на 1 кг черни. После полного расплавления смеси ее выливают на подогретую чугунную сковороду, в которой сплав постепенно остывает. В качестве флюса применяют хлористый аммоний, поташ с поваренной солью и буру.

На изделие чернь накладывают сухим или мокрым способом. Перед наложением ее поверхность изделия шлифуют, потому что в оставшиеся риски и раковины может



попасть чернь и исказить рисунок. Края изделия, места пайки и части, которые не будут чернить, замазывают огнеупорной глиной, замешанной на воде.

При сухом способе чернения поверхность изделия смачивают раствором флюса, через сито на нее наносят порошок черни, удаляя его с мест, не подлежащих чернению. Затем изделие переносят в муфель, нагретый до 400 °С, где происходит оплавление черни, при этом внимательно следят за процессом, не допуская перегрева. Как только чернь оплавится, нагревание прекращают.

При мокром способе порошок черни смешивают с водным раствором флюса и в сметанообразном виде с помощью деревянного шпателя наносят на изделие. После просушки его обжигают. Излишки черни удаляют шабером и опилкой напильником с последующей полировкой. Глубина линий рисунка, который будут чернить, не менее 0,2 мм.

Используя вышеописанные рецепты для химического фрезерования, в изделиях, имеющих значительную толщину металла или повышенную твердость его, можно выполнить сквозные фигурные отверстия, не применяя вырубку и выпилку. Этим же способом изготавливают и обрабатывают фасонные чеканы и другой инструмент с фасонной рабочей поверхностью, в том числе и из закаленного металла.

Нанесение декоративно-защитных покрытий на металлы. Нанесение декоративно-защитных покрытий является завершающим этапом отделки изделия художественнойковки, от качества которого во многом зависит внешний вид его и сохранность. При обработке стали кузнечным способом на ее поверхности образуется слой окислы красивого серо-голубого цвета. Однако этот слой не защищает изделие от коррозии, а является продуктом окисления и состоит в основном из окиси и закиси железа. Имея разную толщину и плотность, он подвержен постепенному отслаиванию от основного металла, поэтому при окончательной отделке кованого изделия окислу следует удалять. Для удаления ее изделия малых форм можно обработать растворами следующего состава, г/л:

1. Соляная кислота	150—200
Уротропин	40—50
2. Соляная кислота	150—200
Йодистый калий	0,5—1,0
Уротропин	9—10

С больших изделий окалину удаляют механическим способом — наждачной бумагой, металлическими щетками, а затем молотой пемзой с водой. После этого изделие промывают и высушивают. Дальнейшая обработка изделий, которые будут использоваться в сухом помещении, состоит в оксидировании путем нагревания их поверхности горелкой или паяльной лампой. При этом на металле образуются цвета побежалости — от соломенно-желтого до сине-черного. В момент достижения нужного цвета резко прекращают нагревание. Единственной сложностью данного приема является то, что деталь в месте нагрева может иметь различную толщину, что приведет к неравномерному ее нагреванию и соответственно образованию разных цветов побежалости. Избежать этого можно, начиная нагревание с массивной части детали, тепло от которой будет передаваться более тонкой. В некоторых случаях оксидирование используют как декоративный прием для получения разных цветов на отдельных частях изделия.

Оксидированное изделие покрывают слоем воска, растворенного в бензине. Когда восковое покрытие высохнет, его полируют волосистой щеткой. После такой обработки полнее выявляются цвет и фактура кованого металла. Черный цвет на изделиях из стали получают натиранием очищенного от окалины металла льняным или иным растительным маслом и последующим нагреванием до получения пленки нужного цвета.

Масло не должно воспламеняться. При повышенной температуре оно размагастся и, проникая в поры окислов, надежно соединяется с металлом, образуя пленку черного или серо-коричневого цвета в зависимости от подготовки поверхности. После охлаждения слой высыхает и не липнет. Полученное покрытие смазывают техническим вазелином или воском, растворенными в скипидаре или бензине.

На изделия, испытывающие значительные атмосферные воздействия, целесообразно наносить лакокрасочные покрытия. Хорошие результаты дает применение для этих целей герметиков для покрытия днища автомобилей, которые после высыхания приобретают черный матовый цвет. Предварительно поверхность изделия грунтуют соответствующим для данного покрытия грунтом. Затем, приготовив герметик согласно инструкции, его наносят на изделие кистью или пульверизатором.

Кованое изделие можно воронить химическим способом в густой черно-коричневый цвет. Размер изделия, которое необходимо воронить, будет ограничен имеющейся в наличии емкостью. В качестве ванны можно использовать пластиковую бочку со срезанным верхом.

Обезжиренное изделие погружают в раствор для воронения (в 1 л воды последовательно растворяют 15 г хлористого железа, 30 г железного купороса и 10 г азотной кислоты) и выдерживают до появления ржавого налета, который удаляют щеткой. Затем изделие снова погружается в раствор, через некоторое время опять появится ржавый налет, который также удаляют. Процесс повторяют до получения густого черно-коричневого цвета. Воронение протекает при комнатной температуре.

Для получения черно-синего цвета на стали в 1 л воды растворяют 100 г двухромовокислого калия (хромпик). Изделие погружают в раствор и выдерживают в течение 20 мин. После этого его высушивают при высокой температуре над электроплитой или пламенем горна. На металле появляется серо-бурый цвет. Операцию повторяют до получения черно-синего цвета.

Черную матовую пленку на стали можно получить химическим оксидированием в растворе следующего состава, г/л: вода 1000, гипосульфит натрия (поташ) 80, хлористый аммоний 60, ортофосфорная кислота 7, азотная кислота 3.

При комнатной температуре процесс оксидирования длится около часа, а при повышении ее до 70 °С время его сокращается до 20 мин.

Для придания стали синего цвета используют раствор, состоящий из 120 г воды, по 30 г соответственно хлорного железа, азотнокислой ртути и соляной кислоты с добавлением 120 г спирта. Рабочая температура раствора 20 °С, время покрытия 20 мин.

Перед всеми видами покрытий изделия необходимо обезжирить и декапировать, т. е. химическим способом удалить пленку окиси с поверхности металла.

Обезжиривают поверхность изделия бензином, ацетоном и другими растворителями. После этого желательно меньше касаться ее руками, так как малейшее прикосновение оставит незаметные жировые пятна, на которых в процессе покрытия образуются дефекты.

Декапирование проводят в слабых растворах серной или соляной кислоты в воде (3—5 г/л). Изделие переме-

щают в растворе с помощью проволочных подвесок, после декапирования его промывают проточной водой для удаления остатков кислоты.

При работе с черными металлами часто возникает необходимость в удалении ржавчины. В зависимости от интенсивности поражения ржавчиной выбирают более или менее сильные растворы для ее удаления.

Место, частично пораженное ржавчиной, зачищают наждачной бумагой, предварительно смочив его керосином. При значительной площади ржавчину удаляют химическим способом, используя для этого препарат под названием «Преобразователь ржавчины» или приготовив раствор на основе фосфорной кислоты. Действие раствора прямо пропорционально содержанию в нем кислоты. Слабый раствор содержит 1000 мл воды, 15 г концентрированной фосфорной кислоты и 4 г бутилового спирта (его можно заменить этиловым). Спирт добавляют для лучшей смачивающей способности раствора.

Раствор наносят на изделие тампоном, закрепленным на деревянной ручке, и после высыхания обрабатывают металлической щеткой.

Более сильное воздействие на ржавчину оказывает раствор следующего состава, г:

Алюминокислый калий 6  
Хромовый ангидрид 3  
Фосфорная кислота 275  
Винная кислота 12  
Фосфат цинка 8  
Тиокарбамид 3  
Вода 100 мл

После полного удаления ржавчины в раствор можно добавить 6 г изопропилового спирта. При этом одновременно произойдут обезжиривание и пассирование изделия.

Менее сильным, но более доступным является следующий раствор, г:

Вода 680  
Этиловый спирт 160  
Эмульгатор (стиральный порошок) 60  
Фосфорная кислота 200

Этот раствор также наносят тампоном, до полного удаления ржавчины.

При проведении реставрационных работ или удалении ржавчины с изделий, имеющих художественную ценность, необходимо применять щадящие растворы, которые хорошо удаляют ржавчину и минимально поражают основной металл. Такой раствор можно приготовить в домашних условиях. Для этого понадобятся сухие стебли и листья некоторых растений — чистотела, алтея лекарственного, тысячелистника, а также картофеля и помидоров. Листья и стебли измельчают и заливают пятипроцентным раствором соляной кислоты, чтобы он полностью покрыл травяную массу. Емкость закрывают крышкой и выдерживают не менее восьми дней, затем готовят травильный раствор. Если ржавчины много, то раствор готовят следующий, частей по объему:

Экстракт 5  
Концентрированная соляная кислота 40  
Вода 75

Более слабый раствор состоит из 10 частей экстракта и 20 частей кислоты, количество воды немного увеличивают. В таком растворе изделие выдерживают до полного удаления ржавчины.

Цинк и оцинкованное железо можно окрашивать в разные цвета в результате реакции цинка с различными веществами, дающими окрашенные соединения.

Для получения черного цвета на изделиях из цинка требуется раствор, частей по объему:

Нитрат меди 2  
Оксид меди 3  
Соляная кислота 8  
Вода 64

После появления окраски поверхность промывают водой и высушивают.

Зеленую окраску цинка получают в растворе, частей по массе:

Сульфат меди 10  
Винная кислота 10  
Вода 12  
Раствор селенового натрия в воде (1:15) 21

При появлении окраски изделие следует ополоснуть водой во избежание появления бурого оттенка.

В синий цвет изделия из цинка окрашивают в растворе 6 г сернокислого никеля и 6 г хлорида аммония на 100 г воды.

Окрашивание в золотистый цвет производят в растворе, частей по объему:

Винная кислота 1

Сода 2

Вода 1

Компоненты смешивают с чистой глиной или каолином. Затем поверхность изделия натирают смесью и после ее высыхания споласкивают водой.

Коричнево-бронзовый цвет получают в растворе из 1 части яри-медянки и 5 частей по массе кислоты. Поверхность натирают смесью, промывают водой и просушивают.

Для получения медного цвета на изделия из цинка достаточно смочить его раствором медного купороса, поскольку цинк активнее меди.

Медь и ее сплавы наиболее восприимчивы к нанесению декоративных покрытий. В черный цвет медь тонируют в растворе, в котором на 100 мл воды берут 0,9 г едкого натра и 0,3 г пересульфата аммония (применяется в фотографии). Обезжиренную и декапированную деталь, подвешенную на проволоке, опускают в раствор температурой 90–100 °С.

В растворе хлорида калия, сульфата никеля и сульфата меди (соответственно 4,5, 2 и 10,5 г на 100 мл воды) при той же температуре медь и латунь приобретают шоколадный цвет.

Черный и серый цвет на меди и латуни можно получить в растворе серной печени комнатной температуры. Чтобы приготовить серную печень, берут одну часть порошковой серы и одну часть поташа. Полученную смесь расплавляют в металлической емкости до получения массы темно-бурого цвета. Затем еще выдерживают 15 мин. Появление синеватого пламени не ухудшит качества массы. Нагрев прекращают и дают спекшейся массе остыть. После остывания ее размалывают в порошок и хранят в плотно закрытом сосуде. Серную печень растворяют в воде (10–15 г/л), раствор хранят не более суток. Голливание

выполняют погружением изделия в раствор или протиранием его смоченным тампоном.

Не следует стремиться сразу получить насыщенный цвет. Тонирование лучше производить постепенно, в несколько этапов, погружая изделия в раствор на 1—2 мин. Процесс легче контролировать, нанося раствор на изделие тампоном. При этом можно регулировать глубину окрашивания в разных местах изделия, нанося дополнительное количество раствора. Для нанесения легкой серой патины растворяют 2—3 г поваренной соли и такое же количество серной печени в 1 л воды.

Наиболее качественным является раствор, состоящий из серной печени и сернистого аммония. В зависимости от количества введенного в сернистый аммоний раствора серной печени (от 5 до 15 г) получают оттенки оксидных пленок от светло-коричневого до темно-коричневого, включая черный цвет, который более насыщенный на меди.

Коричневый цвет с красноватым оттенком получают в растворе 2,5 г пентасернистой сурьмы в 1 л четырехпроцентного едкого натрия.

При необходимости высветлить отдельные участки рельефа их протирают тряпкой с увлажненным песком. Песком протирают все изделия, если их перед тонировкой не обезжирили и не декапировали. Тряпичный тампон смачивают тонирующим раствором, обваливают в песке и тщательно протирают изделие. Песок выполняет роль абразива, удаляя жировые пятна и окисные пленки, а красящий раствор, которым смочен тампон, соединяясь с очищенным металлом, создает первый, грунтовочный слой для последующей тонировки.

Этот способ удобен при обработке больших чеканок и скульптур.

Протирание песком повторяют до тех пор, пока изделие не покроется первым равномерным слоем тонировки, не имеющим пятен.

Цвет античной патины на изделиях из меди, латуни и бронзы получают в растворе 50—250 г хлористого аммония и 100—250 г углекислого аммония в 1 л воды.

Раствор с ускоренным образованием патины имеет следующий состав, г/л:

Хлористый аммоний 64  
Среднеуксуснокислая соль меди 132  
Уксусная кислота (5%-ная) 1 л

Серо-зеленую патину получают в растворе, г/л:

Серная печень 50  
Хлористый аммоний 74  
Уксусная соль железа 50  
Углекислый аммоний 60  
Уксусная кислота (5%-ная) 35

При замене в этом рецепте уксусной соли железа уксусной солью меди получают черно-зеленую патину.

Сине-зеленый цвет подобный малахиту можно получить в следующем растворе, г/л:

Хлористый аммоний 40  
Виннокислый калий 120  
Хлористый натрий 160  
Азотнокислая медь 200

Лазурный цвет латуни приобретет при кратковременной выдержке в растворе 3 г ацетата свинца, 6 г тиосульфата натрия (гипосульфита) и 5 г уксусной кислоты в 100 мл воды. Температура раствора около 80 °С.

Медь можно позеленить. Для этого ее обрабатывают в растворе 20 г нитрата меди, 30 г нашатырного спирта и по 40 г углекислого аммония (нашатыря) и ацетата натрия в 100 мл воды. Ацетат натрия получают, смешивая соду с уксусом.

Приведем некоторые старинные рецепты для химического окрашивания металлов\*.

Придание железу каштаново-бурого цвета. Наливают 16 капель азотной кислоты в фарфоровый сосуд, нагревают, прибавляя 32 капли сурьмяного, затем 16 капель рафинированного оливкового масла и кипятят до полного соединения масла с остальными веществами. Подогретые предметы покрывают этой про травой, оставляют на 12 часов, обтирают щеткой, снова по-

---

\* Здесь и далее в старинных рецептах современное название веществ следующее: сурьмяное масло — треххлористая сурьма, серповатисто-натровая соль — серповатистокислый натрий; свинцовый сахар — уксуснокислый свинец, углекислая окись меди (или углемедная соль) — основной карбонат меди; молочный сахар — лактоза, уксусномедная соль (яр-медянка) — основная уксуснокислая медь, виннокамменно-медная соль — медное производное виннокаменной кислоты



догревают, покрывают протравой и еще раз протравливают через 12 часов. Такую операцию повторяют в третий раз, после чего обмакивают шерстяную тряпку в костяное масло и натирают предметы до блеска.

Блестящую чернь на железе получают нанесением при помощи волосяной кисточки кипяченого раствора серы в скипидаре. После испарения последнего остается тонкий слой серы, который соединяется с металлом при нагревании на газовой горелке.

**Чернение меди.** Приготавливают раствор сернокислой меди и прибавляют к нему столько нашатырного спирта, чтобы смесь приобрела яркий прозрачный синий цвет. Обрабатываемое изделие опускают в этот раствор на несколько минут, затем вынимают и слегка нагревают, пока оно не почернеет. Более прочное чернение получается, если медное изделие погрузить в насыщенный раствор металлической меди в азотной кислоте и затем слегка нагреть.

Второй рецепт чернения меди: готовят насыщенный раствор сернокислой меди и прибавляют столько углекислой соды, чтобы образовался осадок углекислой меди. Жидкость из этого осадка сливают, а его промывают и растворяют в нашатырном спирте. В остальном поступают, как в первом рецепте.

Для чернения медное изделие можно также опустить в раствор хлорного железа (1 часть по массе на 1 часть воды).

**Окрашивание латуни в разные цвета.** Бурый цвет получают погружением очищенных песком с водой и высушенных латунных предметов в раствор хлорного железа после предварительного протравливания их в разведенной серной кислоте.

Фиолетовый цвет получают погружением в раствор хлорной сурьмы, шоколадно-бурый — обжиганием металла с влажной красной окисью железа и последующей полировкой небольшим количеством свинцового блеска.

**Окрашивание латуни в синий цвет.** В емкость вливают полведра дистиллированной воды, где растворяют 600 г серноватисто-натровой соли, а в другой немного большей емкости растворяют 200 г свинцового сахара в таком же количестве воды. Емкость следует использовать фарфоровую, стеклянную или эмалированную, не имеющую сколов и трещин, во избежание контакта раствора с металлической поверхностью. Первый раствор

смешивают со вторым и нагревают смесь до 94—95 °С. После этого кладут в нее чисто отполированные предметы и равномерно нагревают в песчаной бане в течение 4 мин. При достижении желаемого оттенка вынимают предметы и тщательно ополаскивают их водой. Другой способ, особенно пригодный для тонких предметов, состоит в погружении в раствор из 50 частей хлорного железа и 50 частей желтой кровяной соли, после чего изделия покрывают бесцветным лаком.

**Окрашивание латуни в черный цвет.** Смешивают 180 г углекислой окиси меди, 400 г нашатырного спирта и 400 г воды. В эту смесь погружают предварительно очищенные латунные предметы, почаще и быстро вынимают их для наблюдения, затем ополаскивают водой и высушивают в опилках. Процесс повторяют еще два раза. В заключение изделия из латуни слабо натирают небольшим количеством льняного масла.

Гладко выточенные детали или отполированные латунные предметы можно покрывать золотисто-желтым, оранжевым или коричнево-красным слоем окиси, опуская их в смесь из 5 частей едкого натра, 50— воды и 10 частей влажной углемедной соли (углекислой окиси меди). Оттенки появляются через несколько минут. При получении желаемого тона вынимают латунный предмет, промывают хорошенько водой и высушивают в мелких опилках.

Латунным изделиям можно придать золотисто-желтый цвет с помощью жидкости, приготовляемой кипячением в течение 15 мин 4 частей едкого натра и 4— молочного сахара со 100 частями воды и прибавлением 4 частей концентрированного раствора медного купороса при непрерывном помешивании. Полученную жидкость охлаждают и кладут в нее предварительно очищенные предметы. При длительном нахождении в таком растворе они приобретают сначала голубоватый, а потом радужный цвет.

**Окрашивание цинковых поверхностей.** Совершенно чистый и не содержащий свинца металл натирают песком и соляной кислотой, промывают, высушивают пропускной (промокательной) бумагой и затем погружают в раствор температурой около 10 °С, состоящий из 3 частей виннокаменно-медной соли, 4 — едкого натра и 48 частей дистиллированной воды. В зависимости от продолжительности погружения получают различное окрашивание: 2 мин — фиолетовое, 3 — темно-синее, 4,5 — золотисто-желтое и 8,5 мин — пурпурно-красное.

По достижении желаемого оттенка цинк промывают водой и для лучшего сохранения цвета покрывают лаком.

В XIX в. медали из медных сплавов оксидировали, т. е. бронзировали. Бронзирование производилось составом из одинакового количества киновари и чернязи (темной охры) с добавкой около  $\frac{1}{16}$  части нашатыря. В полученную смесь заливали ледяную уксусную кислоту (разбавленную наполовину водой) до сметанообразного состояния. Кистью состав наносили на медаль, укрепленную на проволоочной подвеске, затем сушили над жаром, а после полного высыхания опускали в холодную воду и обтирали тряпкой.

По другому способу медаль натирали смесью, состоящей из  $\frac{1}{3}$  графита и  $\frac{2}{3}$  железного купороса, погружали в раствор сернистого аммония, протирали и сушили.

**Тонирование алюминия.** Алюминий тонируют нанесением на его поверхность слоя расплавленного парафина с последующим обжигом паяльной лампой. В результате на поверхности образуется золотистая пленка. Для получения гаммы тонов от золотистого до черного металл натирают деревянным маслом и обжигают. Глубина цвета зависит от количества нанесенных слоев. Вместо деревянного масла можно использовать скипидар, олифу и растительное масло. При обжиге пламя не должно касаться поверхности изделия. Алюминий, покрытый скипидаром, после обжига приобретает золотисто-коричневый цвет, а олифой — красно-коричневый и черный.

Серый цвет получают натиранием изделия тонким слоем олифы с последующей выдержкой над коптящим пламенем. Хорошее коптящее пламя создает факел из толя, рубероида или других материалов, содержащих смолистые вещества и выделяющих при горении большое количество сажи, частички которой прочно сцепляются с олифовым покрытием.

Поскольку для электрохимического тонирования алюминия требуется надлежащее оборудование, приведем более простую технологию химического оксидирования.

Изделие предварительно обрабатывают щелочью — в едком калии или натрии, затем промывают и повторно обрабатывают в виннокислом калии со щелочью. После этой обработки изделие погружают в раствор из 130 г медного купороса или 4 г хромовокислого цинка, 3—5 г азотной кислоты и 15 г фтористого цинка в 1 л воды.

Цвет покрытия — от желтого до золотистого.

## Полезные советы

● Паждачный порошок можно получить из осколков абразивных кругов с соответствующим размером зерен, если их накалить и резко охладить в емкости с водой. Операции повторяют несколько раз до полного разрушения кусков. Полученный осадок хорошо промывают проточной водой.

● Для полирования никеля, латуни, цинкового сплава, серебра и других металлов применяют пасты следующего состава, частей по массе:

1. Венская известь 71,8	2. Окись алюминия 63,0	3. Окись хрома 73,0
Стеарин 23,0	Стеарин 10	Стеарин 23,0
Цезерин 1,5	Цезерин 14,5	Олеиновая кислота 4,0
Сало говяжье 1,5	Воск пчелиный 8,0	
Скипидар 2,2	Скипидар 2,5	

● Придать изделию из серебра серый цвет можно, покрыв его серной мазью, приобретенной в аптеке, и слегка подогреть.

● Чтобы бронзовое или медное полированное изделие дольше сохраняло свой блеск и не окислилось, следует прокипятить его в воде с небольшим количеством расплавленного в ней воска или парафина, затем насухо вытереть и отполировать суконкой.

● Воск нельзя переталкивать в оцинкованной посуде, так как он при этом темнеет.

● Из агар-агара, добываемого из морских водорослей, можно приготовить составы для удаления ржавчины и окислов с поверхности черных металлов. Размельченный агар-агар заливают минеральной кислотой (кроме серной) до получения киселеобразной массы. В зависимости от количества взятых компонентов получают состав разной быстроты действия:

1. Соляная кислота 65 мл, агар-агар 35 г
2. Фосфорная кислота 75 мл, агар-агар 25 г
3. Азотная кислота 70 мл, агар-агар 30 г

● Пасту ГОИ можно заменить масляной художественной краской «Окись хрома», разведенной керосином.

● В качестве емкости для растворов можно использовать полиэтиленовый мешок, уложенный в деревянный ящик подходящих размеров. Края мешка укрепляют деревянными рейками.





## НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ



### СВАРКА

Неразъемные соединения, применяемые в художественной обработке металла, можно условно разделить на три основные группы — сварные, паяные и клепаные.

Обычно предпочтение отдают первым двум, поскольку швы, полученные сваркой или пайкой, в дальнейшем можно так зачистить, зачеканить или обработать другим способом, что соединение не будет заметно и изделие, собранное из нескольких элементов, будет иметь вид единого целого. Кроме, конечно, тех случаев, когда соединение выполняет еще и функцию декоративного элемента. Например, хо-

муты и декоративные заклепки, применяемые при соединении кованых элементов.

Наиболее простое соединение черных металлов получают с помощью электросварки. Изобретенный в конце XIX в. способ соединения металла дуговой сваркой плавящимся электродом получил широкое распространение и являлся в свое время прогрессивным технологическим способом, применяемым в художественной обработке металла.

В качестве источника тока для получения сварочной дуги используют сварочные аппараты. При соединении деталей в художественной ковке обычно применяют электроды диаметром не более 3 мм. В связи с тем, что сила тока, необходимая для сварки, составляет 30—40 А на 1 мм диаметра электрода, то для этих целей вполне пригодны бытовые сварочные аппараты с максимальным рабочим током 80—100 А. Стремиться к увеличению или уменьшению силы тока не стоит, так как при больших, чем необходимо, токах металл электрода будет разбрызгиваться и получится некрасивый широкий шов. При этом электрод может значительно нагреваться, что приводит к отлущиванию его обмазки, а при сварке тонких листов металла или мелких элементов — к сквозному прожиганию их.

При малых токах затруднено зажигание дуги и отсутствует стабильность ее горения, что приводит к образованию неравномерного сварочного шва и неглубокому провару металла. После зачистки такого шва соединение может разрушиться.

Наибольшую допустимую силу тока выбирают при сварке в нижнем положении, при сварке в верхнем — силу тока уменьшают на 20—30 %.

При отсутствии электродов заводского изготовления их можно сделать самому, причем любого диаметра. Для этого на отрезок проволоки из малоуглеродистой стали для стабилизации дуги наносят обмазку, состоящую из 15 % жидкого натриевого стекла и 20 % мела, компоненты смешивают и доливают воду до консистенции сметаны.

Покрывают обмазкой, окуная заготовки в обмазку. Толщина ее не должна превышать 0,5 мм. Обычно диаметр таких самодельных электродов 1,5—2,5 мм. Их целесообразно применять при сварке изделий, состоящих из мелких элементов.

При отсутствии сварочного аппарата соединить стальные детали можно с помощью термитных электродов, хотя их использование и дает не очень красивое соединение. Однако из-за своей простоты этот способ применяют при монтаже секций ограждения, ворот и других металлоконструкций.

Основой термитного электрода является также отрезок проволоки из малоуглеродистой стали, на который наносят обмазку из смеси опилок алюминия и железной окалины (соответственно 23 и 77 %). Можно использовать только опилки из чистого алюминия, а железную окалину получить самому, нагрев стальную заготовку в горне и очистив металлической щеткой образовавшийся слой. В другом случае стальную мелкую стружку или опилки прожаривают в электрической муфельной печи или горне до их полного окисления. Смесь алюминиевых опилок с железной окалиной замешивают на декстриновом клее, но лучше во избежание отсырения — на любом нитроцеллюлозном.

В связи с тем, что скорость горения термита зависит от размера зерен компонентов обмазки (чем зерна меньше, тем быстрее происходит горение), размер их должен быть не менее 0,5 мм. При этом температура в зоне горения достигает 3000 °С.

Для придания цилиндрической формы электродам изготавливают трубочки из плотной бумаги такой же длины, как и отрезки проволоки. Затем полученные цилиндры заполняют термитной смесью, в них вставляют проволочную заготовку и сушат. Для воспламенения термитного электрода необходимо конец его нагреть до температуры 1000 °С. Поэтому на конце электрода делают затравку, состоящую из одной части по массе бертолетовой соли и 0,5 части алюминиевых опилок. Поскольку не всегда представляется возможным приобрести бертолетовую соль, в качестве затравки можно использовать тонкую полоску магния, часть которой заформовывают в трубку вместе с термитной смесью. Оставшийся конец магниевой полоски поджигают перед началом работы. Магний служит запалом для термита, так как имеет высокую температуру горения. Термитную смесь можно также поджечь бенгальским огнем, дающим высокую температуру.

При формовке термитного электрода необходимо оставить небольшой оголенный конец проволоки, за который его можно будет удерживать плоскогубцами. Удобно для

этих целей использовать держатель типа электросварочного. Работать необходимо в темных очках и рукавицах.

**Сварка меди, латуни и алюминия.** В условиях мастерской медь сваривают газосваркой. Однако в связи с тем, что она имеет высокую теплопроводность, необходим повышенный расход газовой смеси, а при сварке медных заготовок большой массы — их предварительный подогрев. Поэтому в домашней мастерской целесообразно применять сварку для меди толщиной не более 2 мм. Сварку листов производят встык. В качестве флюса используют соединения бора — буру, борную кислоту, борный ангидрид или смесь прокаленной безводной буры и борной кислоты.

Приведем несколько составов флюсов для сварки меди, %:

1. Бура 30, борная кислота 50, поваренная соль 10, кислый фосфорнокислый натрий 10.
2. Бура 70, борная кислота 10, поваренная соль 20
3. Бура 50, борная кислота 50

Флюс в виде пасты наносят на очищенные кромки металла.

Широко применяется способ, когда нагретый конец присадочного прутка окунают во флюс, а затем переносят в зону сварки. В качестве присадки используют полоски меди или медную проволоку. При сварке латуни в качестве флюса используют те же составы, что и при сварке меди. Металл толщиной до 1 мм сваривают с отбортовкой кромок, которые предварительно очищают до блеска.

Алюминий также можно сварить плавлением, используя газовую горелку. Перед сваркой кромки алюминиевых заготовок тщательно зачищают и при малых толщинах металла отбортовывают. Обычно применяют специальные флюсы, растворяющие стойкую окись алюминия при низких температурах. Один из составов флюса содержит следующие компоненты, % по массе: NaCl 28, KCl 50, ZrCl 14, NaF 8.

В связи с тем, что обязательным компонентом флюсов для сварки алюминия являются дорогие соли лития, которые домашний мастер не всегда может приобрести, сварку листового алюминия целесообразно заменить пайкой или выполнить клепаное соединение.



Толстостенные отливки из алюминия можно попытаться заварить без применения флюса. Для этого на кромках свариваемых деталей делают скосы. Плотнo соединив детали, нагревают место соединения до тех пор, пока не расплавится поверхностный слой металла. Когда появятся складочки на месте нагрева, их удаляют стальным скребком, очищая металл от окисной пленки, и тут же вводят в пламя присадочный пруток, который сплавляют в образовавшуюся сварочную ванну. Этим же прутком стараются смешать расплавленный металл, постоянно удаляя окисную пленку. Если какие-то участки деталей не соединились, операцию повторяют.

## ПАЙКА

Для пайки черных металлов в качестве припоя в основном используют латунь, кусочек которой кладут между соединяемыми деталями. Затем полученный пакет связывают стальной проволокой, помещают в горн и нагревают до расплавления латуни. Как только она расплавится, детали необходимо вынуть, так как при перегреве латунь может вытечь из соединительного шва. Источником тепла может служить газовая горелка, тогда процесс пайки легче контролировать. Для пайки стали и меди используют медно-цинковый припой или латунь марки Л-62. Флюс — прокаленная бура.

При сборке тонких ажурных решеток соединение пайкой наиболее предпочтительно. Элементы кованой решетки укладывают на ровный асбестовый лист и места соединения тщательно зачищают. Далее место пайки нагревают и присыпают бурой. Когда металл детали достаточно нагреется, в пламя вводят присадочный пруток и оплавляют его конец до образования капли расплавленного металла. Нагрев продолжают до тех пор, пока металл припоя не заполнит зазор соединения. Так спаивают все точки соединения. Латунь относится к группе твердых припоев с температурой плавления свыше 500 °С.

Для получения высококачественных паяных соединений используют также припой на основе серебра. Для пайки меди, латуни, стали и бронзы наиболее универсальным является припой марки ПСр 45, состоящий из следующих компонентов, % по массе: серебро 45, медь 30, цинк 25.

Температура начала плавления припоя 933 °С, полного расплавления 998 °С.

Для соединений, не несущих больших механических нагрузок, применяют мягкие низкотемпературные (температура плавления ниже 400 °С) оловянно-свинцовые припои, используемые при пайке меди, латуни и оцинкованной стали. Пайку названных металлов проводят обычным способом — паяльником или горелкой. В качестве флюсов применяют хлористый цинк, хлористый аммоний в порошке или кусках, чаще всего — раствор хлористого цинка с добавкой хлористого аммония. Раствор хлористого цинка получают, растворяя мелконарезанный цинк в технической соляной кислоте до прекращения реакции. Флюс с хлористым цинком используют следующего состава, %: хлористый цинк 25—50, хлористый аммоний (нашатырь) 5—20, остальное — вода. После пайки остатки флюса необходимо тщательно смыть.

Более качественное паяное соединение дают мягкие припои, содержащие небольшое количество серебра, следующего состава, %:

1. ПСр 3: серебро 3, свинец 97. Температура плавления 573—578 °С
2. ПСр 2: серебро 2, кадмий 5, олово 30, свинец 63. Температура плавления 498—508 °С

В связи с тем, что для качественной пайки алюминия требуются те же дорогие флюсы, что и для сварки его, рекомендуется применять более простой способ соединения — оловянно-свинцовыми припоями. Перед пайкой деталь необходимо залудить, удалив поверхностный слой окиси алюминия. Для этого на нагретое до температуры пайки место наносят припой и растирают металлической щеткой или шабером. При растирании соскабливается поверхностный слой окисла и припой прочно соединяется с зачищенной поверхностью металла. Иногда вместо металлической щетки используют кусок войлока с абразивом. Если необходимо, в процессе растирания место подогревают и добавляют припой. Когда деталь хорошо залудится, ее паяют обычным способом.

Лудить алюминий будет значительно легче, если его предварительно омеднить. Хорошо зачищенное и обезжиренное место пайки ограждают бортиком из пластилина. В образовавшуюся емкость заливают насыщенный раствор медного купороса с добавлением капли спирта для

лучшего смачивания. К алюминиевой детали подсоединяют отрицательный полюс источника постоянного тока, а к положительному полюсу — отрезок медной проволоки, конец ее опускают в раствор так, чтобы она не касалась детали. Через некоторое время на ней осядет тонкий слой меди, который промывают, сушат и лудят.

Данный способ применяют для пайки небольших деталей. Площадь осаждения меди не должна превышать  $1 \text{ см}^2$ . Не следует наращивать толстый слой, так как в этом случае возможно его отслоение.

Если у домашнего мастера есть возможность приобрести соли лития, то пайку алюминия производят припоем П250А, содержащим 80 % олова и 20 % цинка. В качестве флюса используют смесь олеиновой кислоты и йодида лития. Йодид лития (2—3 г) помещают в пробирку или колбу и добавляют 20 мл (около 20 г) олеиновой кислоты. Смесь слегка подогревают, опустив пробирку в горячую воду, и перемешивают до полного растворения соли. Полученный флюс сливают в стеклянную посуду с плотной крышкой. При использовании водной соли лития ее также смешивают с олеиновой кислотой, при этом водная смесь опускается на дно, флюс всплывает наверх и его аккуратно сливают.

Перед пайкой хорошо очищенное жало паяльника лудят припоем П250А с канифолью. Соединяемые детали смачивают полученным флюсом и паяют. Остатки флюса смывают спиртом, ацетоном или бензином.

Следует отметить, что флюс в процессе пайки не выделяет токсичных веществ.

Алюминий толщиной до 2 мм паяют паяльником мощностью до 100 Вт. Пайка более толстого листа или деталей требует предварительного подогрева горелкой.

## **СОЕДИНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ РАСПЛАВЛЕННЫМ МЕТАЛЛОМ**

Помимо газовой и электродуговой сварки, можно соединять металлы с помощью литейной сварки. Этот прием используют в основном для соединения деталей художественных отливок из меди, бронзы и латуни. Процесс сварки технологически сходен с производством отливок. Места соединения зачищают так, чтобы между соединяемыми деталями образовался зазор, величина которого зависит от формы и размера заготовок, но с таким расче-

том, чтобы его легко мог заполнить заливаемый металл. Место сварки подготовленных деталей заформовывают, форму предварительно подогревают и стык заливают расплавленным перегретым металлом.

Таким же способом производят пайку, заливая место соединения соответствующим припоем. Предварительно места соединения необходимо залудить и покрыть флюсом.

Кроме использования расплавленного металла для сварки, возможно применение его для соединения деталей литыми заклепками. Для этого в соединяемых частях деталей в точке соединения сверлят отверстия. На одной из деталей, напротив отверстия, из гипсовой массы формируют головку заклепки, а на другой отверстие зенкуют. Детали соединяют до совмещения отверстий и заливают расплавленным металлом. Таким способом можно получать заклепки с любой формой головки.

При необходимости иметь головку заклепки с двух сторон готовят литейную форму с боковым литником, которую устанавливают на второй детали.

Во избежание прорыва металла через зазоры между формой и деталью их обмазывают гипсовой массой.

Головки впотай выполняют укладкой нижней детали на плоскую стальную плиту с предварительной глубокой зенковкой отверстий и с последующей заливкой расплавленного металла.

Сварку стали расплавленным металлом можно выполнять в условиях мастерской, если применить для этого термитную смесь. Выше уже был описан способ изготовления термитных электродов. Используя для термитной смеси те же компоненты, можно получить расплав черного металла.

Для получения 1 кг термитной смеси необходимо 230 г зерен алюминиевого порошка и 770 г железной окалины. При расчете необходимого количества смеси следует учесть, что выход расплавленной стали составит 500—550 г, остальное — шлак.

Термитную смесь сжигают в шамотном тигле, размер которого выбирают в зависимости от количества смеси. Смесь поджигают с помощью сварочной дуги. После воспламенения тигель накрывают огнеупорной крышкой с отверстием для выхода газов. Процесс горения длится 20—30 с. Затем снимают крышку, удаляют с поверхности расплава шлак и расплавленную сталь заливают в форму.

Данный способ можно применить не только для сварки расплавленным черным металлом, но и для отливки отдельных деталей.

При монтажке художественных изделий часто возникает необходимость получения такого соединения, при котором на одной из деталей не было бы заметно никаких следов. В данном случае поступают следующим образом: в детали, на которой требуется закрепить декоративный элемент, сверлят одно или несколько отверстий, детали прижимают одна к другой и через отверстия производят пайку или сварку до полного плавления присоединяемой детали с несущим элементом. При этом способе на присоединяемой детали не остается никаких следов.

Под электродугую сварку отверстие должно быть в два раза больше, чем диаметр электродов, тогда место соединения не засорится шлаком и образуется хороший провар металла. В листовом металле толщиной до 1 мм отверстия не сверлят, а прожигают сварочной дугой в процессе сварки. Если необходимо, места сварки зачищают.





# БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК



1. Вансовская К. М. Металлические покрытия, нанесенные химическим способом. — Л.: Машиностроение, 1985. — 102 с.
2. Грилихес С. Я. Обезжиривание, травление и полирование металлов. — Л.: Машиностроение, 1983. — 100 с.
3. Жолтовський П. М. Художнє лиття на Україні в XIV—XVIII ст. — К.: Наук. думка, 1973. — 132 с.
4. Зотов Б. Н. Художественное литье. — М.: Машиностроение, 1982. — 288 с.
5. Инженерная гальванотехника в приборостроении / Под ред. А. М. Гинберга. — М.: Машиностроение, 1977. — 511 с.
6. Мариенбах Л. М. Соколовский Л. О. Плавка сплавов цветных металлов для литья. — М.: Высш. шк., 1967. — 247 с.
7. Марченко В. И. Ювелирное дело. — М.: Высш. шк., 1984. — 190 с.
8. Мельник П. И. Технология диффузионных покрытий. — К.: Техника, 1978. — 147 с.
9. Одкорялов Н. В. Скульптура и скульптурные материалы. — М.: Сов. художник, 1965. — 187 с.
10. Одкорялов Н. В. Техника медальерного искусства. — М.: Изобраз. искусство, 1983. — 158 с.
11. Ольга О. Опыты без взрывов. — М.: Химия, 1986. — 190 с.
12. Петренко М. З. Українське золотарство XVI—XVIII ст. — К.: Наук. думка, 1970. — 207 с.
13. Петриченко А. М. Книга о литье. — К.: Техника, 1972. — 278 с.
14. Петриченко А. М. Искусство литья. — М.: Знание, 1975. — 160 с.

15. Семерак Г., Богман К. Художественная ковка и слесарное искусство / Пер. с чеш. О. М. Смирнова.— М.: Машиностроение, 1982.— 230 с.
16. Соболев Н. И. Чугунное литье в русской архитектуре.— М.: Госстройиздат, 1951.— 204 с.
17. Соколова Т. М. Орнамент — почерк эпохи.— Л.: Аврора, 1972.— 142 с.
18. Флеров А. В. Технология художественной обработки металлов.— М.: Высш. шк., 1968.— 325 с.
19. Хренов К. К. Сварка, резка и пайка металлов.— М.: Машиностроение, 1973.— 406 с.
20. Художественное литье из драгоценных металлов/ Под ред. Л. А. Гутова.— Л.: Машиностроение, 1988.— 223 с.
21. Цветное литье: Справ.— М.: Машиностроение, 1989.— 527 с.





# ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ



- Барельеф 95  
Бетон огнеупорный 71  
Бобошник 109  
Бородок (пробойник) 10  
Бронза 73
- Винтовая лестница 60  
Витраж 148  
Водопрямник 135  
Вороток 21  
Вулканизатор 83  
Выглаживанье 41  
Выжигаемая модель 88  
Выплавляемая модель 82  
Выпор 79  
Высадка 27  
Высекание 133  
Вытяжка 28
- Гибка 37  
Гибка с подсечкой 39  
Гибочная плита 22  
Гладилка 11  
Горн (кузнечный) 13  
Графит (тигельный) 77
- Давильник 109, 122  
Декапирование 164  
Донная крышка 15
- Жидкотекучесть 73
- Зажим эксцентриковый 22  
Зажимной кузнечный инструмент 21  
Засечка 53  
Зернение 156



- Золочение 159  
 Зольная камера 16  
 Зубило 10
- Изготовление полусфер 124**  
 Изготовление резиновой пресс-формы 83  
 Инкрустация 158  
 Инструмент:  
   зажимной 21  
   опорный 7  
   ударный 9  
   формовочный 100
- Камин 61  
 Канифоль 92  
 Канфарские 113  
 Канфарник 108  
 Клепка 56  
 Кленци 11  
 Колосники 15  
 Колпак 17  
 Крюк 110  
 Кувалда 9  
 Кузнечная форма 22
- Латунь 73  
 Ликвация 73  
 Лытник 79  
 Лощатник 109
- Мастика защитная 157  
 Масса стержневая 92  
 Матрица 58  
 Мех кузнечный 14  
 Модель 78  
 Модельный состав 85  
 Молоток (чеканный) 111  
 Муфельная печь 74
- Накатка 109  
 Наковальня 7  
 Нанесение декоративно-защитных покрытий 162  
 Пасечка 155
- Обвальцовка 130  
 Обводка 120  
 Обечайка 83  
 Окалина 162  
 Опока 78  
 Опорный палец 42  
 Оправка 36  
 Осадка 27  
 Отжиг металла 105  
 Очаг (горновое гнездо) 15
- Пайка 178  
 Пенопласт 89  
 Петли 41  
 Печурка 17  
 Плавка металла 75  
 Подложка 132  
 Подмодельная доска 79  
 Подовая доска 16  
 Подсечка 135  
 Полусфера 124  
 Полуформа 97  
 Пресс-форма 83  
 Пресс-шприц 85  
 Пробойник 10  
 Прошилка 35  
 Пуансон фасонный 50  
 Пурошник 109
- Расплющивание 30  
 Растительный орнамент 46  
 Расходка 114  
 Расходник 108  
 Рифление 155  
 Рог наковальни 7  
 Рубка 32  
 Рубка-стукальце 44  
 Ручник (молоток) 9
- Сварка 174  
 Серебрение 160  
 Сечка 109  
 Скоба 53  
 Скручивание (торшировка) 39

Смоляная смесь 114  
Стержень (формовочный) 92  
Стул (крепление наковальни) 7

Тигель 77  
Токирование алюминия 172  
Тонировка 172  
Травление металлов 156  
Трамбовка 79  
Трещотка 110

Усадка (литейная) 73

Фактура 51  
Фальц 133  
Фасонные молотки 9  
Флюс 177  
Форма (земляная) 77

Форма (кузнечная) 23  
Форма эластичная 82  
Футеровка 14

Химическое фрезерование 157  
Хомут 53

Центрифуга 85  
Цепи декоративные 67

Чекан 107  
Чеканка объемных форм 119  
Чернение 160

Шамотная глина  
Шишки 51  
Шликер 149  
Шперахи 8





<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b>	3
<b>КОВКА</b>	5
Оборудование кузнечно-слесарной мастерской	5
Кузнечный инструмент и приспособления	7
Материалы дляковки	24
Приемы и технологияковки	27
Изготовлениекованных элементов и изделий утилитарно-бытового и декоративного назначения	41
<b>ЛИТЬЕ</b>	72
Оборудование мастерской и материалы для литья	72
Литье в земляные формы и изготовление моделей	77
Литье по выплавляемым моделям	82
Литье сложных моделей	88
<b>ЧЕКАНКА</b>	103
Рабочее место чеканщика и материалы	103
Инструменты для чеканки	107
Технология чеканки	112
Работа с листовым материалом	130

<b>СМЕШАННЫЕ ТЕХНИКИ</b>	137
<b>ДЕКОРАТИВНАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛА</b>	155
<b>НЕРАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ</b>	174
Сварка	174
Пайка	178
Соединение деталей расплавленным металлом	180
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b>	183
<b>ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ</b>	185



*Справочное издание*

**ДОЛЖИНЫЯ  
СТАНИСЛАВ ДМИТРИЕВИЧ**



Зав. редакцией **А. А. Иваницкий**  
Редактор **Л. В. Солтынская**  
Художник-оформитель **В. В. Деминский**  
Художественные редакторы **Н. Г. Аникина, Л. И. Бутко**  
Технические редакторы **Л. В. Цейтельман, С. В. Иванус**  
Корректоры **М. Ф. Совеико, О. А. Омельченко**

ИБ № 4425

Сдано в набор 14.06.90. Подготовлено к печати 20.11.90. Формат 84×108/32.  
Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.  
Усл. печ. л. 10,08+0,84 вкл. Усл. кр. л. 14,18. Уч.-изд. л. 10,12+0,77 вкл.  
Тираж 70 000 экз. Заказ № 0—2177. Цена 3 р.

Ордена «Знак Почета» издательство «Урожай»  
252035, Киев-35, ул. Урицкого, 45

Главное предприятие республиканского производственного  
объединения «Литграфкиев», 252057, Киев-57, ул. Дзержинского, 3

**Д64 Долинный С. Д.**  
**Кружева из металла.— К.: Урожай, 1991.— 192 с.**  
**ISBN 5-337-00775-0**

В справочном издании даны практические советы по изготовлению из металла в домашних условиях предметов утилитарно-бытового и художественного назначения. Приведены технологииковки, чеканки, литья, работы с листовым материалом. Особое внимание уделено нанесению декоративно-защитных покрытий на металлы, их термической и химико-термической обработке.

Рассчитано на широкий круг читателей.

Д  $\frac{2704080000-238}{M204(04)-81}$  151.90

**ББК 34.7**