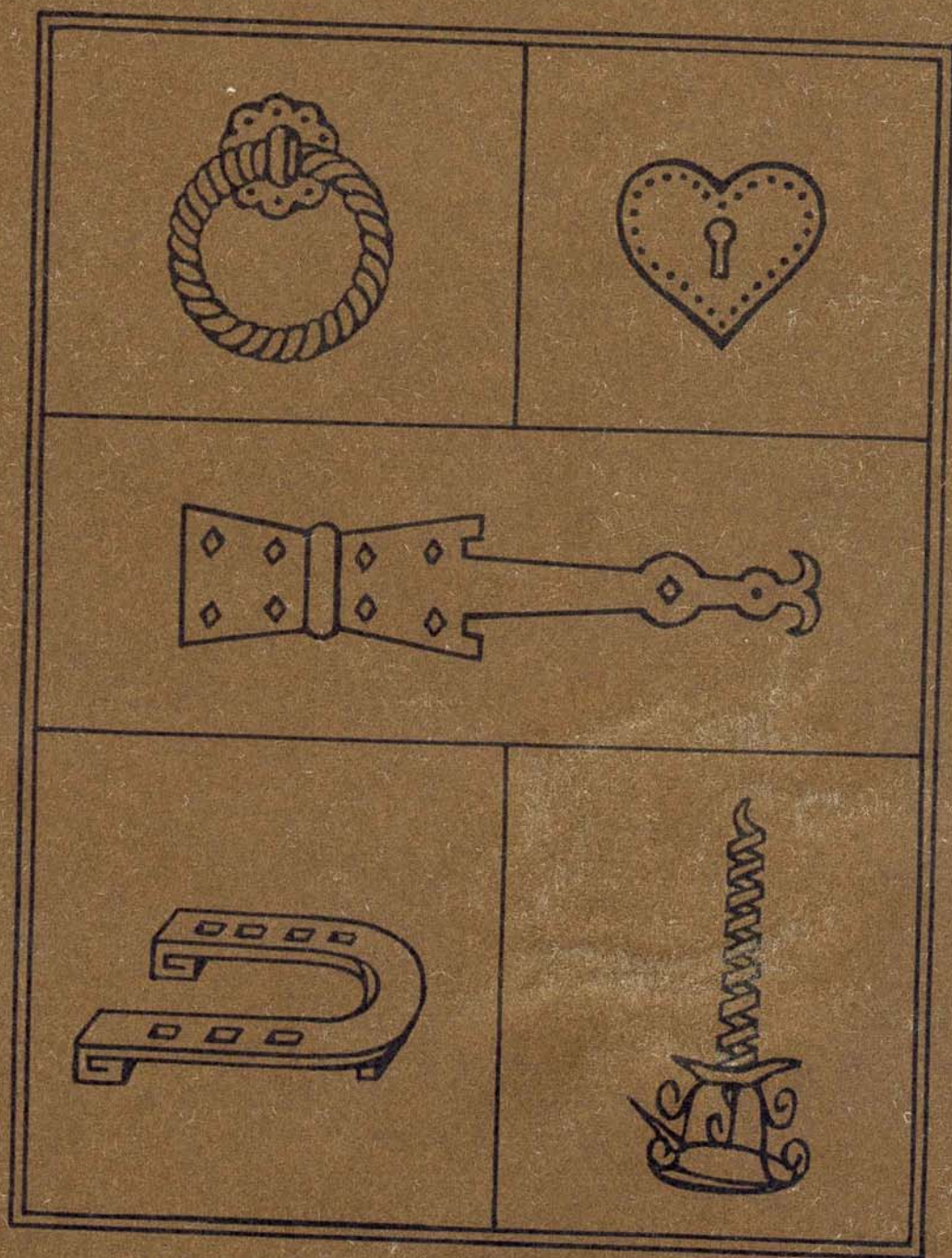


А.Г. НАВРОЦКИЙ

КУЗНЕЧНОЕ РЕМЕСЛО



А.Г. НАВРОЦКИЙ

КУЗНЕЧНОЕ РЕМЕСЛО



МОСКВА
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»
1988

ББК 34.62
Н15
УДК 621.73

Рецензент *А. Ф. Нистратов*

Навроцкий А. Г.
Н15 Кузнечное ремесло. — М.: Машиностроение,
1988. — 192 с.: ил.
(В обл.): 55 к.

Рассказано о развитии и становлении кузнечного дела на территории нашего государства. Описаны конструктивные особенности кузнечных горнов, воздуходувных устройств и другого оборудования. Наибольшее внимание уделено кузнечному инструменту и технологии изготовления бытовых и сельскохозяйственных орудий, а также различных художественных изделий.

Для кузнецов ручнойковки, кузнецов-реставраторов художественных изделий; может быть полезна широкому кругу читателей, интересующихся кузнечным ремеслом.

Н 2704030000-618 249-87
038(01)-88

ББК 34.62

ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ИЗДАНИЕ

Александр Георгиевич Навроцкий

КУЗНЕЧНОЕ РЕМЕСЛО

Редактор *И. В. Доброгорский*
Художественный редактор *И. К. Капралова*
Обложка художника *И. К. Капраловой*
Технический редактор *Ф. П. Мельниченко*
Корректоры *О. Ю. Садыкова, Л. Е. Сонюшкина*

ИБ № 4937

Сдано в набор 24.02.87. Подписано в печать 10.11.87. Т-11991. Формат 84×108¹/₂. Бумага офсетная № 1. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 10,08. Усл. кр.-отт. 20,48. Уч.-изд. л. 10,71. Тираж 30 000 экз. Заказ 183. Цена 65 к.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение», 107076, Москва, Стромынский пер., 4.

Московская типография № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.

© Издательство «Машиностроение», 1988

ПРЕДИСЛОВИЕ

Показать значимость и красоту кузнечного дела, помочь молодежи проникнуть в его тайны, привить навыки работы с металлом призвана эта книга с таким странным для нашего времени названием «Кузнечное ремесло». Материал книги в основном подготовлен на основе книг, брошюр и статей из библиотеки Музея кузнечной науки и техники ЦП НТОмашпром, основанного в 1975 г. по завещанию А. И. Зимина — основоположника отечественного кузнечно-прессового машиностроения — на его даче под Москвой. Для иллюстрации книги использованы фотографии экспонатов музея, полученных в дар от кузнецов художественнойковки из городов Москвы, Суздаля, Асбеста, Киева и других, а также художественных изделий г. Москвы.

Автор выражает глубокую благодарность сотрудникам Государственного исторического музея, Политехнического музея, Музея истории и реконструкции Москвы, музея московского Кремля «Оружейная палата», историко-архитектурных музеев в городах Новгороде, Пскове, Киеве, Смоленске, Суздале, Ярославле, Архангельске и др., а также археологической экспедиции в г. Старице В/О Союзреставрация, архивов ЦГАДА, ЦГВИА, Государственной библиотеки им. В. И. Ленина и специалистам кузнечно-штамповочного производства, оказавшим содействие в подготовке этой книги, — А. Ф. Нистратову, А. Н. Банкетову, Ю. А. Зимину, Г. А. Навроцкому.

ВВЕДЕНИЕ

Зарождение и становление кузнечного дела на территории СССР. Кузнечное дело — самое древнее ремесло, связанное с металлом. Впервые человек начал ковать самородные и метеоритные металлы еще в каменном веке. Ряд музеев мира, а также лаборатория первобытной техники Ленинградского отделения Института археологии Академии Наук СССР имеют в своих фондах кузнечные инструменты тех далеких времен: небольшие круглые камни — молоты и овальные плоские массивные камни — наковальни. При микроскопическом исследовании поверхностей этих «инструментов» были обнаружены следы самородного металла. На рельефах древних египетских храмов можно видеть кузнецов, работающих каменными молотками (рис. 1). Однако точного времени зарождения кузнечного мастерства на планете указать невозможно.

Задолго до нашей эры люди начали изготавливать изделия из самородной меди, серебра и золота, обладавших пластичностью. На территории СССР самородная медь в те далекие времена была известна в районах современного Казахстана, на Урале, Кавказе, Алтае и в некоторых районах Якутии. В этих местах и обнаружены археологами остатки первых орудий, выкованных из меди.

Относительно недавно археологи обнаружили древнейшую мастерскую каменного века по обработке самородной меди в Карелии. Древние кузнецы, используя каменные молоты и наковальни свыше 5 тыс. лет назад ковали из меди изделия для рыбной ловли и быта: рыболовные крючки, ножи, шильца и другие мелкие предметы.

В районе Молдавии и Правобережной Украины по берегам рек Днестра, Днестра и Прута находится один из древнейших очагов металлообработки меди эпохи развитого Триполья (IV—III тысячелетия до нашей



Рис. 1. Рельеф «Кузнецы Древнего Египта»

эры). В этот период мастера уже применяли упрочняющий наклеп рабочих поверхностей медных орудий, что значительно повышало их твердость. Это позволило постепенно вытеснить каменные орудия. Указанный период характеризуется разнообразием кованных, литых и комбинированных изделий, таких, как кузнечные зубила, ножи, боевые топоры, черешковые наконечники стрел, браслеты, пряжки и т. п.

В начале III тысячелетия до н. э. племена, жившие на территориях Армении, на Кавказе уже получали кричное железо из руд путем прямого восстановления. В качестве руд они использовали легко доступные залежи бурого железняка, называемого озерной или болотной рудой. Хетты не только изготавливали из железа оружие и предметы быта для себя, но и торговали ими с Египтом и странами Среднего Востока.

В начале I тысячелетия до н. э. изделия из железа начинают изготавливать жители Закавказья, в VIII в. до н. э. кузнечное производство изделий из железа уже широко развивается в районе современного г. Керчи (слово

«керч» — древнерусское название кузнеца). Богатые железные руды, служившие кузнецам («керчиям» или «корчиям») сырьем для получения железа, в районе г. Керчи залегали практически на поверхности земли.

В эти времена кузнечное мастерство достигает уже высокого уровня. В кузницах горн оснащался двухкамерными воздухоудными мехами, в центре располагалась большая железная или бронзовая наковальня. Кузнецы применяли при работе тяжелые молоты, клещи, зубила и топоры для рубки металла, а для зажима изделий — тиски.

Начиная с VII в. до н. э. центром металлообработки становится Скифия, ремесленным центром которой было Каменское городище. Археологами обнаружены там жилища ремесленников, их мастерские с инструментами и приспособлениями: льячки для литья цветных металлов, кузнечные инструменты и изделия. Добыча железной руды, как было установлено, производилась на территории современного Криворожского бассейна, отстоящего от Каменского городища на 60 км.

Наряду с литьем и ковкой у скифов было широко налажено изготовление золотых и серебряных украшений и всевозможной утвари при помощи чеканки, штамповки и литья по выплавляемым моделям. Интересно отметить, что образцы скифского ювелирного производства хорошо были известны в греческих колониях.

Следует сказать, что кузнецы Скифии широко применяли кузнечную сварку для увеличения размеров заготовки, соединения разнородных металлов с целью улучшения качества лезвий режущих и рубящих орудий. Они изготавливали ножи, у которых между двумя более мягкими пластинами заковывалась пластина из более твердой стали, в результате чего получались ножи с самозатачивающимся лезвием. Скифские кузнецы умели ковать и «дамасские стали», в которых «перемешивались» слои железа с высокоуглеродистой сталью, что создавало на боковой поверхности изделия узор из темных и светлых полос.

В I тысячелетии до н. э. на территориях вдоль верхнего Днепра и Припяти, Оки и верхней Волги расселились славянские и финно-угорские племена, (в среднем Поволжье — предки мордовских племен, в Приуральских районах — предки коми, удмуртов, меря, остяков и манси) которые владели секретами получения кричного железа, не зная изготовления медно-бронзовых

изделий. А в Приуралье и Сибири железоделательное производство развивалось одновременно с медно-бронзовым производством. В первых веках нашей эры изделия из железа начали применять северные племена, жившие в средних течениях рек Лены и Енисея, а также жители Алтая.

Освоение железа повлекло за собой большие изменения в культурной и хозяйственной жизни всех народов — железный топор, плуг с железным лемехом повысили продуктивность земледелия. На смену подсечному повсеместно пришло пашенное земледелие. Примерно в VIII в. н. э. на деревянные зубья сох начали надевать железные кованые наконечники — сошники. Позднее (в XI—XII вв.) такие сошники широко распространились в земледелии, составив одну из наиболее крупных групп изделий древнерусских кузнецов.

К концу IX в. объединяются славянские племена и возникает Древнерусское государство. Образуются крупные военные и торгово-ремесленные центры, такие, как Киев, Новгород-Великий, Смоленск, Полоцк и др. В этих городах создаются специализированные центры по производству посуды и различных хозяйственных предметов из серебра и золота, внедряется специализация кузнецов-оружейников. В связи с ростом градостроительства развивается специализация кузнецов-церковников, занимающихся изготовлением соборных оград, оконных решеток, наверший и других изделий.

К этому времени, как отмечают историки, перед русскими ремесленниками открывались широкие возможности, крепили связи с международными рынками и ширилось участие ремесленников в хозяйственных делах города.

Городские мастера обладали высокой техникой и смело усовершенствовали западно-европейские образцы оружия и создавали свои высокохудожественные и качественные изделия. В этот период наблюдается постоянное совершенствование средств производства и приспособление мастерских к массовому выпуску продукции. Широко внедряются штамповка и пооперационное производство, завершается разделение кузнецов на кузнецов-оружейников, златокузнецов, чеканщиков, гравировщиков и ювелиров. В этот период в г. Киеве уже существовало свыше 60 специальностей кузнецов.

Однако большинство кузнецов изготавливали оружие и кольчуги. Обязательной принадлежностью защитных

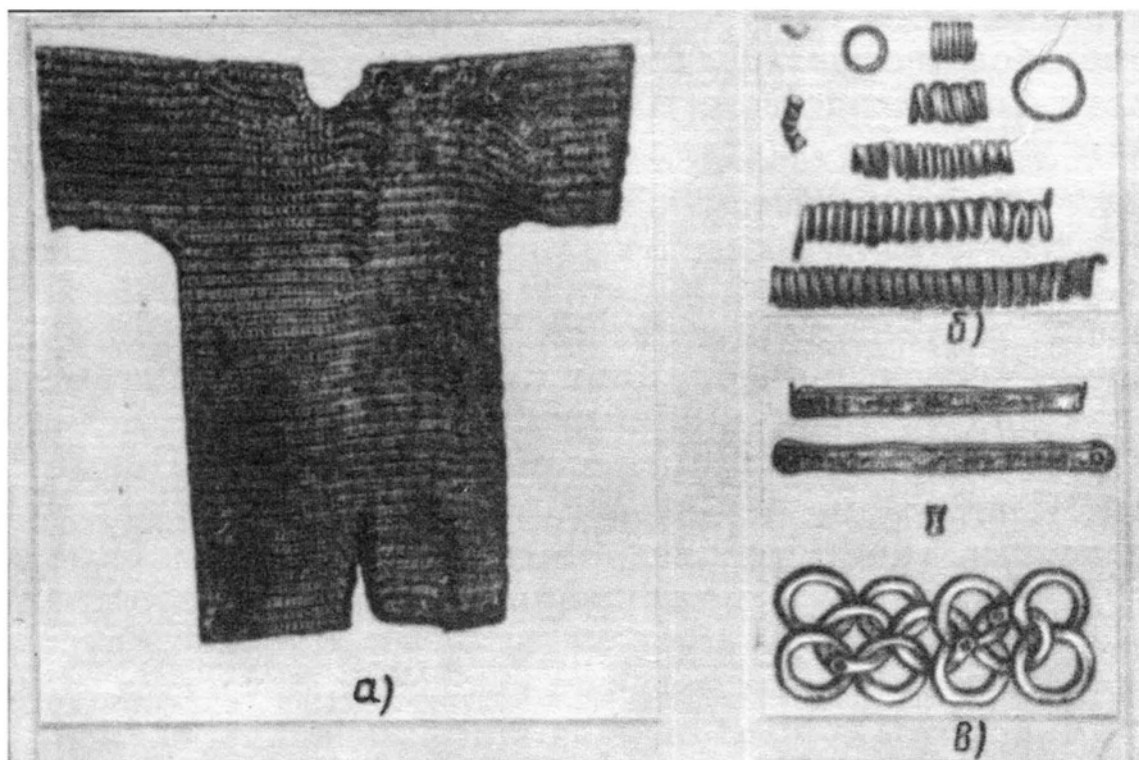


Рис. 2. Кольчуга (а), навивка спирали (б), способ соединения колец (в)

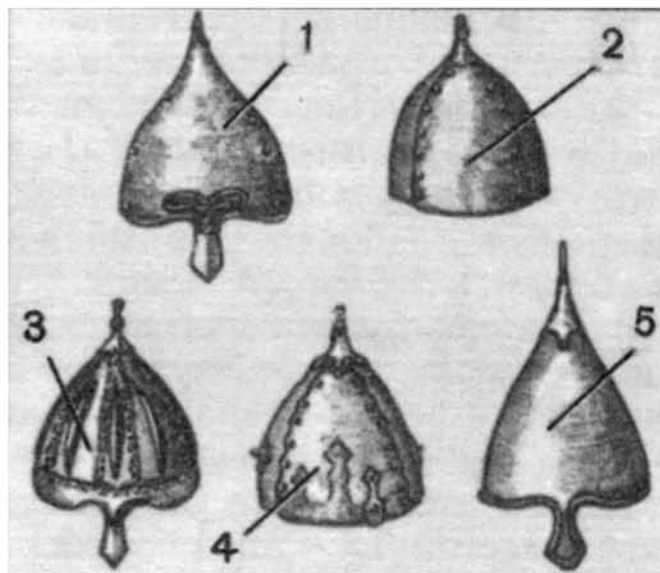
доспехов у дружинников была кольчуга (рис. 2), которая не стесняла в бою движения и предохраняла практически от всех видов оружия.

Изготовление кольчуги было делом кропотливым и трудоемким, ведь для плетения надо было отковать более 40 тысяч колечек, а затем склепать их специальными «гвоздиками». Уже в то время при изготовлении кольчуги использовалась поточная технология; в начале отковывали проволоку, затем навивали на стержень и рубили на отдельные кольца. Концы каждого кольца расплющивали и в этих площадках пробивали отверстия. Затем из тонкой проволоки (0,8 мм) высаживали заклепки — «гвоздики» и после этого начинали сборку или «плетение кольчуги». На всю работу уходило свыше трех месяцев ежедневного кропотливого труда.

Существовало три способа изготовления колец: из кованой проволоки, из холоднотянутой (волоченной) проволоки и путем высечки целых колец из листа. Собирались кольчуги по различным технологиям. При этом кольца не только склепывались, но и сваривались кузнечной сваркой. Для большей нарядности в кольчуги вплетали кольца из цветных металлов: меди, золота, серебра, образуя различные орнаменты.

Рис 3. Шлемы:

1, 2 — состоящие из двух и более откованных отдельно частей; 3, 4 — с декоративными накладками; 5 — цельнокованные



Киевские дружинники имели как длиннополые кольчуги с оголовием, личиной, наручами, так и короткие кольчуги, которые прикрывали только верхнюю часть туловища воина.

Для защиты головы дружинники носили шлемы (рис. 3). По технологии изготовления шлемы разделялись на цельнокованные и составные. Первые шлемы выковывались из одного куска металла и имели наибольшую прочность при наименьшей массе.

Менее трудоемкими были шлемы, клепанные из двух или четырех кованых частей, которые собирались в единое целое с помощью полос и заклепок, а нижний край тульи стягивался обручем. Места соединения пластин прикрывались различными декоративными накладками. Для защиты лица к шлему приклепывался наносник с глазными вырезами, а иногда кольчужное забрало или личина, которая ковалась специально для каждого воина. Для защиты шеи и частично плеч к нижнему краю шлема крепилась бармица.

Шлемы для князей украшались золотыми и серебряными накладками, их поверхность гравировалась и декорировалась драгоценными камнями.

Большое внимание уделяли кузнецы изготовлению боевого и наградного оружия: мечей, топоров, пик и т. п. Мастера-оружейники в совершенстве владели секретами изготовления мечей из высокоуглеродистых сталей типа булата или харалуга.

В связи с этим необходимо сказать несколько слов о булате, так как этот сплав железа с углеродом, обладающий уникальными свойствами, до настоящего вре-

мени до конца не исследован, о нем пишутся научные статьи и монографии.

Впервые в России с научной точки зрения начал изучение булатных сталей П. П. Аносов. Он говорил, что «под словом булат каждый россиянин привык понимать металл более твердый и острый, нежели обыкновенная сталь».

Родиной булата считается Индия, в которой «варились» лучшие сорта «вутцев» — заготовки из литой стали в виде лепешек диаметром примерно 13 см и толщиной около 1 см. Масса такой лепешки составляла чуть больше килограмма. Следовательно, для изготовления меча массой 1,5—2,5 кг требовалось 2—2,5 вутца.

Еще одним древним железоделательным центром по производству вутцев считается древняя страна Пулуади, которая располагалась на территориях современных Турции, Ирана, Армении и Грузии. Отсюда пошло, как отмечает академик Г. А. Меликишвили, название вутца «пулат», которое в дальнейшем получило русское звучание — «булат».

Как установил П. П. Аносов в результате длительных научных и экспериментальных исследований, булат — это высокоуглеродистая сталь, содержащая более двух процентов углерода и минимальное количество вредных примесей и неметаллических включений. Сталь варится при высокой температуре в тиглях без доступа воздуха и охлаждается вместе с печью. Отличительная особенность булатных слитков — на отполированном срезе имеется своеобразный узор, проявляющийся при слабом травлении.

Однако для изготовления булатного клинка мало получить слиток, необходимо его отковать по специальной технологии, термообработать и провести окончательную отделку. Тайны этих операций продолжают раскрывать и в наши дни.

Ковка булатного слитка представляет собой длительный и трудоемкий процесс: слиток вытягивают в полосу, затем ее складывают, сваривают кузнечной сваркой и опять проковывают. Потом полученный «слоеный пирог» разрубают на части, которые затем сплетают или скручивают и опять сваривают кузнечной сваркой, тщательно проковывая. При этом ковка ведется специальными молотками и удары наносятся под различными углами к продольной оси изделия. Для изготовления мечей, саблей, кинжалов кузнец из г. Суздаля В. Басов

использует заготовки, состоящие примерно из 700 тыс. слоев. Булат для заготовок он варит сам.

В результате таких сложных приемовковки появляются знаменитые булатные «узоры»: полосатый, струйчатый, волнистый, сетчатый, коленчатый и др. При этом следует отметить, что узоры значительно светлее фона (грунта), который бывает серым, бурым или черным. Чем темнее грунт и чем выпуклее и светлее узор, тем булатный клинок ценится выше, а качествоковки определяется чистым и долгим звуком.

Термообработка булатныхпоковок состоит в закалке и последующем отпуске. Это очень ответственная операция, так как от нее зависят твердость, упругость и гибкость булатных клинков.

Каждый мастер имел свои секреты: дамасские оружейники послековки вывешивали клинки, раскаленные докрасна на сильный ветер; грузинские — передавали раскаленный клинок всаднику.

Многие мастера закалывали свои изделия в ключевой или минеральной воде, в росе, в мокром холсте, в сале, известны и такие варварские способы закалки клинков — раскаленный клинок вонзали в тело свиньи, барана или даже молодого сильного раба.

П. П. Аносов закалывал образцы в сале (масле) или в воде, а нагрев под закалку и отпуск осуществлял в ваннах с расплавленным свинцом.

Отпуск изделий — также очень важная операция термообработки. Необходимо в зависимости от химического состава стали подобрать температуру отпуска и среду охлаждения. Мастера-оружейники определяли температуру клинка по цветам побежалости, а в качестве охлаждающей среды использовали воду, масло или воздух.

Послековки и термообработки клинки обрабатывали на точильных камнях, затем шлифовали и полировали. Шлифовальный камень приводили во вращение рукояткой и устанавливали на подставку с корытцем, наполненным водой и при работе все время смачивали.

Шлифование проводилось вначале на грубых крупнозернистых шлифовальных камнях, затем на мелкозернистых. Более тонкая шлифовка осуществлялась различными порошками с использованием тканей и дерева. Окончательно полировали мелкими порошками и пастами.

Процесс шлифования и полирования булатных клин-

ков продолжался с утра до ночи, месяц за месяцем и даже год за годом. Вот таким титаническим трудом создавались эти булатные мечи, сабли и клинки.

Наиболее уникальные булатные изделия получали еще и художественную отделку лезвия, рукоятки, ножен, которая также длилась годами.

В научно-популярной литературе и даже в технической очень часто не делают различий между булатными сталями и дамасскими. Однако, как было показано выше, булат — это сталь, сваренная в тигле по специальной технологии, в то время как дамасская сталь — это сталь (или вернее поковка), полученная путем кузнечной сварки полос или прутков высокоуглеродистых сталей с низкоуглеродистыми с последующей многократной проковкой. При этом процессковки «дамаска» аналогичен процессуковки булатных заготовок. По узорам на клинке различали две разновидности дамаска: полосатый, полученный путем продольной сварки полос из высокоуглеродистых сталей с низкоуглеродистыми, и свитый или скрученный, полученный путем скручивания (или свивания) полос и прутков из различных сталей с последующей кузнечной сваркой и тщательной проковкой.

В результате такой технологии поковки из дамасских сталей имели красивый рисунок, напоминающий рисунок различных булатных сталей.

Однако опытный глаз специалиста сразу отличит клинки из булатной стали от клинков из дамаска. Элементы рисунка на дамасских клинках периодически повторяются по длине изделия, а сами линии короче и постоянны по толщине.

В Дамаске до конца XIV в. ковалось лучшее оружие в мире из индийских «вутцев» и из сварочного булата — дамаска. В начале XV в. г. Дамаск был захвачен армией Тимура и полностью уничтожен. Все ремесленники и в том числе и кузнецы-оружейники были вывезены в г. Самарканд и в другие города Средней Азии. В это время начинается широкое производство булата в городах Средней Азии, на Кавказе, в Турции, Иране. К концу XIX в. производство его практически прекратилось.

Необходимо сказать несколько слов о «русском булате» — харалуге. В древнерусской литературе очень часто упоминается харалужское оружие (мечи, копья) и доспехи. Так, в «Слове о полку Игореве» несколько раз говорится о харалужных мечах, копьях, цепях и коль-

чугах «Ваю храбрая сердца в жестоцем харалуге скована, а в буести закалена».

«Харалуг» — это многослойная сварная сталь (типа дамасской), которая ковалась из кричного железа. Технология изготовления оружия из многослойной сварной стали была хорошо известна славянским народам уже в VI в. н. э.

Городские кузнецы, обслуживающие дружину, в совершенстве владели и так называемой эластичной штамповкой, при которой в специальных штампах с «эластичной средой» — свинцом, кожей — изготавливали различные бляшки из листового золота и серебра для украшения одежды, сбруи коня и других предметов быта.

В период могущества Киевской Руси строятся величественные Софийские соборы в Киеве, Новгороде, Полоцке, и кузнецы принимают активное участие в строительстве: куются мощные связи — «тяжи» и пояса для скрепления стен, сводов и арок, окна закрываются решетками с красивыми рисунками, собираются из металлических «досок» парадные двери и ворота, отковывается обрешетка (журавцы) для куполов и шатровых крыш, и как завершающее звено собирается и устанавливается на навершиях куполов восьмиконцовые кресты.

Высокого мастерства достигают и златокузнецы, изготавливающие высокохудожественные кубки и вазы, миски и братины, блюда и чарки. Изделия украшались просечной резьбой, гравировкой, драгоценными камнями и рельефной чеканкой.

В начале XIII в. на Русскую землю обрушились многочисленные полчища монголо-татарской орды, которые несли смерть и разрушение. Ремесленники были убиты на полях сражения или взяты в плен. Города и села, поработанные захватчиками, вымерли.

Однако, несмотря на общее разрушение и опустошение Русской земли, со второй половины XIV в. начинается постепенное возрождение страны. Возрождаются ремесла — дети и внуки кузнецов начинают ковать лемеха и мотыги, косы и оружие. В 1380 г. князь Дмитрий Донской, собрав хорошо вооруженное войско, дал бой на Куликовом поле (рис. 4).

Кузнецы во многом способствовали победе в Куликовской битве: они «одежи» русского воина в надежные защитные доспехи: кольчуги и шлемы; хорошо вооружили мечами, топорами, копьями, луками, стрелами.



Рис 4 Куликовская битва (из рукописи XVI в)

В последующие годы продолжается объединение русских земель в единое государство, появляются новые города, развиваются товарно-денежные отношения, растет численность ремесленников, начинают закладываться основы промышленности.

В XV в. определились районы железоделательных промыслов в Подмосковье, в районах гг. Тулы, Серпухова и Каширы; в Замосковном крае у гг. Белоозера и Пошехонья, Ярославля, Галича и Костромы; в Новгородском крае у гг. Бежицы и Осташкова; Устюжна-Железопольском крае, в г. Олонце в Карелии, в Приморье у г. Яренска и в Заонежье на так называемых Лопских погостах.

В этот же период начинается специализация кузнецов по районам. Так, устюжинские кузнецы ковали пушки, пищали, ядра, в большом количестве изготавливали «оружие» против конницы — «подметные рогульки».

В районе Белоозера крестьяне тоже варили железо и ковали из него гвозди и скобы для судов, в г. Вологде — ковали топоры, ножи, косы, гвозди; в г. Костро-

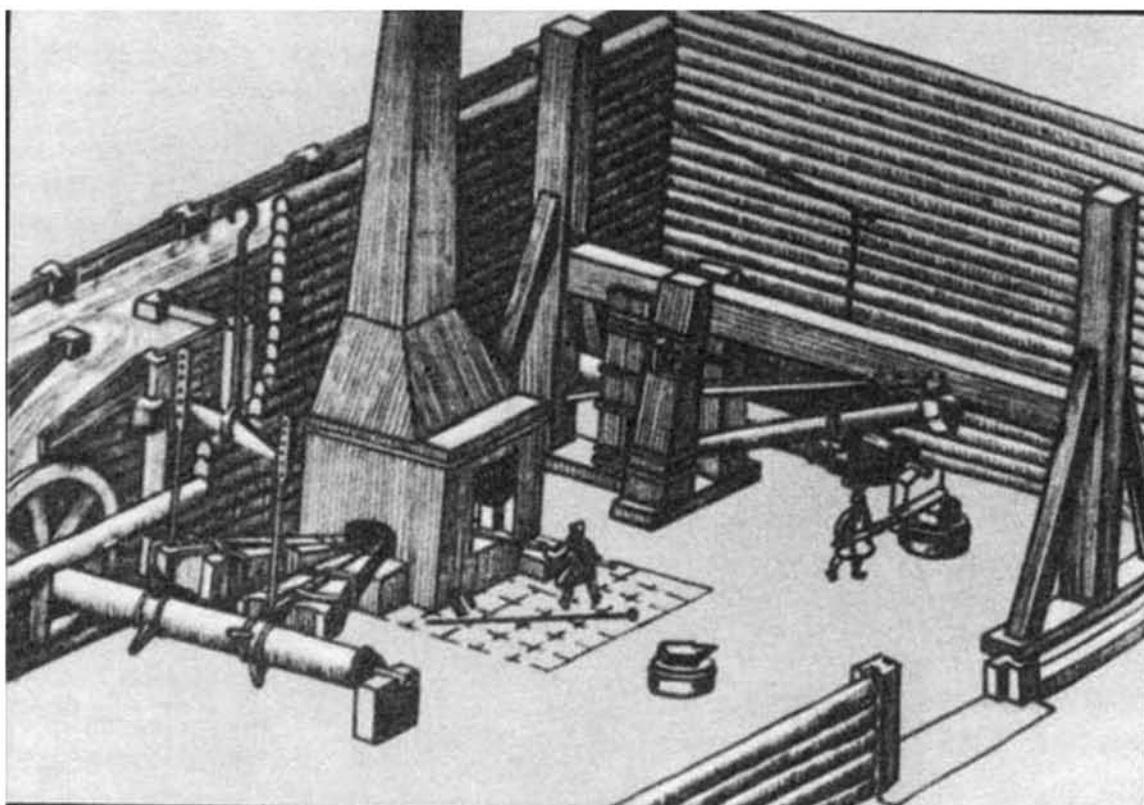


Рис. 5. Молотовый цех с водяными колесами

ме — безмены; в г. Твери — иглы, крючки, сапожные и обойные гвозди.

В XVI в. продолжает расширяться железоделательная промышленность, открываются новые рудные залежи около г. Каширы, где глыбовая железная руда выходила на поверхность, Устюга Великого и г. Тулы, а также у поморских карел. На реке Лахоме в районе г. Вычегды строится «железцовая мельница» с «водяным» колесом, приводившим в действие «самоков», а «Соловецкий летописец» говорит о существовании железоделательного производства и на землях Соловецкого монастыря.

В XVII в. железное производство из крестьянско-кустарного становится промышленным, в 1631 г. начинает работать первый завод на Урале на р. Ница. В Олонецком крае на заводах Устьрецком и Кедрозерском ковали пушки и ядра, а также выплавляли железо для продажи. В 1640 г. на р. Камгорке (недалеко от г. Соликамска) был построен первый медеплавильный завод в России.

Постепенно центр железоделательного производства с вододействующими молотами перемещается в г. Тулу, где в 1632—1637 гг. был построен первый доменный



Рис. 6. Памятник Петру I в г. Туле

завод Московского государства. В конце XVII в. богатый и предприимчивый кузнец Никита Антуфьев (Деми-дов) организовал в г. Туле первую железоделательную мануфактуру, для чего устроил четырехсотметровую плотину при впадении р. Тулицы в р. Упу, построил две высокие домны и пустил две молотовые фабрики, на ко-торой с помощью «водяных» молотов ковались желез-ные заготовки (рис. 5). В это же время на Тульских за-водах появляются токарные и сверлильные станки, работающие от «водяного» привода. XVIII в. становит-ся веком широкого развития металлургической и кузнеч-ной промышленности, г. Тула по указанию Петра I превращается во всероссийскую кузницу оружейных кадров. В память об этом в г. Туле установлена скульп-тура Петра I (рис. 6).

Высококвалифицированные кадры тульских кузнецов-оружейников направляются в г. Устюжну-Железнопольскую, а в 1704 г. 170 мастеров — на крупный завод в г. Олонце. Тульские кузнецы-оружейники составили основной костяк квалифицированных рабочих и на Липецком оружейном заводе, основанном в 1702 г.

Выбрав г. Воронеж местом размещения верфей и металлургических заводов, Петр I не жалел ни сил, ни средств для ускорения строительства кораблей. Он придавал огромное значение развитию металлургии как в центре России — районах гг. Тулы, Каширы, так и в южных районах, которые непосредственно примыкали к г. Воронежу, а также и на Урале.

В короткий срок на юге Русского государства в районе г. Липецка возникают железоделательные заводы: Боринский (1639 г.), Липецкие — Верхний и Нижний (1700—1712 гг.) Кузьминский (1706 г.) и позже Новопетровский (1758 г.). Этому способствовали залежи железной руды, огромные лесные массивы, удовлетворяющие потребность в угле; обильные запасы водной энергии. Реки, перехваченные плотинами, становились источником дешевой энергии, на которой работали «вододействуемые» железные заводы. Немаловажное значение имело также распространение в этих местах кузнечно-литейных промыслов.

Липецкие железоделательные заводы, по описанию тех времен (рис. 7), состояли из: «1. Липских заводов Верхний пруд длины от плотины до ключей 520 сажен. 2. Липских заводов верхней плотине длина 58 сажен, ширина подле вешняков 9 сажен, вышина 8 аршин. 3. Спуск водяной у той же плотины и с вешняками. 4. Упор при спуске. 5. Четыре домны. 6. Вешняки доменные и с двумя трубами. 7. Молотовая и при ней изба. 8. Молотовые вешняки и с ларем. 9. Из молотового ларя в большой спуск маленький спуск же. 10. Стальная кузница. 11. Ветхая кузница. 12. Кузнецы, что стволы заваривают. 13. Якорная. 14. Меховая. 15. Сушильная лесовая изба. 16. Ложевая и слесарная. 17. Магазиенные амбары. 18. Вертельная и слесарная. 19. Магазиенные амбары, где артиллерийские припасы лежат. 20. Ниже верхней плотины против спуска для крепости берега свая и с фашинником. 21. Мост на заводы и с воротами. 22. Липских же заводов Нижний пруд, длина от плотины до Студеновских ключей 1260 сажен. 23. Нижней плотины длина 1100 сажен. ширина у вешняков 11 1/2

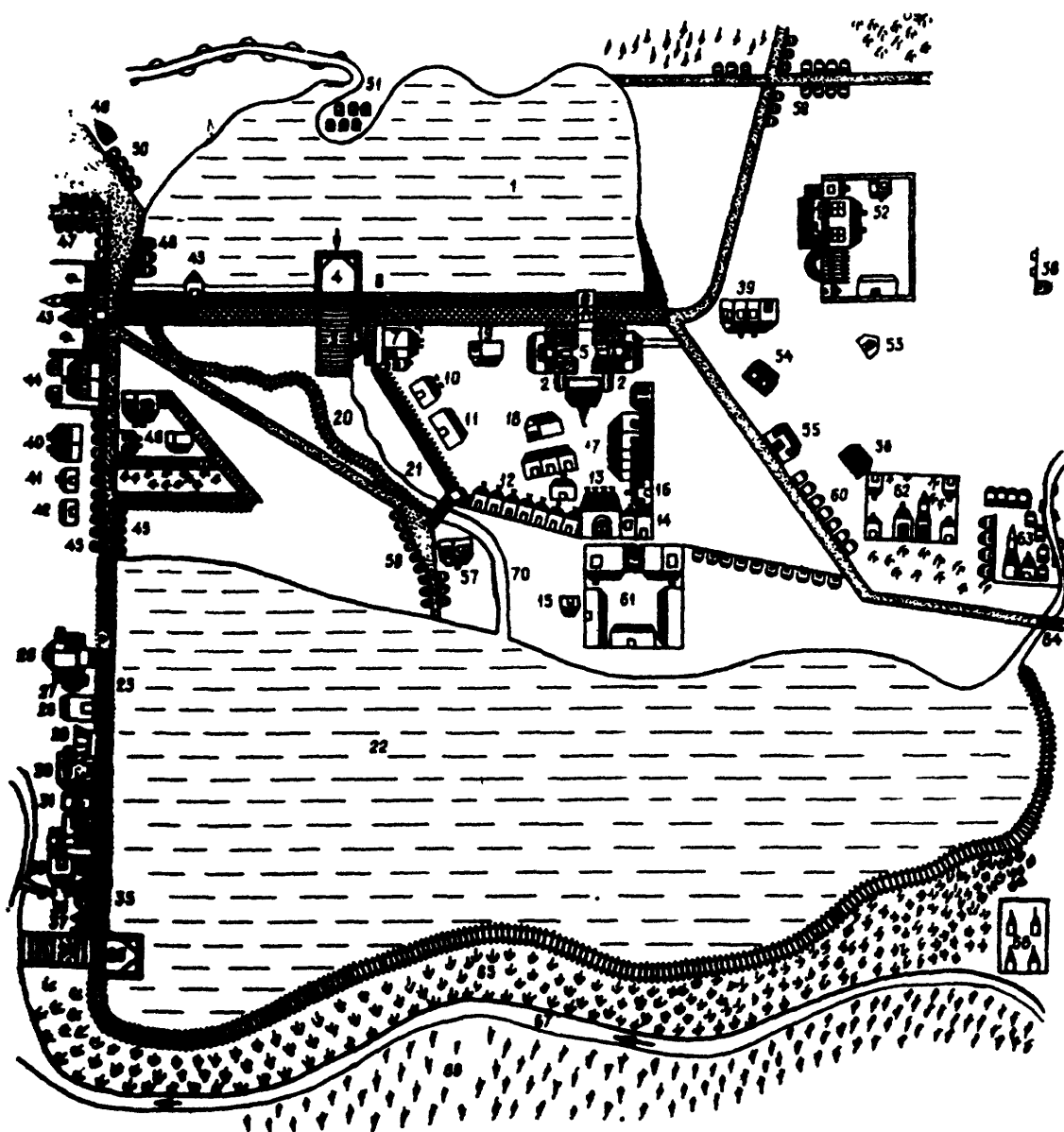


Рис. 7. Первый известный план Липецких железоделательных заводов (1742 г.)

сажен, выши́на 5 1/2 аршина. 24. У оной же плотины спуск водяной. 25. Упор при спуске. 26. Молотовая с вешняками и с двумя ларями. 27. Толчея шляпная. 28. Новостроящаяся свирелна и мельница. 29. Вешняки с трубой. 30. Мельница мучная. 31. Проволочная. 32. Вешняки и с ларями. 33. Свирелная и при ней изба. 34. Дорога с мостом через реку Воронеж. 35. Анбар с заводскими припасами. 36. Караульная изба. 37. Заводская кузница. 38. Липских же заводов рудники 15 рвов и с двумя избами. 39. Контора. 40. Шляпной двор. 41. Красильня, где шляпы красят. 42. Магазин шерстяная. 43. Церковь Рождества Христова и против ее на плотине часовня. 44. Двор артиллерии капитана



Рис. 8. «Куящий Вулкан» — образ, олицетворяющий Петра I

45. Дворы мастерская Нижней плотины. 46. Флагманский двор. 47. Лавки. 48. Лавки ж, что на нижней плотине. 49. Церковь новостроящаяся. 50. Дворы посадские. 51. Дворы крестьянские выше пруда. 52. Двор командирский. 53. Погреб пороховой. 54. Печь кирпичная, где руду обжигают. 55. Тюрьма. 56. Кирпичный сарай. 57. Лекарский двор. 58. Мастерская слобода у лекарского дому. 59. От верхней плотины по дороге мастерские и крестьянские дворы. 60. От тюрьмы по дороге мастерские дворы. 61. Конюшенной казенный двор и при нем слобода разных чинов людей. 62. Монастырь Поройские Пустыни. 63. Село Студенки. 64. Мост через Студенку. 65. Лес около Нижней плотины. 66. Город Сокольск. 67. Река Воронеж. 68. Лес за рекою Воронежем. 69. Рощи мелкие по полям. 70. Липских заводов от Нижнего пруда до верхней плотины расстояние 210 сажень».

В ознаменование деятельности Петра I по созданию железных заводов в г. Липецке был воздвигнут в 1839 г. обелиск, в постамент которого была вмонтирована чугунная плита с барельефом «Куящий Вулкан» (рис. 8).

По мере развития металлургического производства выявляется потребность в повышении качества получаемого железа, и Петр I в 1722 г. издает указ, в соответствии с которым все выпускаемое железо следует проверять и клеймить специальными клеймами. Несколько



Рис. 9. Клеймо «Старый соболь»

позднее (в 1731 г.) издается правительственный указ о клеймении сибирского казенного железа: *«Сибирское казенное железо клеймить четырьмя клеймами, а именно: 1 — имя того мастера, кто делал железо, 2) на котором заводе железо делано, 3) Российский герб, 4) имя браковщико...»*.

В России в результате петровских преобразований уже в 1736 г. на 21 новом металлургическом заводе насчитывалось 101 доменная печь и более 470 кричных рычажных молотов, а в 60-х годах уже насчитывалось свыше 120 металлургических и железоделательных заводов, производивших около 82 000 т чугуна и 49 000 т железа в год. В это время Россия занимает первое место в мире по производству чугуна и железа. Русское железо «Старый соболь» (рис. 9) очень высоко ценилось на мировом рынке.

Большой вклад в развитие науки о рудах и металлургии оказал труд М. В. Ломоносова «Первые основания металлургии или рудных дел» (1763 г.), а также труд И. Шлаттера (1765 г.) «Обстоятельное описание рудного плавильного дела», в котором были даны основные технологические приемы получения стали из чугуна, рекомендации и чертежи по строительству кузнечных и металлургических цехов (рис. 10, 11).

По мере развития тяжелой промышленности, судостроения и артиллерии существующее оборудование в конце XVIII в. уже не удовлетворяет технологические потребности. Необходимы были более мощные кузнечные машины с новыми видами привода и новые технологии. К этому времени уже была создана П. И. Ползуновым первая в мире «огнедействующая машина для заводских нужд», которую он рассматривал как «новый двигатель для всеобщего применения». В начале 1766 г.

ПЕРВЫЯ ОСНОВАНІЯ
МЕТАЛЛУРГІИ,
ИЛИ
РУДНЫХЪ ДѢЛЪ.



ВЪ САНКТПЕТЕРБУРГѢ
ПЕЧАТАНЫ при Императорской Академіи
Наукъ 1763 года.

Рис 10. Титульный лист книги М В Ломоносова «Первые основания металлургии или рудных дел»

первая двухцилиндровая паровая машина Ползунова была испытана и показала «исправное машинное действие».

Используя принцип действия машины Ползунова, Д. Уатт в 1784 г. получил патент на первый в мире паровой молот.

Однако внедрение паровых молотов в промышленность связано с именем английского конструктора машин Д. Несмита, который в 1842 г. построил паровой молот с массой падающих частей 3 т.

Вскоре паровые молоты стали применяться и на русских заводах. Так, два паровых молота в 1848 г. были куплены в Англии для Екатеринбургской механической фабрики и Воткинского завода. Выписывали паровые молоты «со всеми нужными устройствами для проварки иковки различных частей паровых машин».

Развитие молотового оборудования шло по пути увеличения массы падающих частей, что было необходимо для изготовления крупных поковок для судостроения, артиллерии и различных заводских машин.

В начале второй половины XIX в. на Обуховском и Пермском заводах были установлены самые мощные в мире молоты с массой падающих частей до 50 т.

Пермский «царь-молот» (рис. 12) был сооружен в 1871—1875 гг. по проекту талантливому русскому инженеру Николаю Васильевичу Воронцову (1833—1893 гг.). Диаметр парового цилиндра был 2,13 м при толщине стенок 178 мм, а диаметр штока — 560 мм. Станина балочной конструкции была склепана из листового железа толщиной 26 мм. Наибольшая высота подъема бабы — 3,05 м. Шабот массой 635 т был отлит целиком. Его отливали на месте в котловане. Такая отливка была уникальной и не имела аналогов в мире. Для ее отливки было установлено 14 вагранок, которые бесперебойно в течение нескольких недель плавил чугун и заливали его в форму. Огромная масса металла остывала очень медленно и, как отмечали очевидцы, даже спустя два месяца температура была настолько высокой, что на ее поверхности плавился свинец. После остывания шабот при помощи специальных паровых машин, полиспадов и других механизмов был перевернут в нормальное положение, обработан и установлен, а 17 февраля 1875 г. молот был пущен в действие (рис. 13). А несколько ранее (в 1873 г.) на всемирной выставке в г. Вене экспонировалась модель этого 50-тонного молота — самого

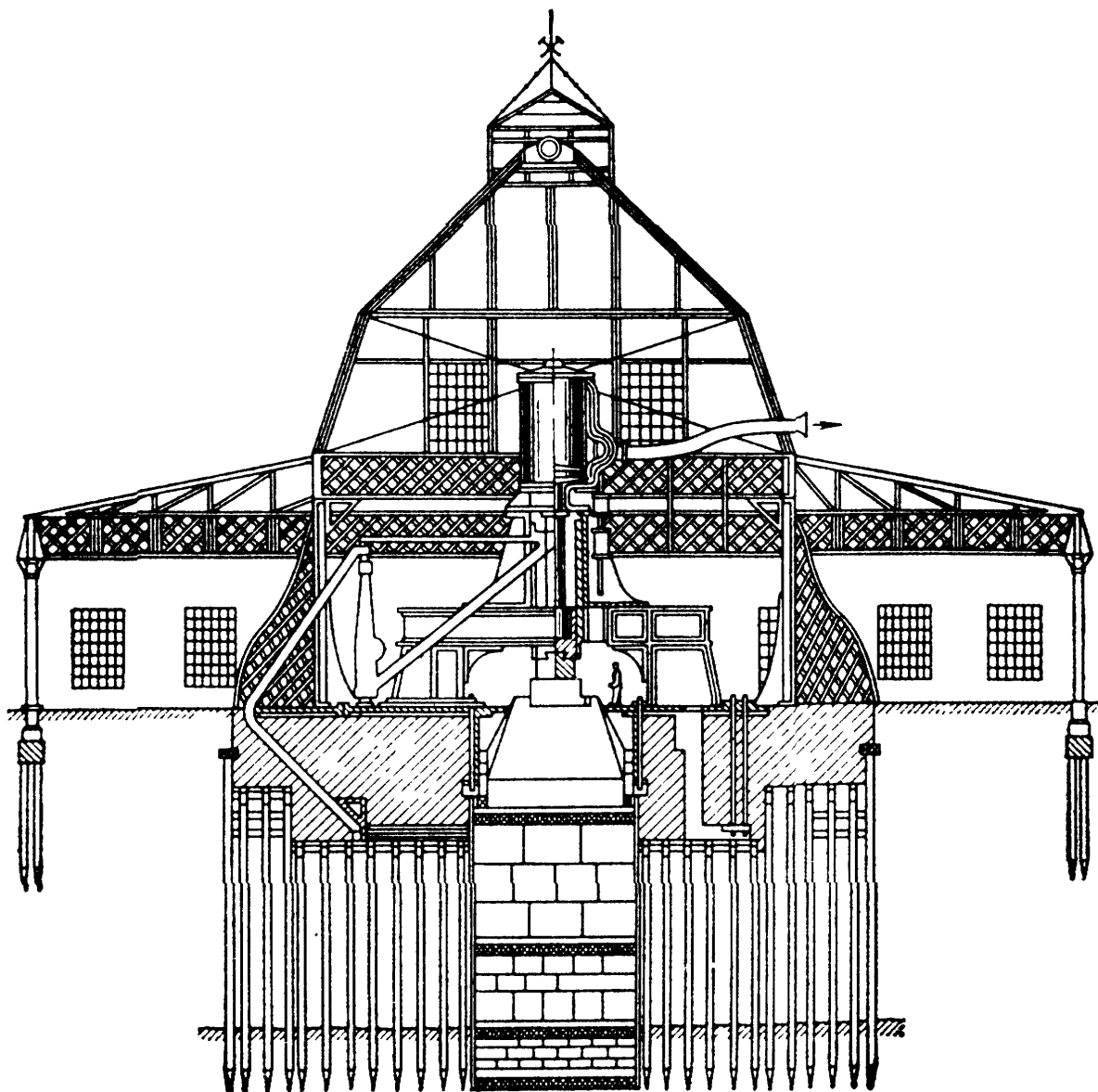


Рис. 12. «Царь-молот» Мотовилихинского завода (г. Пермь)

мощного в то время в мире парового молота двойного действия.

Где ковали якоря. Ковка якорей — наиболее сложный и ответственный вид работ, так как от прочности и надежности якоря зависела судьба корабля. Известно, что первый железный двурогий якорь был изобретен и откован скифом Анахарсисом в VII в. до н. э. из металла, полученного из керченской руды.

До конца XVII в. якоря ковались вручную (рис. 14), а затем при помощи водяных молотов на якорных фабриках (рис. 15).

Якорными мастерами славились города Ярославль, Вологда, Казань, Городец, Воронеж, Лодейное Поле, а также многие города Урала. Известно, что якорные мас-

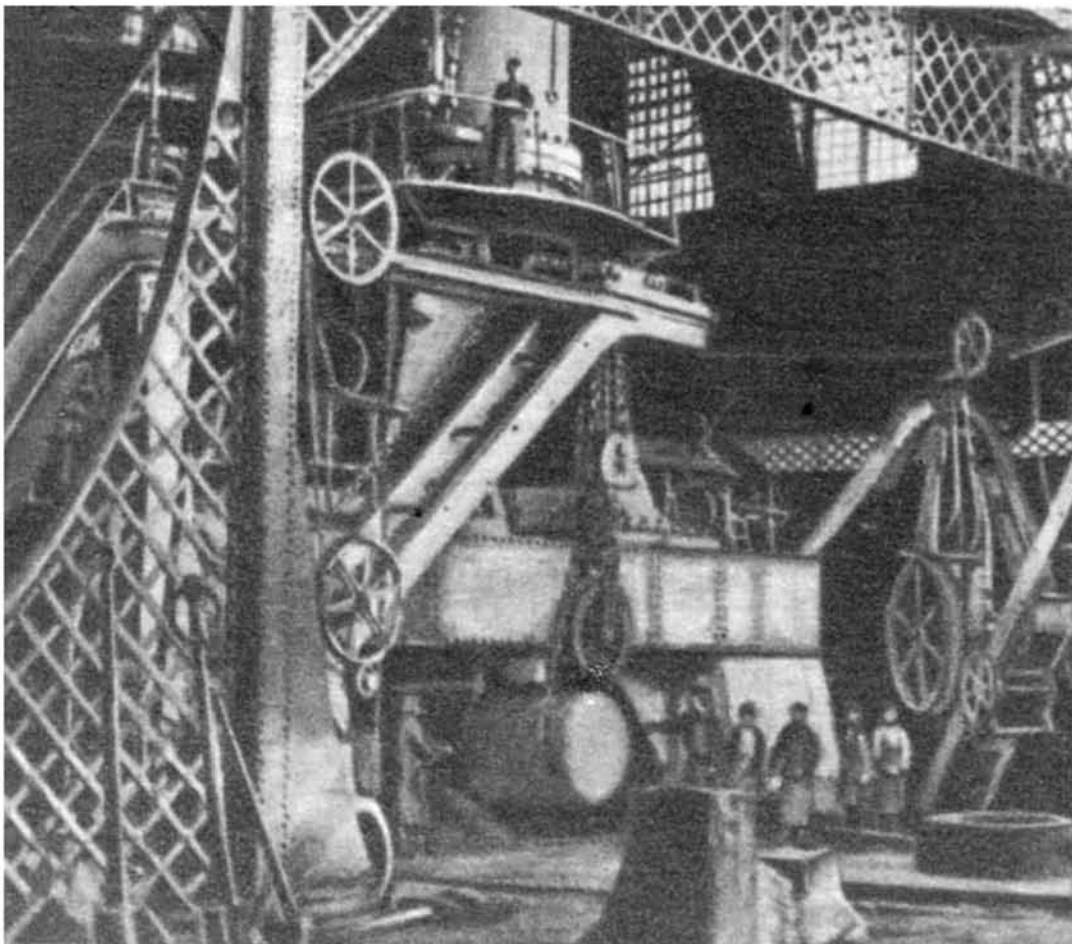


Рис. 13. Молот в цехе



Рис. 14. Ковка якорей вручную

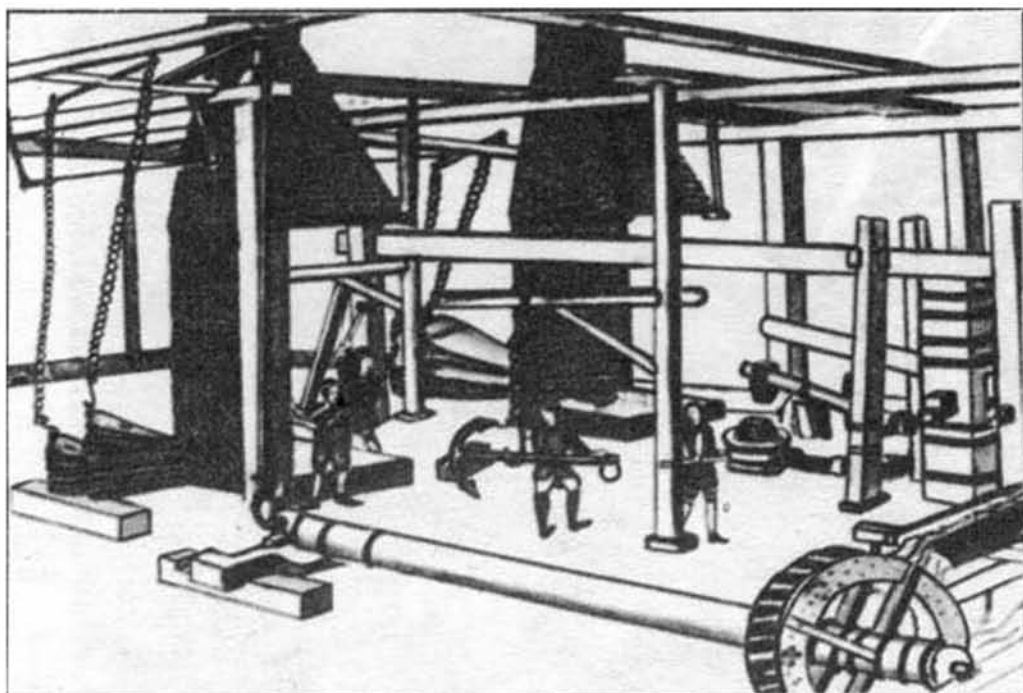


Рис. 15. Якорная фабрика



Рис. 16 Кованый якорь

тера Ярославля и Вологды отковали около ста «больших двоерогих якорей» (рис. 16) для судов морской флотилии, построенной по приказу Бориса Годунова.

Стремительное развертывание русского кораблестроения при Петре I повлекло за собой быстрое развитие металлургии и кузнечного дела.

Якоря для кораблей ковали кузнецы, собранные со всех концов России. Особым указом Петр I запретил им ковать какие-либо изделия, не относящиеся к флоту, и обязал монастыри оплачивать их работу. Поставлять якоря должны были и кузнецы первых русских заводчиков — Демидова, Бутената, Нарышкина, Борова, Аристов и др. Позже в Новгородской и Тамбовской губерниях были учреждены «казенные железные заводы».

Для первых фрегатов петровского флота, которые строились в 1702 г. на реках Свирь и Паша, якоря ковали в г. Олонце, но в 1718 г. часть якорных кузниц из г. Олонца перевели в г. Ладогу, а оттуда в 1724 г. в г. Сестрорецк.

В последние годы царствования Петра I на нужды флота работали уже десять государственных заводов: на севере страны — Олонецкий, Петровский (к нему были приписаны города Белоозеро и Каргополь), Ижорский, Кончезерский, Устьрецкий, Повенецкий и Тырницкий; на юге — Липецкий, Боринский и Кузьминский. Здания молотовых и якорной кузницы Кузьминского завода были хорошо для своего времени оборудованы. Завод имел два деревянных молотовых амбара, крытых тесом, размером около 21×12 м; якорную кузницу размером 27×13 м, а также ряд других вспомогательных и подсобных зданий.

После смерти Петра I якорное производство стало развиваться на Урале — на Воткинском, Серебрянском, Нижнетуринском и Ижевском заводах. Первый из них был основан в 1759 г. П. Шуваловым на реке Вотке при впадении в нее Березовки и Шаркана. Обилие лесов, рек и дешевой рабочей силы обеспечивали заводу быстрое развитие, и он превратился в один из крупнейших горных заводов России XVIII в. Руды для изготовления сварочного железа доставлялись на Воткинский завод с горы Благодать по рекам Чусовой и Каме. На якоря шло самое лучшее сварочное железо.

До 1850 г. на Воткинском заводе проварка всех частей якоря проводилась в горнах, но вскоре их заменили сварочными печами, которые топили дровами. Пример-

но в это же время на заводе появился паровой молот с массой падающих частей 4,5 т, что намного упростило и улучшило технологию изготовления якорей. В середине прошлого века в якорном цехе Воткинского завода в зависимости от заказов на якоря трудилось 250—350 человек. На каждом огне горна или печи в каждую смену работала артель из одного мастера, нескольких подмастерьев, двух — пяти рабочих, не считая занятых на подвозке угля. Завод выпускал якоря массой 3—300 пудов и более. Тяжелые якоря этого завода массой 336 пудов (почти 5,5 т), устанавливали на большие линейные корабли. К концу XVIII в. крупнейшим на Урале становится Ижевский завод. В 1778 г. на нем было отковано 24 якоря массой 60—250 пудов, 134 553 пуда железа.

В якорном производстве завода было занято 110 человек.

Самые тяжелые в России адмиралтейские якоря массой до 10 т для линейных крейсеров «Бородино», «Измаил», «Кинбурн» и «Наварин» ковались в Ижоре, где в 1719 г. по указу Петра I были основаны Адмиралтейские заводы. Кузнечные молоты на этих заводах приводились в движение от водяных колес.

Кузнечное ремесло в Москве. О раннем периоде железного века Москвы можно судить по материалам археологических раскопок села Дьякова, расположенного на берегу р. Москвы (около с. Коломенское), Кунцевского и Мамоновского городищ.

Однако только при Ю. Долгоруком Москва становится городом с развитым ремеслом и торговлей. На Кремлевском мысу и на посаде развивается «городская основа жизни». Здесь было развито металлургическое и кузнечное производство — археологами обнаружены домница, сгустки шлака, крицы. На территории современного Зарядья раскопан крупный цех (размером 6,5×4,5 м) кричного и литейного производства и участок для изготовления бронзовых головок булавок, а у Китайгородской стены — литейно-кузнечная мастерская, в которой размещались домница и литейный участок.

По мере роста города все ремесла, связанные с огнем из-за боязни пожаров постепенно вытесняются с территории Великого посада за реки Москву, Яузу, Неглинную, так как реки — хорошая защита города от пожара. На местах поселений создаются ремесленные слободы: кузнецов, литейщиков, гончаров и т. д.

С XVI в. Московские кузнецы начинают работать на привозном железном сырье — укладе, который получали из гг. Новгорода, Устюжны-Железнопольской, Серпухова и Тихвина. С этого же времени происходит специализация кузнецов на оружейников (рис. 17), бронников, замочников и т. п. Кузнецы уже работали в специальных кузницах (рис. 18). Кузнецы-оружейники ковали «белое» и огнестрельное оружие, плели кольчуги, а мастера-бронники ковали пластинки для доспехов. Впервые пластинчатый доспех — «брони дощатые» — упоминается в Ипатьевской летописи.

Кованые выпуклые пластинки (200—600 шт.) крепили на кожаные рубахи внахлест, что увеличивало общую толщину доспеха, а изогнутость пластин смягчала сабельные удары. В XV—XVI вв. происходит «слияние» кольчатых и дощатых защитных доспехов. Шею и плечи воина закрывает стальное ожерелье, грудь — зеркало, а руки предохраняются железными наручами.

Мастера-бронники селились в отдельных «бронных» слободах, находившихся в районах современных Большой и Малой Бронных улиц, а г. Бронницы известен уже в XV в. как поставщик доспехов в государево войско. О высоком качестве работы московских кузнецов-оружейников можно судить по тому, что многие цари и князья имели оружие и доспехи «московского выкова». Так, в описи оружия и доспехов Бориса Годунова имелась следующая запись: «Рогатина московская, московское копье, панцири, шлемы». В Оружейной палате хранится подъягдташный нож князя Андрея Старицкого (младшего сына Великого князя Ивана III) русской работы XV в., лезвие ножа булатное с золотой насечкой и надписью «князя Андрея Ивановича лета 7024». Известно, что булатные клинки ковали московские мастера Нил Просвита, Дмитрий Коновалов и Богдан Ипатьев. Высоко ценя кузнечное искусство, царь Алексей Михайлович посылал учеников «для учения булатных сабельных полос» в г. Астрахань.

Шлемы московского выкова не только успешно конкурировали с западными, но и считались особо ценными доспехами в царской казне. Шлемы, украшенные золотыми, серебряными или медными позолоченными накладками, стоили дорого и их носили в основном князья и бояре. При движении, как отмечают летописцы, шлемы сверкали и переливались в лучах солнца и производили впечатление «златых шеломов».



Рис. 17. Кузнец, кующий кинжал для воина (из рукописи XVI в.)



Рис. 18. Городская кузница

Уникальным образцом русского кузнечного и ювелирного искусства можно считать также шлем булатный или «шапку иерихонскую», который экспонируется в Оружейной палате. Это парадный шлем, выкованный знаменитым кремлевским кузнецом-оружейником Никитой Давыдовым для царя Михаила Романова. Тулья из булатной стали украшена тончайшей золотой резьбой. Жемчугом и русскими самоцветами декорированы на уши и козырек шлема. Спереди шлем украшен чеканным позолоченным челом, цветными эмалями и драгоценными камнями.

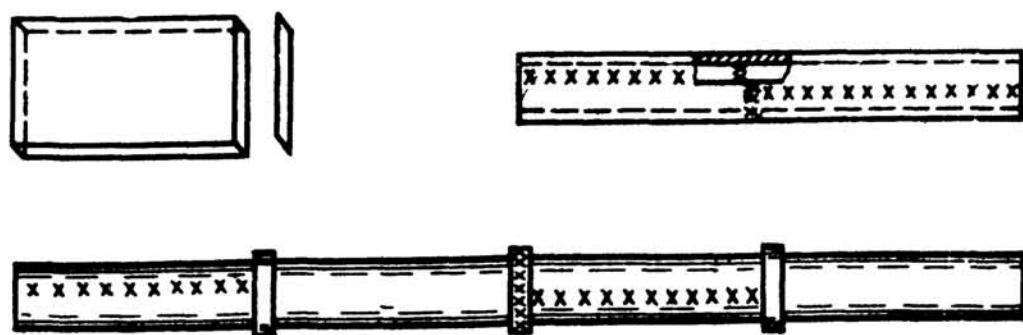
Кузнецов Москвы можно считать и родоначальниками отечественной артиллерии. Из летописи известно, что при обороне Москвы от орд хана Тохтамыша в 1382 г. русскими войсками была применена артиллерия: пушки, стрелявшие каменными ядрами, и «тюфяки», стрелявшие «дробом», т. е. картечью.

Начиная с XV в. Москва становится крупным металлургическим и кузнечным центром. Здесь создается Пушечная изба, ставшая впоследствии первым в России металлургическим заводом с приводом механизмов от водоналивных колес.

«В конце XV в. был построен большой по тому времени литейный завод — Пушечный двор. Он представлял собой литейно-кузнечное производство, с несколькими литейными амбарами и кузнечными мастерскими. Для приведения в движение всевозможных механизмов — мехов, молотов и т. п. — на реке Неглинной в XVII в. было поставлено несколько больших водоналивных колес, для чего она была перегорожена плотиной» — написано в Путеводителе «По улицам Москвы» по поводу возникновения Пушечного двора в Москве, а по дошедшему до наших дней плану можно представить как размещались мастерские (рис. 19).

Н. И. Фальковский в книге «Москва в истории техники» дает описание этого крупнейшего в России оружейного завода: «Оборудование предприятия было следующее: имелся амбар, в котором находился большой молот, с большим стулом-наковальней, горн и два больших водяных меха. Имелся особый горн пушечных кузнецов с наковальней. В амбаре вертильном стояло шесть станков для сверления водой ружейных стволов.... В кузнечном амбаре был большой молот да наковальня, где ковали водой ствольные доски. Кулак молота весил 245 кг, а наковальня — свыше 400 кг, и устанавливалась

The drawing depicts a manuscript page from the Voynich manuscript, featuring a grid layout with various symbols and text. At the top, there are several small, stylized figures or symbols. Below these, there is a large, ornate structure resembling a church or cathedral with two towers and a central dome. To the right of this structure, there is a smaller, simpler structure with a single tower. Below the large structure, there is a table with several rows of text in Voynich script. The text is written in a cursive, flowing style. To the right of the table, there is a small, ornate structure with a single tower. At the bottom of the page, there is a small, stylized figure or symbol. The entire page is enclosed in a rectangular border.



32

на мощном деревянном постаменте — стуле. Заварная кузница имела 10 горнов. Среди инструмента находились: наковальня с развилинами для сгибания ствольных досок, десять ствольных сердечников (костылей), пять крюков, на которых сгибают стволы. Работало на заводе в то время 134 человека, среди них 14 пушечных кузнецов. Основной продукцией завода в те годы были пушки, ядра, различные виды холодного оружия. Пищали и пистолы русских оружейников отличались не только оригинальной отделкой, но и оснащались ударно-кремневым замком... Кроме того, делались заказы и для города — ковались языки для колоколов, оковы и различные узлы для станков и различных машин, ворота для Кремля и Белого города, различные изделия бытового и художественного назначения. С XV в. начинают изготавливать пушки из бронзы, а позднее из чугуна».

Примером изделий, изготавливавшихся на Пушечном дворе, может служить язык колокола (рис. 20).

Начиная с XV в. московская рать уже не выступала в поход без артиллерии. Так, стены Казани не смогли противостоять разрушительному огню артиллерии войска Ивана Грозного. Петр I с юных лет интересовался оружейными заводами. Будучи в Москве, в один из праздников, после торжественной службы и обеда с боярами отправился на Пушечный двор. Там он приказал стрелять из пушек в цель и метать бомбы и, к ужасу бояр, сам поджег фитиль и выстрелил из пушки. Он потребовал указать самого опытного артиллериста, служившего в Пушечном приказе, у которого хотел учиться артиллерии. И в дальнейшем отсюда доставляли Петру I для учебных занятий пушечные припасы, «потешные огни» для фейерверков.

«Пушечные кузнецы» работали не только на «дворе», но и в так называемых застенках в Спасском, Никольском монастырях, в мастерских при складах, а также в походах. В 1698 г. на Пушечном дворе была открыта первая артиллерийская школа.

В 1648 г. на р. Яузе был построен филиал Пушечного двора — «Ствольная мельница», которая предназначалась для «ковки водою» пушечных мушкетных и карабинных стволов, железных досок, проволоки — «тянутого» и белого железа.

Необходимо отметить, что технология изготовления артиллерийских орудий была очень сложной и ответственной. Вначале отковывали из крицы «доски»

(рис. 21) — металлические листы толщиной до 10 мм (для пушек), шириной 1900 мм и длиной 1400 мм; затем подготавливали кромки для продольной и поперечной (торцевой) сварки; гнули доски в трубку на желобчатой наковальне или подкладке и сваривали на оправке продольный шов ствола внахлестку. После этого осуществлялась торцовая сварка на оправке двух средних звеньев ствола и торцовая приварка к средним звеньям ствола крайних частей ствола, прилегающих к казеннику и к дульной трубке. Требования к качествуковки стволов оговаривались специальным указом царя Михаила Федоровича в 1628 г.: «Пищали были бы для стрельбы казнисты и чтоб расседин и задорин в тех пищалях не было и были б прямы, чтоб к стрельбе были цельны».

В начале XVIII в. Пушечный двор был крупным металлургическим центром России, на котором работало около 500 человек. Однако развитие металлургических и оружейных заводов в гг. Новгороде, Пскове, Устюжне-Железопольской, Вологде, Туле и на Урале постепенно снижает значение Пушечного двора и в конце XVIII в. он уже превращается в арсенал, а в 1802 г. его упраздняют: «16 апреля было повелено все хранившееся в нем вооружение сдать в Арсенал, строения разобрать и материалы использовать на постройку Каменного Яузского моста».

Начиная с XVII в. в Москве и других крупных городах страны начинается широкое строительство дворцово-парковых ансамблей, и многие кузнечные мастерские переходят на изготовление больших и малых оград, оконных решеток, козырьков и наверший.

Неповторимость старых московских улиц объясняется наличием большого количества ажурных кованых оград, балконных решеток и легких кружевных козырьков подъездов XVII—XIX вв. Знаменитые мастера классицизма, архитекторы и зодчие Москвы В. Баженов, О. Бове, М. Казаков, Д. Жилярди, И. Витали, представители модерна А. Эриксон, В. Валькотт, Ф. Шехтель, а также представители советской школы архитекторов А. Щусев, Д. Чечулин, В. Щуко широко использовали кованый металл при создании дворцов, особняков, домов и парков.

Наиболее оригинальны по рисунку кованого металла выполненные в стиле «русского барокко» ограды второй половины XVIII в. (рис. 22—27). Мощные каменные

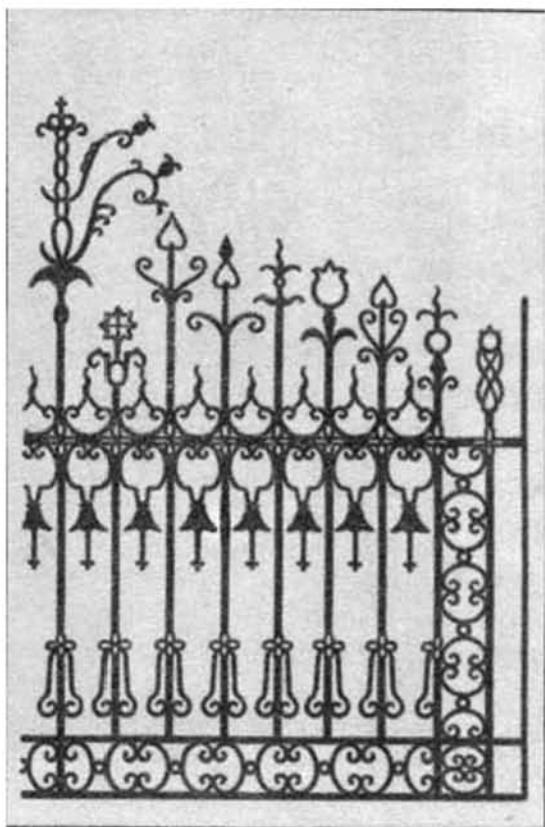


Рис. 22. Решетка церкви Алексея



Рис. 23. Решетка церкви Троицы

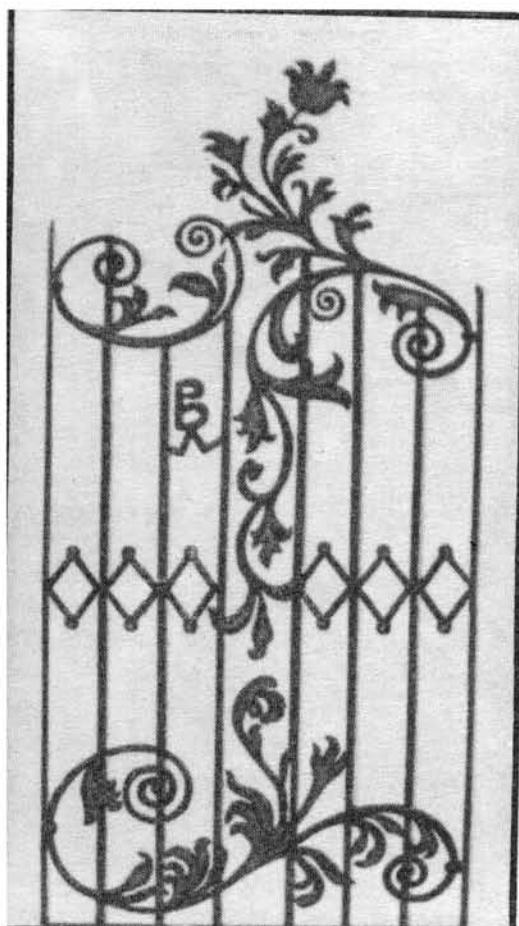


Рис. 24. Решетка церкви Косьмы и Дамиана

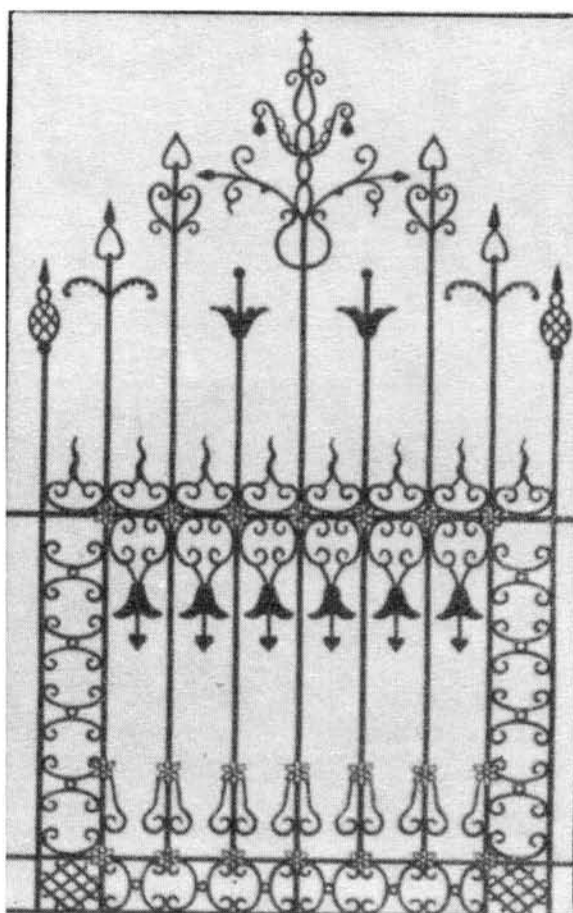


Рис. 25. Решетка церкви Никиты



Рис. 26. Ограда церкви
Петра и Павла



Рис. 27. Ограда церкви
Ивана Воина

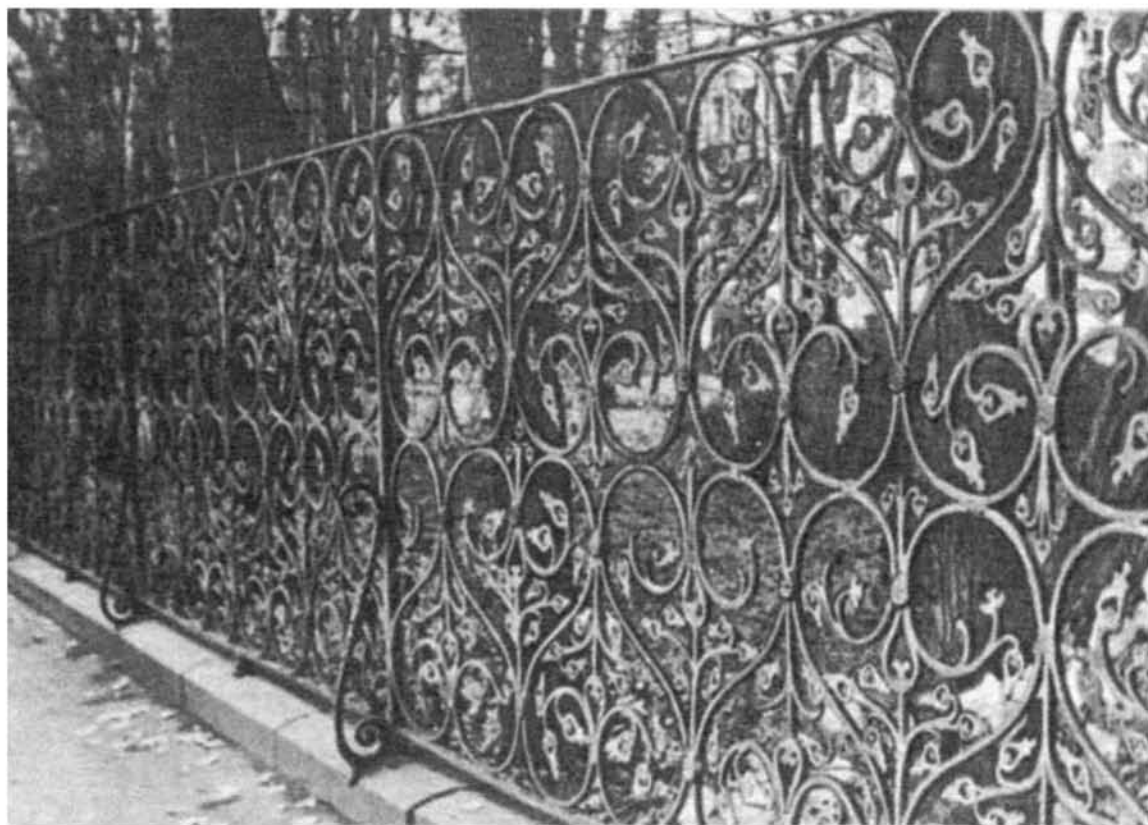


Рис. 28. Ограда бывших палат боярина Волкова (Б. Харитоньев
ский пер.)

столбы контрастируют с «легким и игривым» кованым узором.

Используя растительные мотивы, отковали кузнецы ворота и ограду двора бывших «палат боярина Волкова» (рис. 28), что в Большом Харитоньевском переулке, но здесь рисунок уже полностью симметричен и составлен из сердцевидных изгибов стеблей — «червонок» (излюбленный мотив русского декоративного искусства XVIII—XIX вв.). Места переплетения закрываются красивыми штампованными розетками. Столбы ограды цельнометаллические и поддерживаются завитками (рис. 29) из кованого витого стержня квадратного сечения.

С XIX в. художники и архитекторы при проектировании оград начинают широко использовать промышленный сортовой прокат, в результате чего общий рисунок оград становится более строгим, преобладают прямые линии, навершия оформляются в виде шаров или «пик». К этому периоду относятся ограды, выполненные в стиле «московского классицизма»: ограды музея Революции, старого здания библиотеки им. В. И. Ленина («Пашков дом») (рис. 30), здания института им. Склифосовского (рис. 31).

Изумительно смотрятся ажурные кованые решетки на фоне бывших дворцовых построек подмосковных усадеб Кусково, Кузьминки, Архангельское. Владея многочисленными кузнечно-слесарными мастерскими в г. Павлово-на-Оке, граф Шереметев, используя труд крепостных кузнецов, украсил свою вотчину в Кусково шедеврами искусства. Оконная решетка грота (зодчий Ф. Аргунов) напоминает по рисунку растительность подводного царства (рис. 32), а ограда и балконные решетки эрмитажа выполнены в строгом стиле, что придает парадность и подчеркивает красоту здания. Интересно отметить, что кузнецом в Кускове работал Иван Горбун — отец знаменитой актрисы Прасковьи Ивановны Ковалевой-Жемчужовой.

Наибольшее число оград и решеток конца XIX — начала XX в. в Москве выполнено в стиле «модерн». Асимметричные извивы кованых стеблей создают какой-то текущий орнамент из сливающихся, переплетающихся и перепутывающихся диковинных растений. Рисунок с решеток зачастую переходит на стену дома уже в камне или гипсе, разливается по всему фасаду и заканчивается мощными волнами на карнизе дома или в рисунке парапета крыши. В этом стиле выполнены гостиницы



Рис 29 Участок ограды

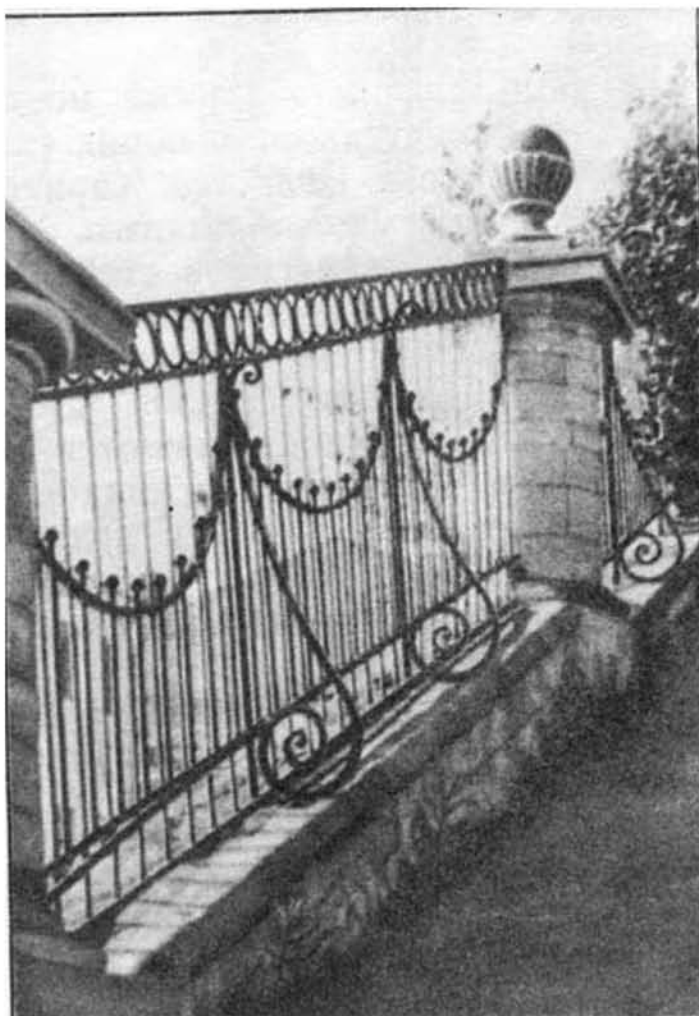


Рис 30 Ограда Государственной библиотеки им В И Ленина

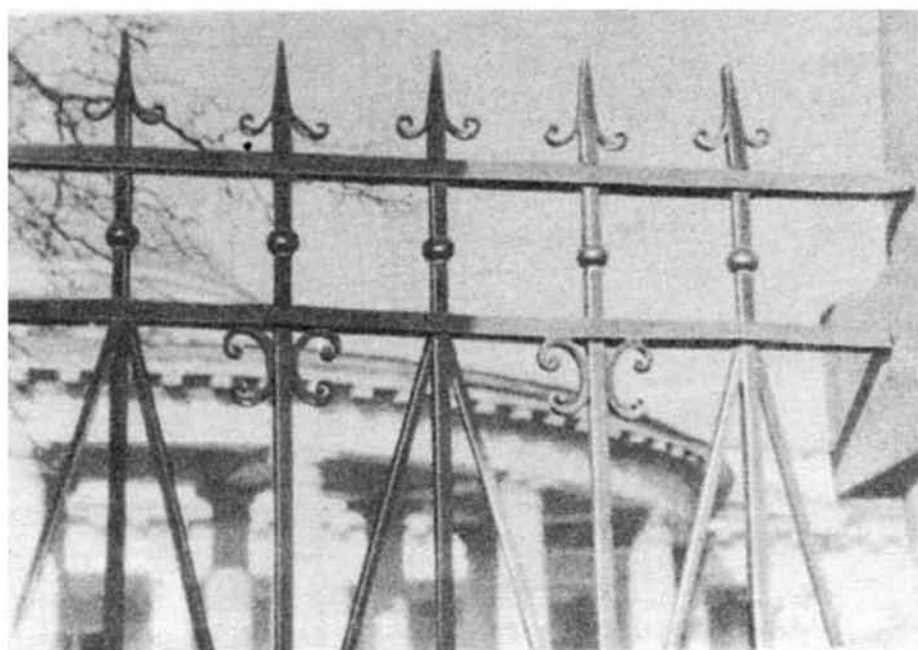


Рис 31 Ограда института им Склифосовского



Рис. 32. Кусково — оконная решетка гота

«Метрополь» и «Националь» (рис. 33), дом-музей М. Горького (бывший дом Рябушинского) (рис. 34), большое число домов по ул. Горького и по бульварному кольцу (рис. 35).

Подлинной кузнечной «симфонией» можно назвать кованный зонт над входом в аптеку № 1 на улице Двадцать пятого Октября (рис. 36). Зонт собран из сложных кузнечных изделий: сверху, словно свечи, выстроились

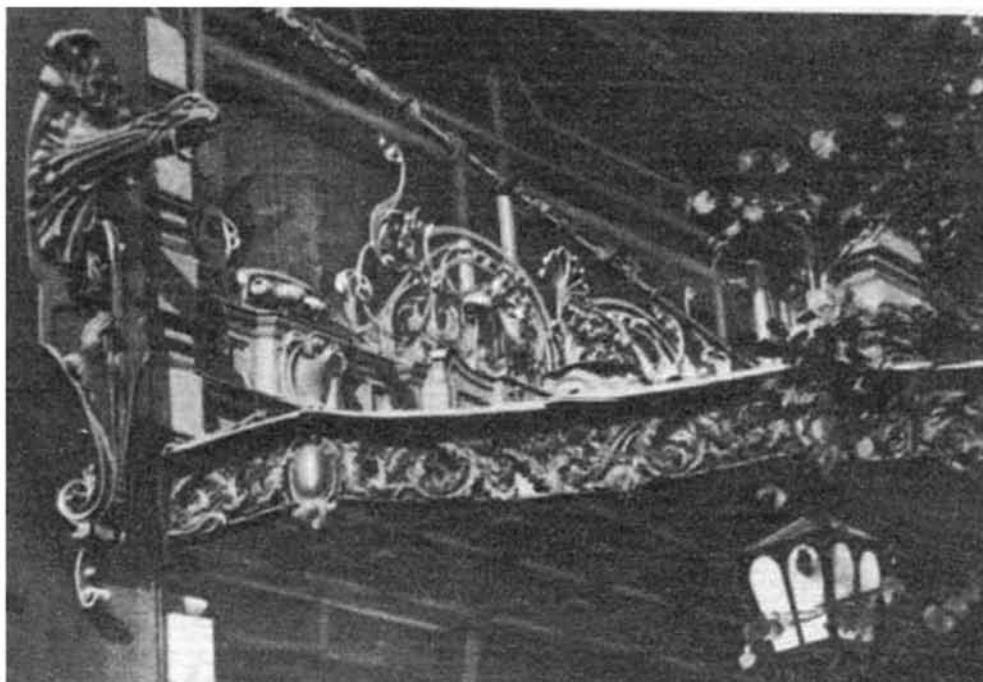


Рис. 33. Козырек над входом в гостиницу «Националь»

витые шишечки с листочками и завитками, боковая и лицевая стенки зонта состоят из ромбовидной сетки с перехватами в узлах и гирляндой по нижнему краю. По углам свешиваются стилизованные бутончики, а по кронштейнам затейливо извиваются акантовые листья со спиралями.

«Зонтик», раскрывшийся над входом в здание Историко-архивного института (архитекторы А. Бокарев и И. Мироновский), выполнен в псевдогоthicеском стиле (рис. 37). Рисунок кованых элементов как бы вычерчен при помощи циркуля и линейки: прорезные трилистники, четырехлопастные розетки, стрельчатые арки. Железное

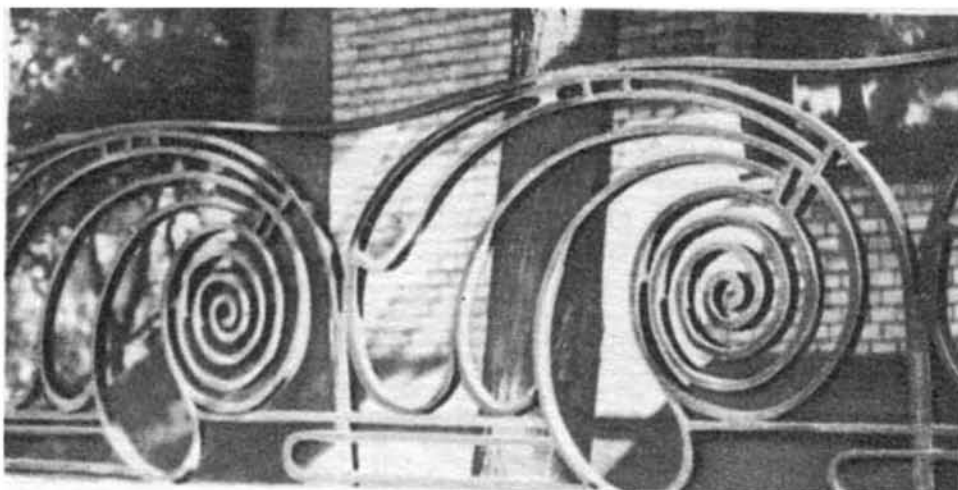


Рис. 34. Ограда дома-музея М. Горького



Рис 35 Ограда жилого дома

кружево зонта как-бы сливается с каменной резьбой пилястров здания и, «захватывая» стрельчатые окна, возносится к парапету крыши и наверхиям.

Московские кузнецы были первыми мастерами, начавшими изготавливать часы. Из древней русской летописи мы узнаем о строительстве первых в Московской Руси башенных часах — «а наречется сей часник часо-

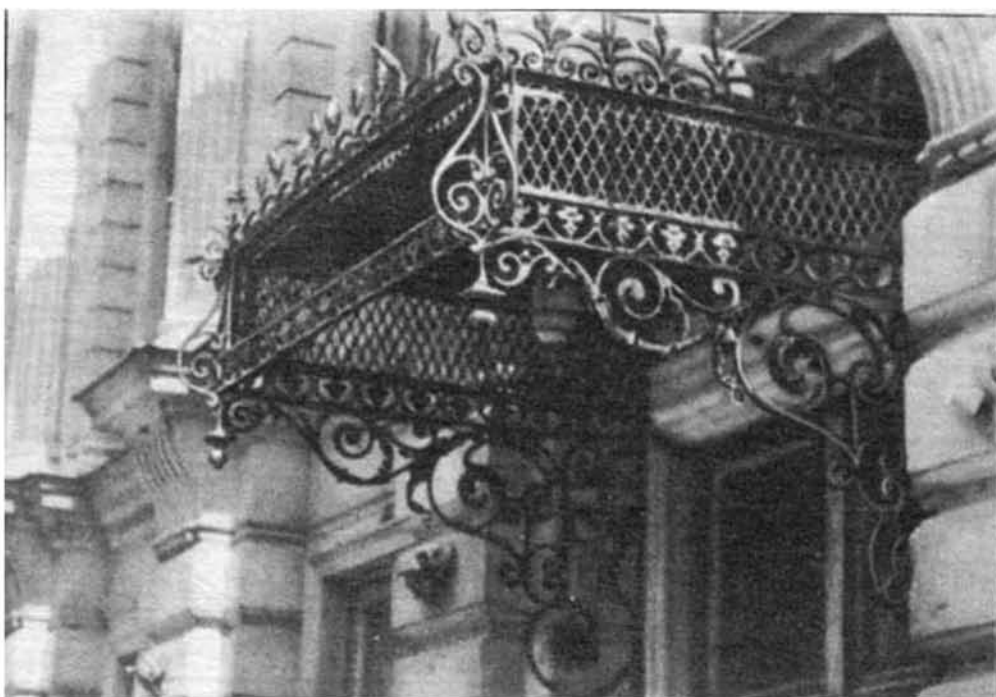


Рис 36 Кованый зонт над входом в аптеку № 1

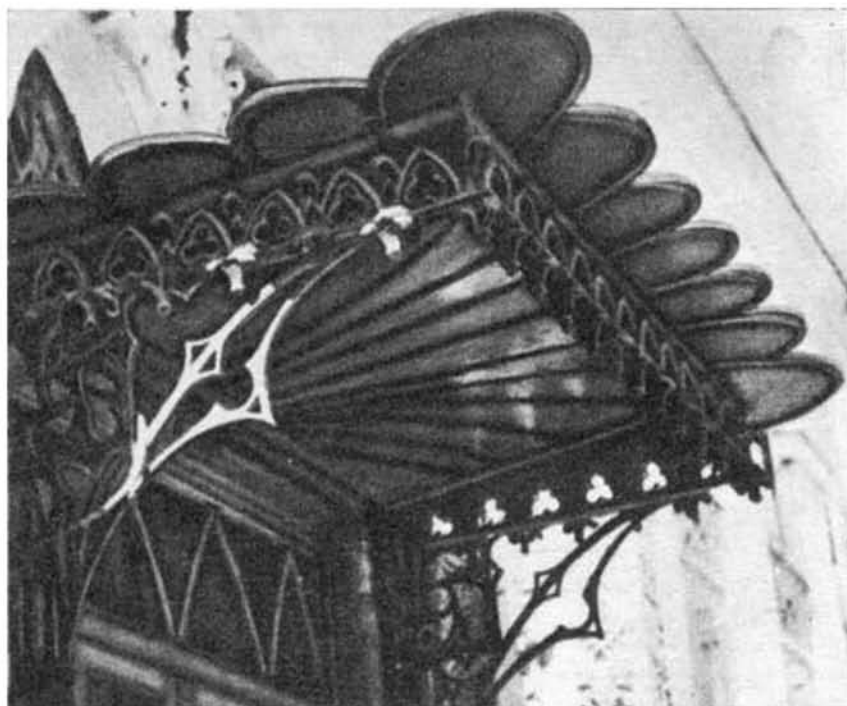


Рис. 37. Кованый зонт над входом в Историко-архивный институт

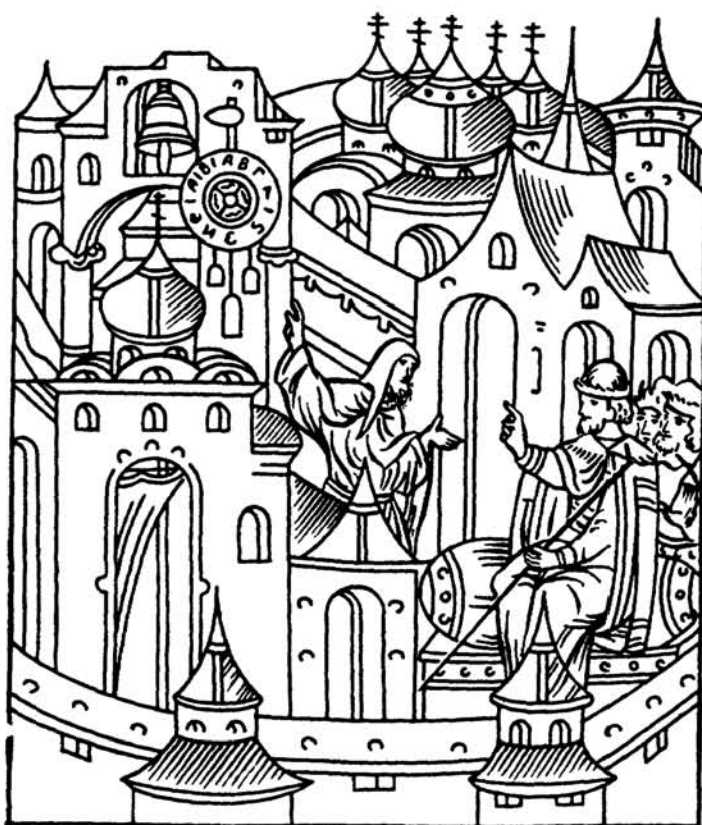


Рис. 38. Изображение первой московской часозвонни

мерье» и далее: «В лето 6912 (1404 г.)... князь Василий замыслил часник и поставил его на своем дворе». Смас-терил часы ученый монах Лазарь Сербин с мыса Афона и были они установлены на одной из башен белокамен-ного Кремля (рис. 38).

Башенные часы с боем и колокольной музыкой полу-чили особенно широкое развитие и распространение в XVI и XVII вв. Они ставились в больших монастырях, в городах. В конце XVI в. в Московском Кремле были установлены часы на трех башнях: Спасской, Тайниц-кой и Троицкой, а в начале XVII в. — на Никольской.

В первой половине XVII в. в Москве под руковод-ством английского механика, Галовея велись работы по устройству новых больших часов на Спасской башне Кремля. Эти часы с движущимся циферблатом и со сложным устройством для колокольной музыки (куран-ты) получили большую известность. Чуть позднее ба-шенные часы мастером Оружейной палаты Петром Вы-соцким были установлены и в Коломенском над новыми каменными воротами. Эти часы имели сложный меха-низм для перемещения циферблата и молотковый при-вод на восемь «перечастных» колоколов.

Следует отметить, что при создании часовых меха-низмов требовалась высокая точность изготовления большого количества сложных деталей и подгонка их друг к другу. Все детали механизма часов делали ква-лифицированные кузнецы. Вначале отковывали различ-ные по размерам колеса и шестерни (рис. 39), валы и оси, из толстых кованых полос собирали раму. После этого отковывали боль-шое число звеньев цепей и начиналась кропотливая работа по сборке и отлад-ке часов. Работы услож-нялись тем, что размеры некоторых деталей дохо-дили до 5 м и более, а масса их достигала де-сятков и сотен килограм-мов. И на таких колесах и шестернях необходимо было отковать строго оп-ределенное число зубьев

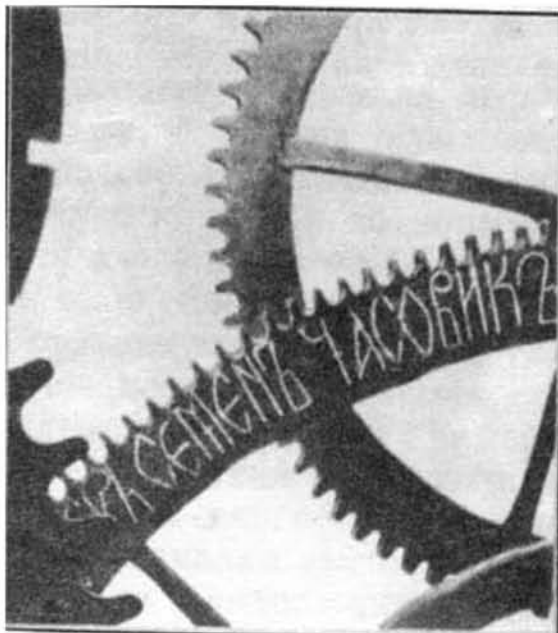


Рис. 39. Кованные детали часов

с высокой точностью «по шагу». Таким образом, техника часового дела уже с XV в. потребовала теоретических знаний в области математики и астрономии, без которых нельзя было ни строить часы, ни регулировать их ход.

Конец XVIII — начало XIX вв. был характерен для Москвы не только ростом крупных «металлических» предприятий, требующих большого количества железа, чугуна, стали для производства различных изделий и конструкций, проволоки, гвоздей, рельс и т. д., но и ростом числа кузниц. Городские кузницы делились на общественные и домовые. Общественные должны были пристраиваться одна к другой, образуя «Кузнечный ряд». Домовые кузницы обычно размещались на отдельных участках и были деревянными, каменными или комбинированными, одноэтажными или двухэтажными. На первом этаже размещались сами кузницы, на втором — жилые помещения.

Общественные кузницы в кузнечном ряду имели значительно меньшее помещение и работы велись в основном «в одну руку», т. е. без помощников-молотобойцев. Эти кузницы специализировались на определенных работах: в одних изготавливали замки, в других — подковы, гвозди, различные болты и скобы, в третьих — кровати, ограды и другие крупные изделия. Однако со временем мелкое кузнечное производство начинает вытесняться специализированными заводами и фабриками.

В 1863 г. машиностроительные, гвоздильные и проволочные заводы получают право на беспошлинный ввоз железа из-за границы. Начинается рост крупных промышленных предприятий и к началу XX в. Москва становится крупным промышленным центром России с развитым капиталистическим производством.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛЕ, ИНСТРУМЕНТЕ И ОБОРУДОВАНИИ КУЗНИЦ

При ковке изделий кузнецам приходится иметь дело со сталями различных марок, цветными металлами и сплавами, которые различаются по физическим, механическим и технологическим свойствам.

При нагреве одни заготовки нагреваются быстрее, а другие медленнее. Кроме того, для нагрева до ковочной температуры одинаковых по размерам заготовок из разных материалов требуется сжечь разное количество топлива. Первое связано с теплопроводностью металла, которая характеризуется скоростью нагрева заготовки по сечению. Чем меньше теплопроводность металла, тем больше опасность появления трещин в заготовке при нагреве. Необходимо иметь в виду, что теплопроводность сталей, особенно легированных, в пять раз меньше теплопроводности меди и алюминия. Второе связано с теплоемкостью. Наибольшую теплоемкость сталь имеет при температуре 800—1100 °С. Таким образом, чем выше теплоемкость металла, тем больше требуется израсходовать топлива для нагрева заготовки до нужной температуры.

К технологическим свойствам металла относят: ковкость, усадку, свариваемость и закаливаемость.

Ковкость характеризует способность металла деформироваться под действием удара, а усадка — уменьшение размеров заготовки в процессе охлаждения. Стальные заготовки при охлаждении с ковочной до нормальной температуры уменьшаются в размерах на 1,2—1,3%.

Под свариваемостью понимают способность металлов образовывать в нагретом состоянии под действием удара сварные соединения. Лучше всего свариваются стали с малым содержанием углерода и вредных примесей и плохо — легированные стали, алюминий и его сплавы.

Закаливаемость характеризуется способностью металлов приобретать в результате закалки высокую твердость. Хорошо закаливаются стали с содержанием углерода 0,4—0,7 %.

Наиболее широко в кузнечных работах используется сталь — сплав железа с углеродом.

Кроме углерода в сталях содержится кремний, марганец, сера, фосфор и некоторые другие элементы. Причем сера и фосфор — вредные примеси, так при содержании серы более 0,045% сталь становится красноломкой, т. е. при нагреве до красного каления заготовка разрушается под ударами молота, а при содержании фосфора более 0,05% сталь становится хрупкой в холодном состоянии.

В зависимости от количества углерода стали разделяют на низкоуглеродистые, содержащие до 0,25% углерода, средне- (0,25—0,6%) и высокоуглеродистые (0,6—2%). Повышение содержания углерода увеличивает твердость и закаливаемость стали, но снижает теплопроводность и ковкость. Легированные стали в кузнечном деле применяются в основном для изготовления инструмента, работающего при ударных нагрузках и высоких температурах. Никель повышает прочность детали, а хром еще и твердость и износостойкость, но теплотворность стали снижается, марганец увеличивает твердость, прочность, сопротивление истиранию и удару, уменьшает вредное влияние серы, снижает теплопроводность. Кремний повышает прочность и упругость, но снижает вязкость и свариваемость. Для маркировки сталей принято наиболее распространенные легирующие элементы обозначать: Х — хром, Н — никель, Г — марганец, С — кремний, Т — титан, Ю — алюминий. Буквой А обозначается пониженное содержание серы и фосфора.

Например, марка 40Х означает, что сталь содержит до 0,4% углерода и до 1% хрома; 18ХГТ — сталь содержит до 0,18% углерода, 1% хрома и до 1% титана; 20ХГА — сталь содержит 0,2% углерода, до 1% хрома, до 0,9% марганца.

Инструментальные углеродистые стали содержат 0,6—1,3% углерода, 0,15—0,60% марганца, 0,15—0,35% кремния, 0,03—0,35% серы и фосфора. Эти стали обозначают буквой У, за которой следует цифра, обозначающая процентное содержание углерода. Например, сталь У9 — сталь инструментальная с содержанием углерода 0,9%.

Из цветных металлов в кузнечном деле используют медь, алюминий, магний, титан и их сплавы. К деформируемым латуням (сплав меди с цинком) относятся Л90, Л80, Л68, Л62 и др. (цифры обозначают содержание ме-

ди в процентах); к оловянистым бронзам — сплав меди с оловом — БрОЦ4—3 (4 % олова, 3 % цинка). Кроме этого, хорошей ковкостью отличаются алюминиевые сплавы.

Внутреннее строение металлов. Чтобы лучше чувствовать металл, представлять себе почему он куется, необходимо проникнуть как бы внутрь металла, изучить его строение. Все металлы и сплавы имеют поликристаллическое строение, т. е. состоят из отдельных прочно сросшихся друг с другом зерен, между которыми располагаются в виде тонких прослоек неметаллические включения различных оксидов, карбидов и других соединений. Зерно, в свою очередь, также имеет кристаллическое строение, а его размеры составляют 0,01—0,1 мм.

При ковке деформация протекает главным образом вследствие скольжения зерен относительно друг друга, так как связь между ними слабее, чем прочность самих зерен.

В результатековки зерна 1 металла (рис. 40) вытягиваются в направлении течения металла, что ведет к образованию мелкозернистой строчечной структуры. Одновременно вытягиваются неметаллические включения 2, которые придают деформированному металлу волокнистое строение, что можно наблюдать невооруженным глазом.

Размеры зерна, а следовательно, и прочностные свойства металла зависят от температуры концаковки. Чем выше температура металла в момент окончания деформирования, тем крупнее зерно и тем хуже механические свойства металла. Поэтому деформировать металл следует при такой температуре, чтобы измельченные в процессе деформирования зерна под действием высокой температуры не выросли до недопустимых размеров.

Каждый кузнец, чтобы качественно отковать деталь и термообработать ее, должен разбираться в диаграмме состояния железо — углерод (Fe—C), по которой можно определить строение и состав сплава в зависимости от температуры и концентрации компонентов сплава (рис. 41). По оси ординат отложена температура сплава, по оси абсцисс — содержание углерода. Кривыми линиями на диаграмме соединены критические точки, при которых происходят структурные превращения и другие изменения в сплаве.

Выше линии AC — сталь находится в жидком состоянии (Ж), в интервале между линиями AC и AE ($A+Ж$)

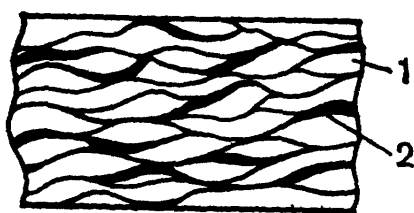


Рис. 40. Мелкозернистая стро-
чечная структура

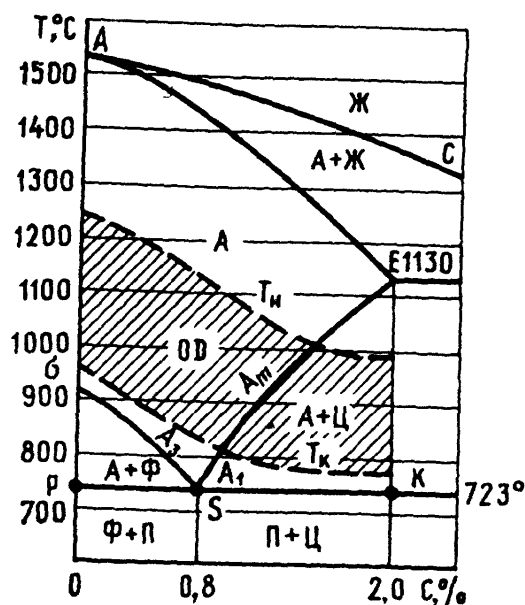


Рис. 41. Диаграмма состояния
железо — углерод (Fe—C)

из жидкого расплава выпадают кристаллики аустенита (A) — раствора углерода в γ -железе (Fe_γ).

Ниже линии AE и выше линий σ и SE все стали имеют структуру аустенита — однородного твердого металла, состоящего из одинаковых по составу и строению зерен. Между линиями σS и PS присутствуют зерна феррита — твердого раствора внедрения углерода в α -железо (Fe_α). В зоне между линиями SE и SK сталь имеет структуру аустенита и цементита (химическое соединение железа с углеродом Fe_3C). Ниже температуры линии PK аустенит переходит в феррит.

При нагревании углеродистых сталей до температуры ниже критической линии $A_1 = 723^\circ C$ в них не происходит изменений структуры. Изменения в структуре происходят выше линий $A_1 (PSK)$, так как феррит переходит в аустенит. Выше линии $A_3 (\sigma-S)$ весь оставшийся феррит переходит в аустенит, и сталь будет состоять только из зерен аустенита.

Топливо. Для нагрева заготовок кузнецы используют различные виды топлива: твердое, жидкое и газообразное (см. приложение 1). Наиболее широко применяется в небольших кузницах твердое топливо — дрова, торф, уголь и кокс.

Древесный уголь был основным видом топлива вплоть до середины XVIII в., а в настоящее время его изготавливается настолько мало, что для нагрева заготовок он практически не применяется. Однако если необходим умеренный нагрев заготовок небольших размеров, то лучше всего сделать это все же на древесном угле,

который должен быть хорошо выжжен, быть плотным, твердым, сгорать не слишком быстро, иметь блестящий излом и «звонкость». Масса 1 м³ хорошего древесного угля в рыхлой насыпке равна: дубового и букового — 330 кг, березового — 215 кг, соснового — 200 кг, елового — 130 кг.

Кокс наиболее широко применяется в кузнечных цехах для нагрева заготовок, так как имеет относительно низкий процент содержания серы и фосфора и высокую теплотворную способность.

Каменный уголь используется в том случае, когда необходимо нагревать заготовки до высокой температуры. Уголь хорошего качества должен при горении давать короткое пламя и хорошо спекаться. Плотность угля равна 1,3 т/м³, а масса 1 м³ в рыхлой насыпке — 750—800 кг. Уголь должен быть черного с блеском цвета размером с грецкий орех. Кузнецы называют такой уголь «орешек».

Жидкое топливо — это нефть, продукты ее перегонки (бензин, керосин и т. п.) и остаточные масла.

Наиболее широко в кузнечном деле применяются мазуты, которые относительно дешевы и имеют высокую теплотворную способность.

Газообразное топливо (природный газ) все шире начинают использовать в кузнечных горнах, так как оно относительно дешево, имеет высокую теплотворную способность, легко смешивается с воздухом, полностью сгорает и, самое главное, в нем отсутствует ядовитый оксид углерода.

Для тех кузнецов и любителей кузнечного дела, кто не имеет возможности использовать для нагрева заготовок жидкое или газообразное топливо, а также купить каменный уголь или кокс, рассмотрим способы получения древесного угля.

Получение древесного угля. «Кучи» (рис. 42) устраивают в лесу возможно ближе к месту рубки деревьев, на участке, защищенном от ветра и недалеко от воды. Вначале выравнивают площадку, очищают ее от дерна и утрамбовывают землю. Затем посередине вколачивают три кола и распирают их планками, в результате чего образуется вертикальная труба. На земле вокруг трубы насыпают горку из легко воспламеняющихся материалов (стружек, сухих веточек, бересты), на которую устанавливают поленья высотой 1—1,5 м. Над этим рядом устанавливается второй, а сверху — горизонтальные поленья

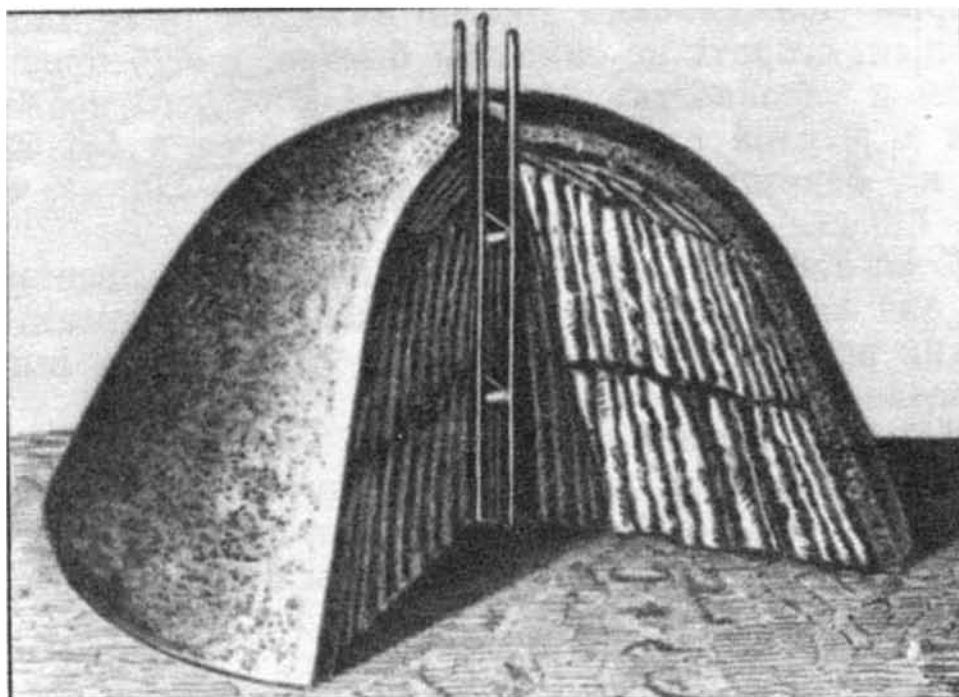


Рис 42 «Куча» для выжигания угля

и сучья образуют так называемый «чепец». Затем всю кучу покрывают слоем листьев, мхом и дерном и сверху засыпают песком и землей с угольным мусором. При этом необходимо следить, чтобы покрывка не доходила до земли. Далее у основания кучи с наветренной стороны укладывают сухие ветки и поджигают их. Когда низ поленьев разгорится — основание кучи плотно засыпают и горение продолжается с очень незначительным доступом воздуха. Все время необходимо смотреть за исправностью покрывки. Процесс горения длится 15—20 ч и считается законченным, когда из отдушин покажется голубой дым. После этого закрывают все отдушины и в течение нескольких часов куча охлаждается. Затем разбирают покрывку и разбивают крупные куски. Следует иметь в виду, что по объему древесного угля получается в 2 раза меньше, чем было дров, а по массе — в 4 раза.

Можно устраивать «кучи» и как показано на рис. 43. На ровной, защищенной от ветра, площадке укладывают параллельно на расстоянии 30—40 см друг от друга два полена длиной 1 м и толщиной 12—15 см и заполняют пространство между ними сухими стружками и щепками (а). Затем оформляют «кучу» (б, в). Постепенно «куча» принимает форму полусферы (г). Затем дрова со всех сторон обкладывают влажной соломой, засыпают слоем земли и обкладывают дерном толщиной

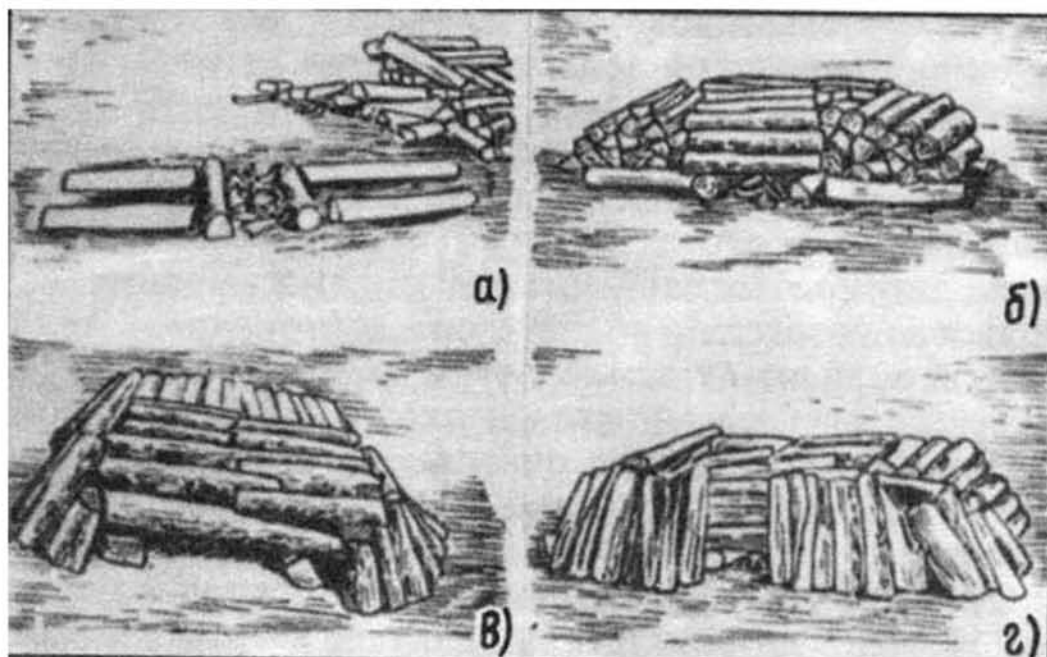


Рис. 43. Формирование «кучи» для выжигания угля

10 см, оставив снизу незасыпанный поясик высотой 20 см. После этого расчищают окно между нижними параллельными бревнами и поджигают стружки. Как только дрова разгорятся, окно плотно закрывается соломой и засыпается землей. Если где-нибудь в процессе горения начнет пробиваться пламя, то необходимо это место обложить соломой и засыпать землей.

Через 10—12 ч дрова сгорают и всю кучу засыпают до основания тонким слоем земли, чтобы дальнейшее горение шло без доступа воздуха. Спустя 3—4 ч уголь готов. Кучу разгребают, уголь поливают водой для прекращения горения и собирают.

Более простой способ получения древесного угля «в траншеях». В траншею длиной 1,5—2 м и глубиной примерно 0,5 м плотно укладывают поленья. Внизу под поленьями необходимо разложить мелкие щепки и стружки. Затем траншею закрывают железными листами, сверху насыпают песок и землю. С одной стороны траншеи оставляют окно, через которое поджигают щепки, а с другой — окно для выхода дыма. После того как дрова разгорятся, окна прикрывают и горение продолжается без доступа воздуха.

Следует иметь в виду, что для нагрева заготовок лучше использовать древесный уголь из дуба, клена, бука, березы.

Нагрев заготовок. Это важная и ответственная операция, от которой зависят качество деталей, производительность труда, стойкость инструмента.

Кузнецу необходимо помнить, что в процессе нагрева изменяются структура металла, его свойства и состояние поверхностных слоев. В результате повышается активность взаимодействия металла с атмосферой и на поверхности заготовки образуется слой окалины, толщина которой зависит от температуры и времени нагрева, химического состава металла и окружающей среды.

Наиболее интенсивно окисляются стали при температуре выше 900°C ; так, при 1000°C скорость окисления увеличивается в 2 раза, а при 1200°C — уже в 5 раз.

Окалина у легированных сталей плотная и имеет малую толщину, в результате чего она не растрескивается при ковке и защищает металл от дальнейшего окисления. Хромоникелевые стали при нагреве практически не окисляются и поэтому называются жаростойкими.

При нагреве углеродистых сталей происходит выгорание углерода с поверхностного слоя на глубину до 2—4 мм, что ведет к обезуглероживанию и снижению прочности и твердости стали и к ухудшению закаливаемости. Обезуглероживание особенно неблагоприятно влияет на качество поковок небольших размеров, подвергаемых последующей закалке.

Известно, что прогрев заготовок по сечению осуществляется вследствие теплопередачи от наружных слоев к внутренним. Под действием высокой температуры наружные слои расширяются больше внутренних и между ними возникают температурные напряжения, которые могут привести к разрушению металла. Заготовки из углеродистых конструкционных сталей с размерами сечения до 100 мм «не боятся» быстрого нагрева, и поэтому их можно закладывать холодными в печь с температурой до 1300°C .

Высокоуглеродистые и высоколегированные стали имеют низкую теплопроводность и во избежание образования трещин заготовки необходимо нагревать медленно.

Ковать заготовку можно только тогда, когда она равномерно прогреется по всему сечению.

Следует сказать, что для каждой марки стали имеется свой температурный интервалковки, т. е. определены температуры началаковки $T_{\text{н}}$ и конца $T_{\text{к}}$. Нагрев металла выше температуры $T_{\text{н}}$ приводит к перегреву

Известно, что при перегреве увеличивается размер зерен, металл приобретает крупнозернистую структуру, его пластичность снижается. Кроме того, поковки с крупнозернистой структурой имеют низкие механические свойства. При необходимости перегрев можно исправить термической обработкой, но это требует дополнительного времени и расхода энергии. Нагрев металла до еще более высокой температуры приводит к пережогу, в результате чего происходит ускоренная диффузия кислорода внутрь металла и из-за нарушения связей между зернами такой металл при ковке разрушается полностью. Пережог — неисправимый брак.

Ковка заготовок ниже температуры T_n приводит к образованию трещин. В связи с этим кузнецу необходимо пользоваться диаграммой Fe—C (см. рис. 41), на которой верхней штриховой линией T_n обозначена температура началаковки, нижней линией T_k — концаковки. Следовательно, ковать металл необходимо в температурном режиме $T_n > t > T_k$ (заштрихованная зона).

Чтобы поковки имели более высокие механические свойства, необходимо стремиться заканчивать ковку при температуре на 20—30 °C выше допустимой температуры T_k . В этом случае в металле успеет произойти рекристаллизация, а структура останется мелкозернистой.

По значениям T_n — T_k (см. рис. 41) видно, что низкоуглеродистые стали имеют более широкий температурный интервалковки (500 °C), чем высокоуглеродистые и легированные (300 °C). Следовательно, при ковке изделий из низкоуглеродистых сталей требуется несколько меньшее число нагревов, чем при ковке аналогичного изделия из высокоуглеродистой или легированной стали, так как температурный интервал больше и кузнец успевает выполнить большее число операций без дополнительного нагрева.

Таким образом, при нагреве заготовок необходимо следить за температурой нагрева T_n , температурой концаковки T_k и за временем нагрева, так как при увеличении времени нагрева слой окалины растет, а при быстром нагреве появляется опасность растрескивания металла. Из практики известно, что нагрев заготовки диаметром 10—20 мм на древесном угле до ковочной температуры осуществляется за 3—4 мин, а заготовки диаметром 40—50 мм — уже за 15—25 мин. Температуру нагрева заготовок в промышленных условиях определя-

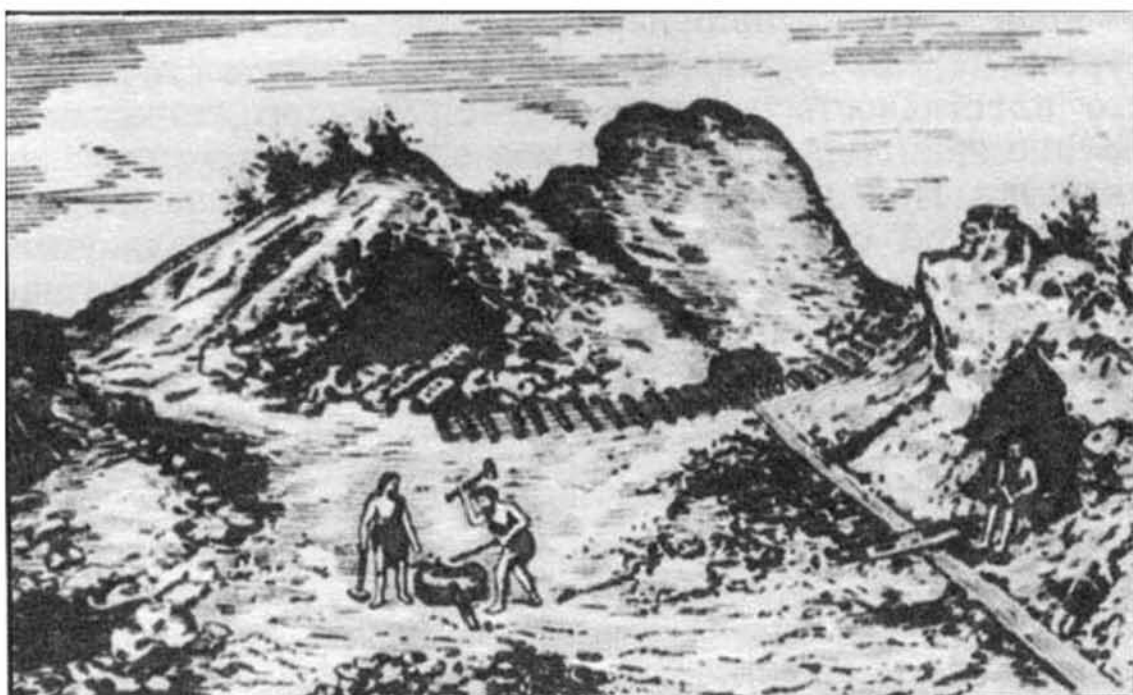


Рис. 44. Первые горны

ют при помощи специальных приборов, а в небольших кузницах — по цвету каления (см. приложение 2).

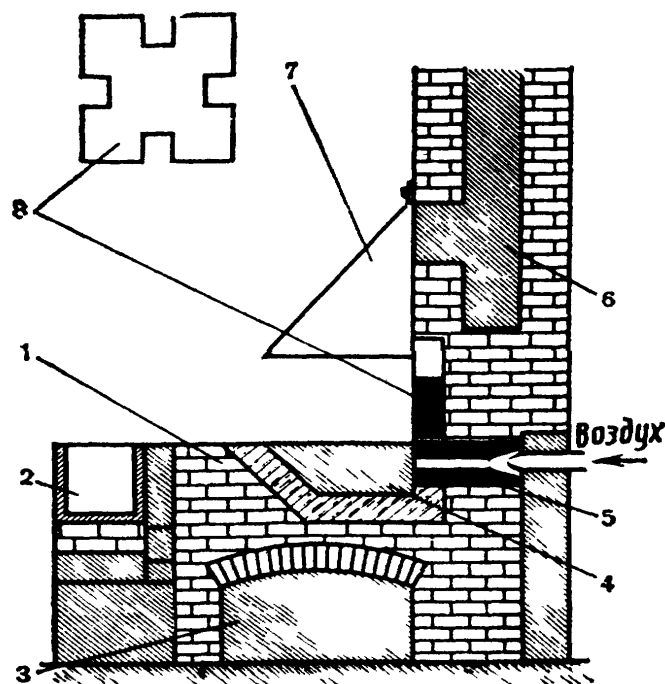
Горны и печи. Наши предки для нагрева кусков самородного металла использовали костры, а для поднятия жара дули в костер через трубки или применяли мехи. Часто костры для плавки или нагрева металла устраивали на склонах гор вдоль русла рек (рис. 44). Там все время дул ветер и через специальные каналы воздух подводился к очагу — эти костры назывались «волчьими ямами».

По мере совершенствования мехов отпадает необходимость строить «нагревательные устройства» на горах и их начинают размещать недалеко от жилищ. От дождя и снега костер защищают навесом, для подачи воздуха устанавливают мехи, а для удобства работы очаг горна, или горновое гнездо, поднимают на некоторую высоту от земли. В таком виде горн просуществовал вплоть до начала XX в.

Основа стационарного горна (рис. 45) — постамент (лежанка, постель, стол), который служит для размещения очага и нагреваемых заготовок. Обычно постамент горна устанавливается по центру задней от входа (основной) стены кузницы. Высота постамента определяется ростом кузнеца исходя из удобства переноса заготовки из горна на наковальню и обратно и принимается равной 700—800 мм, а площадь горизонтальной поверх-

Рис. 45 Открытый кирпичный горн с задним дутьем:

1 — постамент (постель, лежанка), 2 — короб с водой, 3 — ниша, 4 — очаг (горновое гнездо), 5 — фурма, 6 — дымоход, 7 — зонт, 8 — фурменная плита



ности «стола» обычно равна $1 \times 1,5$ или $1,5 \times 2$ м. Постамент горна может выкладываться из кирпича, пиленого камня или железобетона, в виде ящика, стенки которого сложены из бревен, досок, кирпича или камня, а внутренность заполнена битым мелким камнем, песком, глиной и горелой землей. Верхняя горизонтальная часть стола выравнивается и, если есть возможность, выкладывается огнеупорным кирпичом.

Постамент также можно делать литым (рис. 46), сварным или сборным, а поверхность стола выкладывать огнеупорным кирпичом и окантовывать металлическим уголком.

Центральное место стола занимает очаг, или горновое гнездо, которое может размещаться как в центре, так и у задней или боковой стенки горна.

Очаг — место, где развивается наиболее высокая температура, поэтому его стенки обычно выкладывают огнеупорным кирпичом и обмазывают огнеупорной глиной. Размеры гнезда определяются назначением горна и размерами нагреваемых заготовок. Центральное гнездо обычно в плане имеет круглую или квадратную форму размером 200×200 или 400×400 и глубиной 100—150 мм.

Рассмотрим один из конструктивных вариантов и принцип действия фурмы нижнего дутья (рис. 47). Воздух (от вентилятора или мехов) подводится через патрубок 3 и попадает в корпус 1 фурмы и через чугун-

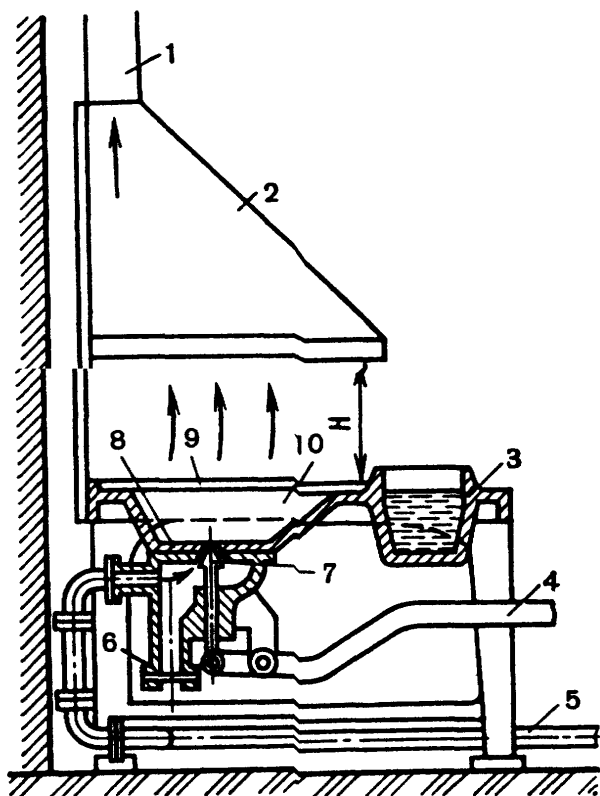


Рис. 46. Стационарный металлический горн:

1 — вытяжная труба; 2 — зонтик; 3 — бачок с водой для охлаждения инструмента; 4 — рычаг для регулирования подачи воздуха; 5 — воздухопровод; 6 — заслонка; 7 — конический наконечник; 8 — фурма; 9 — литой стол; 10 — очаг

ную колосниковую решетку 6 в зону горения. Регулирование количества подаваемого воздуха осуществляется рукояткой, которая перемещает заслонку и тем самым перекрывает канал подводящего патрубка 3. Для очистки корпуса фурмы от золы и других отходов горения открывается донная

крышка 4, которая в исходном положении прижимается к днищу корпуса грузом 5.

Для создания пламени различного вида следует применять несколько колосниковых решеток с разнообразными формами отверстий для прохода воздуха. Равномерно расположенные круглые отверстия (рис. 47, б) способствуют образованию факельного пламени, щелевые отверстия (рис. 47, в, г) — узкого и удлиненного.

При горизонтальном расположении фурмы (слева или сзади) необходимо предохранять стенку горна от

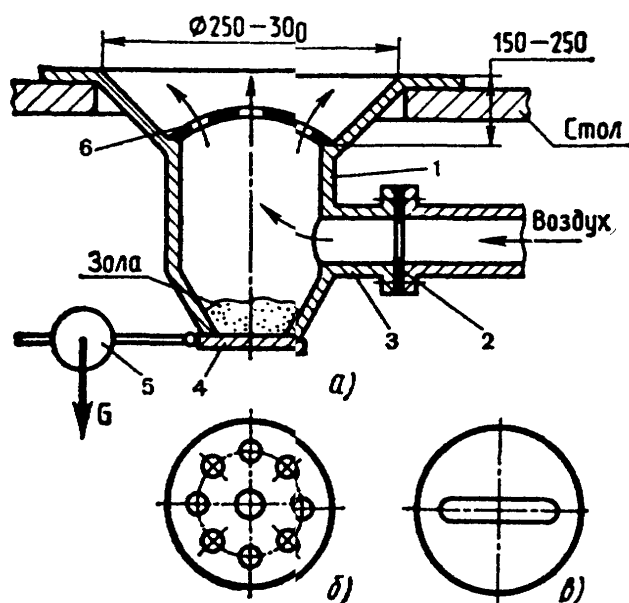


Рис. 47. Конструкция фурмы (а) и типы колосниковых решеток (б, в, г):

1 — корпус фурмы; 2 — заслонка; 3 — подводящий патрубок; 4 — донная крышка; 5 — груз; 6 — колосниковая решетка

прогорания. Обычно для этого используют чугунную фурменную плиту, в которой имеются пазы для ввода конца фурмы (см. рис. 42). При выгорании участка плиты в районе фурмы ее переворачивают на 90° и фурма устанавливается в другой паз. Чтобы не выгорала сама фурма, следует охладить ее изнутри холодной проточной водой (рис. 48). Внутренний диаметр фурмы в зависимости от размера горна составляет 25—30 мм.

Над стационарным горном для сбора и отвода из кузницы дыма и газов устанавливается зонт, который может иметь различное конструктивное исполнение. Размеры нижнего входного отверстия зонта обычно равны размерам стола горна. В качестве задней стенки зонта используется стена здания. Зонты обычно изготавливают из листового железа толщиной 0,5—1,5 мм.

Для лучшего улавливания дыма и газов зонты устанавливают над горном на высоте $H=400\div 800$ мм (см. рис. 46), а точная высота уже определяется на месте в зависимости от индивидуальных особенностей горна — силы дутья, высоты и размеров вытяжной трубы и других параметров. В некоторых случаях зонты оснащаются опускающимися крыльями. Недостаток металлических зонтов в том, что они довольно быстро прогорают, а их ремонт сложен и трудоемок.

Более надежны и долговечны зонты, сложенные из огнеупорного кирпича (рис. 48). Однако кирпичные зонты значительно тяжелее металлических и для их поддержки необходима жесткозаделанная металлическая рама из уголков или швеллеров, а иногда и дополнительные подпорки по углам.

В кузницах, в которых устанавливают горны с двумя очагами, для более качественной вытяжки необходимо делать для каждого очага свою вытяжку или общий зонт разделять перегородкой. Кроме этого, в этих горнах предусматривают индивидуальное регулирование подачи воздуха.

Более совершенная конструкция открытого горна показана на рис. 49. Горновая чаша 6 с чугунной решеткой 5, а также фурма 7 с крышкой 8 крепятся на сварной металлической подставке 9. Воздух от вентилятора подается в очаг горна по трубе 10 и регулируется заслонкой 11. Уголь 4 закладывается на чугунную решетку, а газы удаляются через зонт 3 и две трубы 1 и 2. При прохождении дыма через наружную трубу внутренняя нагревается, что улучшает тягу. Зола и шлак, кото-

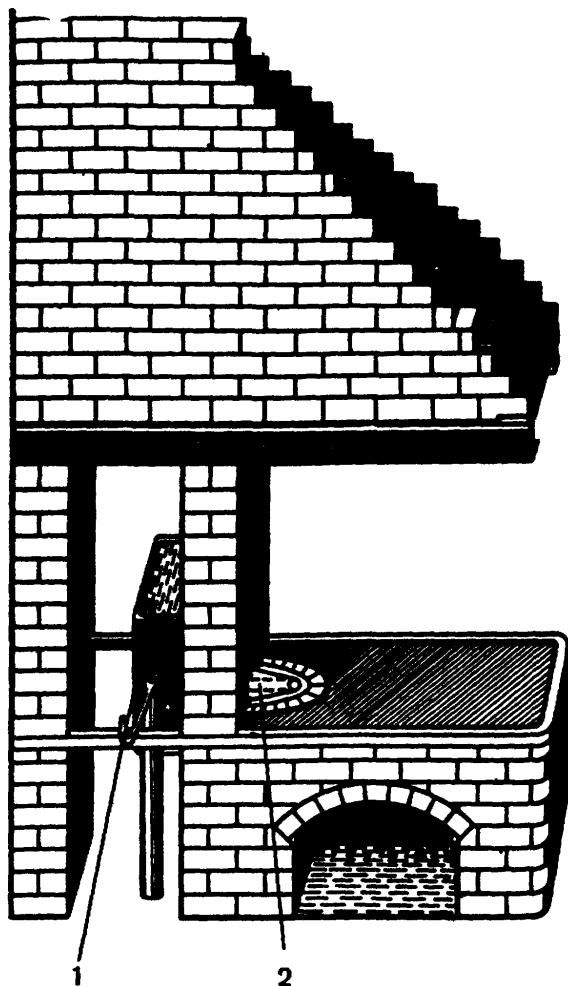


Рис. 48. Стационарный горн с кирпичным зонтом:
1 — бачок с водой; 2 — водоохлаждаемая фурма

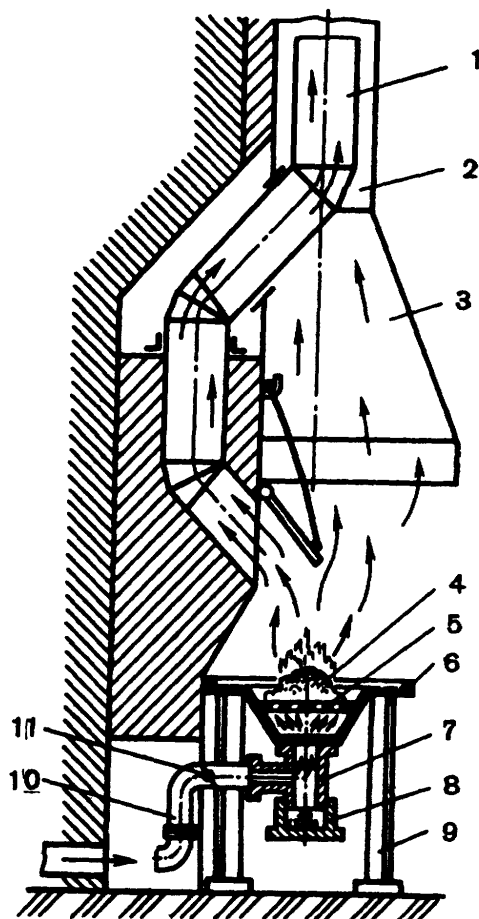


Рис. 49. Стационарный горн из металла и кирпича

рые накапливаются на дне зольника, удаляются при открытии крышки 8.

Переносные горны — это цельнометаллические сварные или сборные конструкции, применяемые для нагрева заготовок небольшого размера при ремонтных работах на полевых станах, строительных площадках, в альплагерях, т. е. вдали от промышленных предприятий.

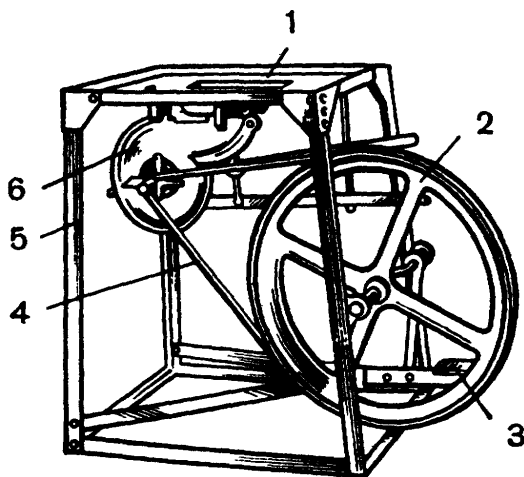


Рис. 50. Переносной кузнечный горн

Переносной горн (рис. 50) состоит из металлической рамы 5, на которой сверху крепится стол сочагом 1 и вентилятором 6 для подачи воздуха. Вентиля-

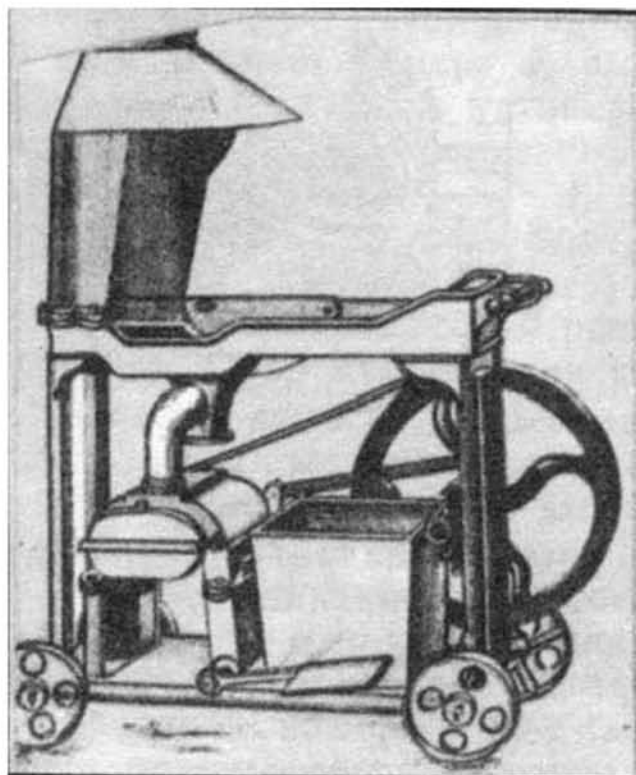


Рис. 51. Легкие кузнечные горны на колесах

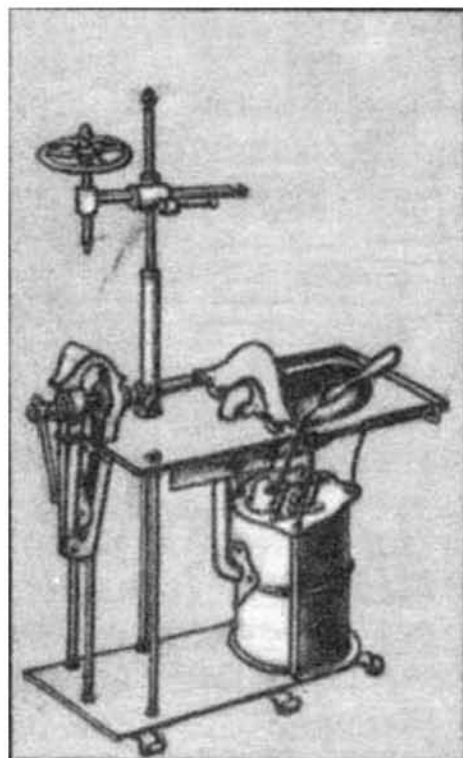


Рис. 52. Переносной горн

тор приводится во вращение от ножной педали 3, через кривошип, маховик 2 и ременную передачу 4. На рис. 51 и 52 показаны конструкции переносных горнов.

Несмотря на широкое применение открытых горнов при кузнечных работах их коэффициент полезного действия (отношение количества теплоты, требуемой для нагрева заготовки, к общему количеству теплоты, получаемой в результате сгорания топлива) очень низкий и составляет 2—5 %. Установлено, что для нагрева 1 кг металла до ковочной температуры требуется 1 кг каменного угля. Кроме того, в результате непосредственного соприкосновения металла с каменным углем происходит насыщение серой поверхности нагреваемого металла, что ухудшает механические свойства кованных изделий. Поэтому кузнецы начинают закладывать заготовки в горн, когда уголь хорошо разгорится и сера выгорит. Для повышения КПД открытого горна кузнецы, используя способность каменного угля спекаться под действием высокой температуры, устраивают над очагом куполообразную «шапку» из спекшегося угля, в которую и закладывают заготовки. В результате этого заготовки нагреваются быстрее и окисляются меньше.

Кроме «шапки» кузнецы обычно делают над очагом печурку из нескольких кирпичей (рис. 53) или из со-

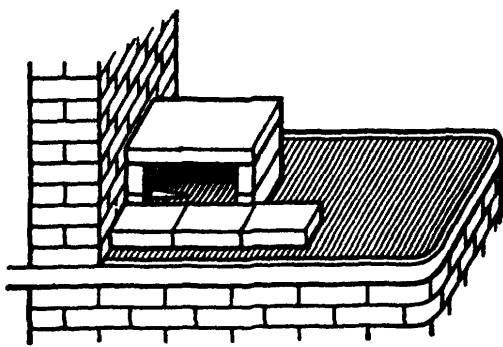


Рис. 53. Печурка

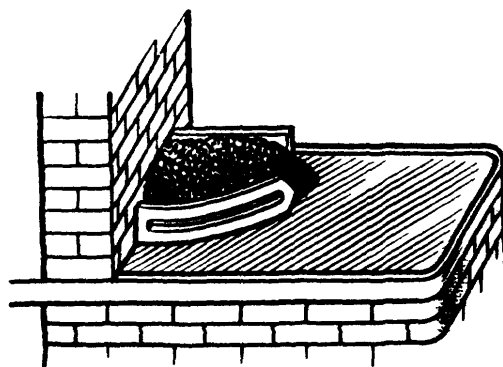


Рис. 54. Печурка

гнутой металлической заготовки квадратного сечения (40×40 мм) (рис. 54), которые устанавливают у очага, и все пространство заваливают влажным углем. Заготовки небольшого диаметра вставляют в щель устройства.

Для нагрева крупных заготовок лучше применять шахтные горны (рис. 55). Такой горн устанавливается в центре кузницы и имеет высоту 0,6 м с площадью стола 1 м^2 . Шахта имеет глубину 0,5 м с сечением у основания 300×300 мм, сверху 150×150 мм. Дутье подводится на расстоянии 400 мм от верха горна. Дном шахты служит чугунная заслонка, которая легко выдвигается для очистки горна. После очистки заслонку задвигают и засыпают тонким слоем золы для предохранения ее от нагревания.

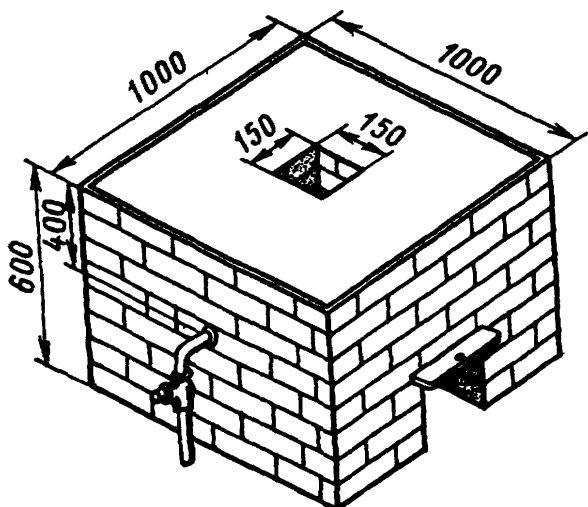


Рис. 55. Шахтный газовый горн

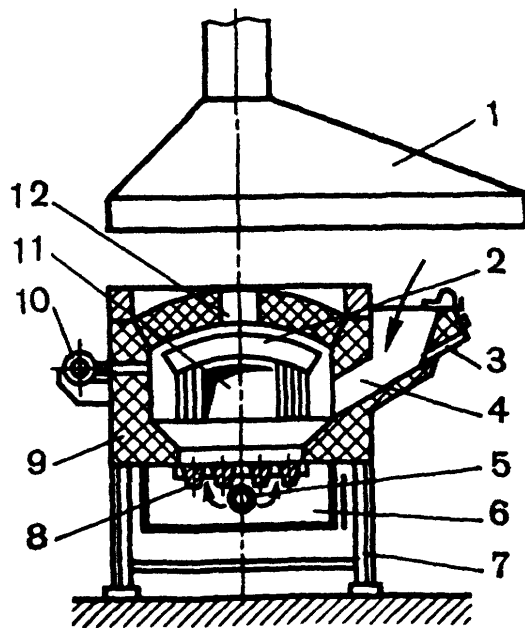


Рис. 56. Стационарный горн закрытого типа

Современный стационарный горн закрытого типа (рис. 56) имеет камеру 2, выложенную изнутри огнеупорным кирпичом 9, установленную на металлической подставке 7. Уголь засыпается на колосниковую решетку 8 через топочный люк 4, в котором имеется окно 3 для «шуровки» топлива. Воздух от вентилятора по трубе 5 подается в металлическую коробку 6 и далее через отверстия в колосниковой решетке 8 попадает в горновой очаг. Продукты горения через дымоход 12 и зонт 1 отводятся в атмосферу. Неполностью сгоревший угарный газ СО дожигается вследствие подачи дополнительного воздуха через трубку 10. Окно 11 служит для загрузки и выгрузки заготовок.

Горны, работающие на жидком или газообразном топливе — это нагревательные устройства камерного или шахтного типа. (рис. 57), состоящие из камеры нагрева 1 и топочной камеры 3. Обе камеры изнутри облицованы огнеупорным материалом. Воздух в камеру поступает по патрубку 6 через коническое сопло 7 и отверстия 9 и 8. Топливо подается сверху через воронку 5, стекает по соплу 7 и подхватывается струей воздуха, распыляется и сгорает. Разжигают смесь через специальное окно 4, в которое вводят горящий факел. По мере разогрева камеры увеличивают подачу воздуха и топлива и устанавливают необходимый режим горения.

Кроме горнов различных конструкций и типов в кузницах применяют электрические и газовые печи.

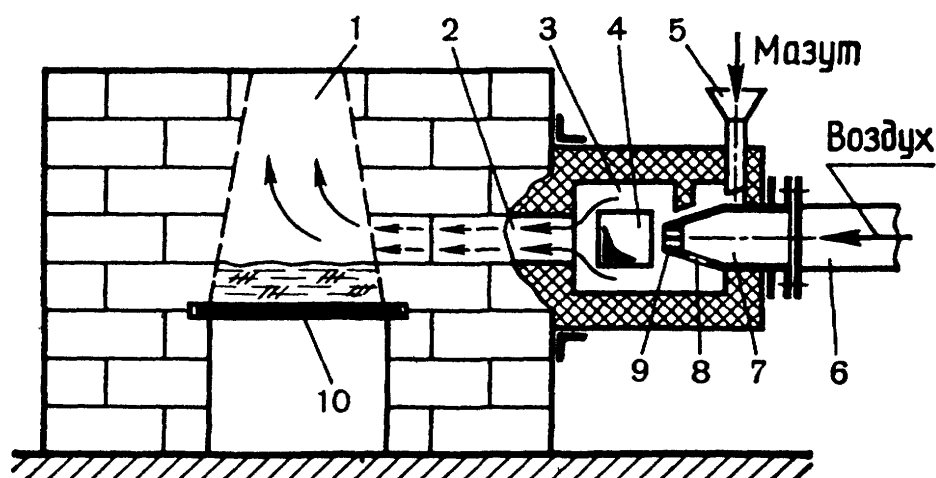


Рис. 57. Горн шахтного типа, работающий на мазуте:

1 — нагревательная камера; 2 — отверстие; 3 — топочная камера; 4 — окно для поджога смеси; 5 — воронка; 6 — патрубок; 7 — сопло; 8 — нижнее отверстие; 9 — основное отверстие; 10 — заслонка

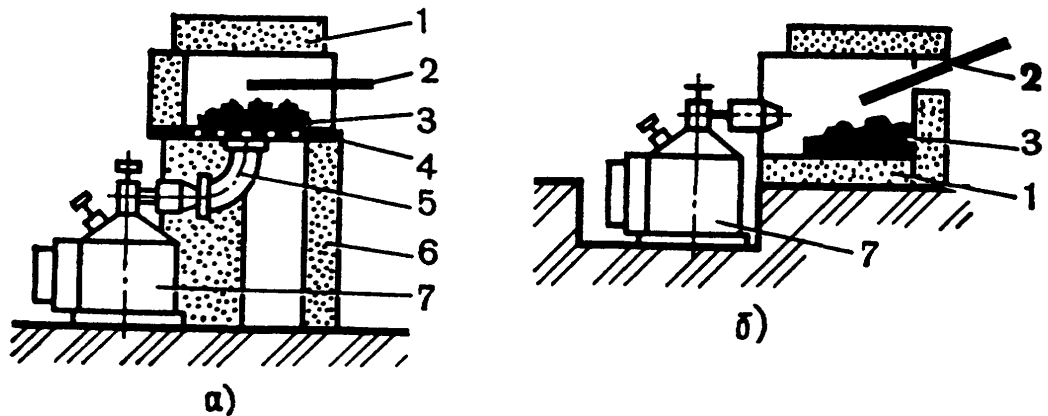


Рис. 58. Горн из кирпича

Печи по сравнению с горнами имеют ряд преимуществ:

заготовка при нагреве практически не соприкасается с топливом, в результате чего она не насыщается серой и другими вредными элементами; меньше окисляется. Сгорание топлива в печах более полное, в связи с чем повышается КПД печей до 10—15%.

При необходимости можно применять паяльную лампу и пылесос. На рис. 58, а, б показаны два варианта горнов с паяльной лампой. Три кирпича 6 ставятся на торец, на них кладется колосниковая решетка 4, а на нее устанавливается печурка 1 из 4-х кирпичей, в которую засыпается уголь 3. Снизу размещается паяльная лампа 7 с патрубком 5. Горн разжигают и можно нагревать заготовку 2. Более простая конструкция показана на рис. 58, б. Паяльную лампу 7 ставят в небольшую ямку, а рядом складывают печурку из огнеупорного кирпича 1. Небольшие заготовки 2 закладывают в щель между кирпичами.

Конструкция легкого переносного горна с бытовым пылесосом показана на рис. 59. Постамент горна 1 сварен из уголков, а стол горна выложен из огнеупорного кирпича. К верхним горизонтальным уголкам приваривается зольник 3, сверху которого плотно укладывается чугунная фурма 2. На высоте 150 мм от основания к зольнику приваривается патрубок с внутренним диаметром 30 мм, в который вставляется носок шланга 4 пылесоса 5. При этом необходимо иметь в виду, что шланг должен быть вставлен в верхнее гнездо пылесоса, а нижнюю чашку пылесоса с фильтром снимают и весь пылесос устанавливают на подставку.

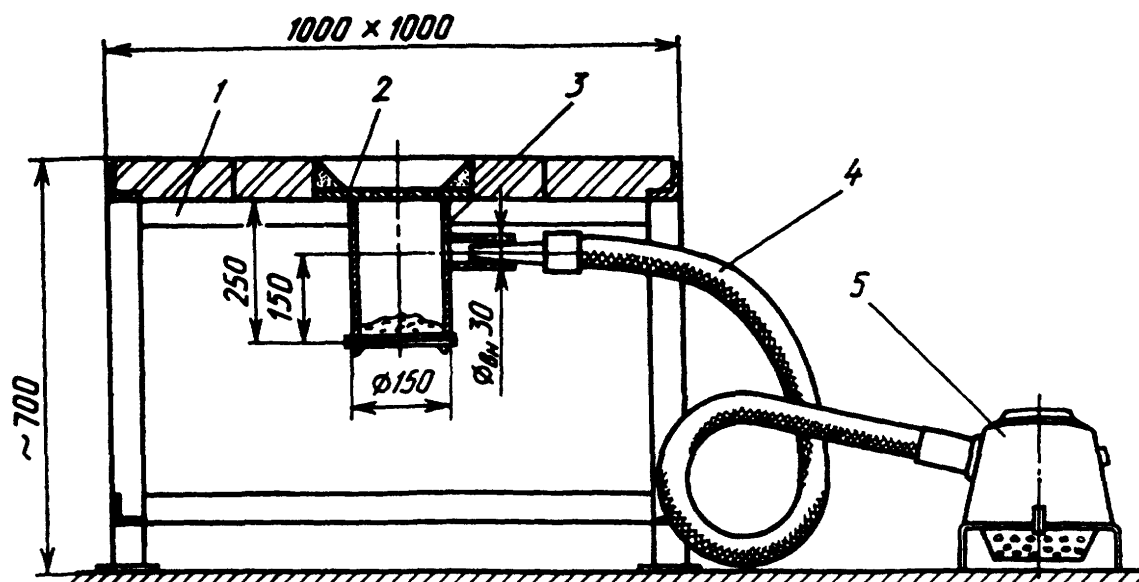


Рис. 59. Горн с пылесосом

Воздуходувные устройства. Горячая ковка металлов и сплавов стала возможной только тогда, когда появились надежные воздуходувные устройства. Первыми такими «устройствами» были рабы, которые через тростниковые или деревянные трубки дули в костер. Со временем, человек начал применять для подачи воздуха в костер шкуру (мех) животного — козла или барана, снятую «чулком», т. е. целиком. Все отверстия, кроме двух, в шкуре заделывались, в одно отверстие вставлялась глиняная трубка — сопло, а другое отверстие служило для засасывания воздуха внутрь шкуры. Человек за край отверстия поднимал часть шкуры и воздух входил во внутрь шкуры. После этого он ладонью закрывал отверстие и, надавливая на шкуру, выпускал воздух в огонь. Так появились первые воздуходувные устройства — мехи, которые с различными изменениями просуществовали вплоть до XX в. Для создания более равномерного дутья на определенном этапе развития стали применять два меха и давить на них поочередно ногами. Чтобы нога не проваливалась при нажатии, под нее стали подкладывать дощечку — так мешок из меха преобразовался в «клинчатые» мехи. Основу таких мехов составляли две клиновидные доски, которые шарнирно крепились к массивному деревянному бруску — голове, а с противоположной стороны обтягивались кожей.

Первые конструкции клинчатых мехов были однокамерными, а с XIII в. начинают применяться 2-х и даже

3-х камерные мехи, которые давали длительное и равномерное дутье.

Рассмотрим конструкцию клинчатых мехов двойного действия (рис. 60) и принцип их работы.

Голова 1 — основная часть мехов, которая соединяет все составные части. Спереди крепится сопло 2 — конусная стальная или чугунная трубка. С противоположной стороны крепятся три сердцевидные доски: верхняя 9 и нижняя 15 — шарнирно, а средняя 11 — жестко. Кроме того, средняя доска имеет две цапфы, с помощью которых меха жестко крепятся к стойкам 6.

Нижняя и средняя доски имеют клапаны 13 и 14 для воздуха. Устроены они довольно просто (рис. 60, вид А): кусок кожи 16, одна сторона которого прибита к доске, перекрывает круглое отверстие (в нижней и средней доске). Сверху кожи прибит ограничивающий ее подъем ремешок 17.

Кожаная гармошка 10 соединяет верхнюю 9 и нижнюю 15 подвижные доски со средней неподвижной 11. Состоит гармошка обычно из 3-х отдельных частей (складок), каждая из которых соединяется с внутренним деревянным каркасом, по форме совпадающим с пери-

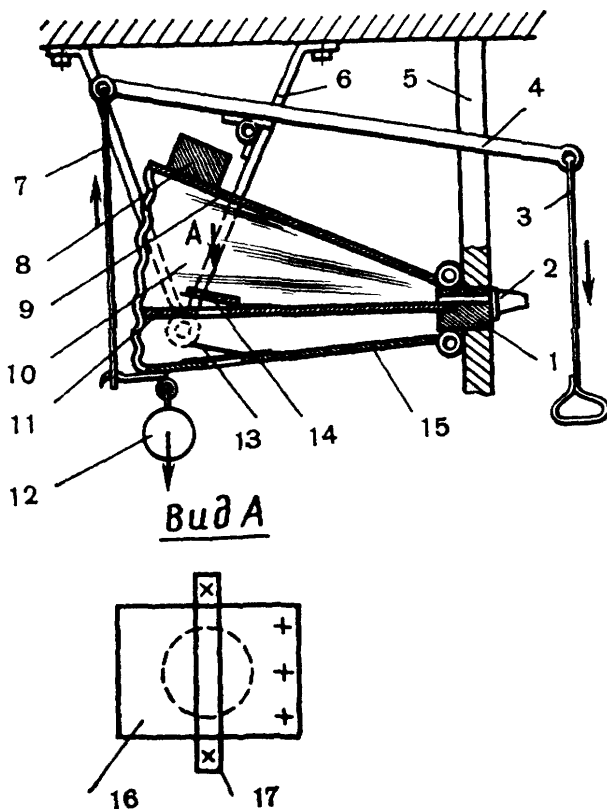


Рис. 60. Клинчатые мехи

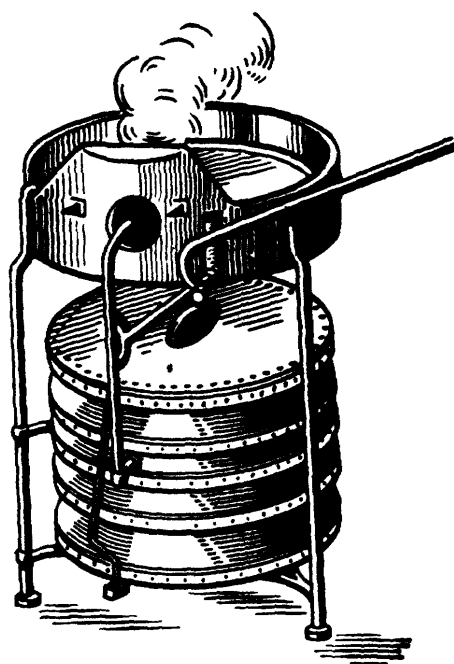


Рис. 61. Цилиндрические мехи

метром досок. Каждая складка прибивается к каркасу через тоненькие ремешки.

Крепление мехов у горна осуществляется следующим образом: голова жестко крепится в экране горна 5, при этом сопло 2 плотно входит в фурму.

Второе жесткое крепление осуществляется с помощью цапф, которые прибиваются к специальным стойкам 6, с противоположных сторон меха.

Качает мехи или сам кузнец левой рукой, или его помощники. От рукоятки 3 через деревянное коромысло 4 и вертикальную тягу 7 движение передается на нижнюю подвижную доску 15 мехов. При движении доски вниз клапан 13 открывается и воздух поступает в нижнюю камеру, а при движении доски вверх клапан 13 закрывается, а клапан 14 открывается и воздух перетекает в верхнюю камеру и далее через сопло в очаг горна.

Клинчатые мехи двойного действия дают спокойное дутье, в результате чего создается ровное пламя и заготовки нагреваются равномерно. В тех случаях, когда надо увеличить дутье, на верхнюю доску меха кладут груз 8, а к нижней — подвешивают груз 12.

В зависимости от размера горна и проводимых работ кузнецы применяли мехи различных размеров: метровые, полутораметровые и двухметровые. Интересно отметить, что на изготовление одного меха шло от одной до трех воловьих или коровьих шкур.

К недостаткам клинчатых мехов следует отнести их громоздкость, быстрое изнашивание кожи из-за нагрева, относительно низкую производительность и трудоемкость процесса качания.

В настоящее время горн с мехами можно увидеть только в кузницах этнографических музеев.

Более современными по сравнению с клинчатыми мехами можно считать цилиндрические мехи, которыми оснащались небольшие переносные горны (рис. 61). Принцип действия у них аналогичен действию клинчатых мехов, но их габариты значительно меньше.

Постепенно мехи начинают заменяться вентиляторами с ручным (рис. 62) или ножным приводом (рис. 63). Преимущества их бесспорны: они значительно компактнее, имеют большую производительность и обеспечивают постоянную струю воздуха.

В современных кузницах применяются различные по мощности вентиляторы и турбины с электроприводом.

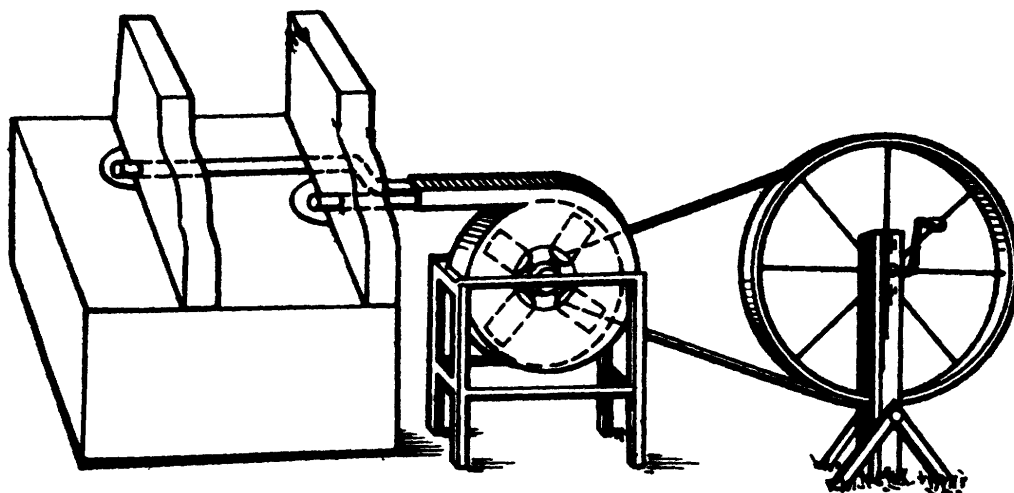


Рис. 62. «Ветрогон» с ручным приводом

Частота вращения крыльчатки в вентиляторах средней производительности достигает $1000\text{--}2000\text{ мин}^{-1}$, что создает скорость истечения воздуха из фурмы до 50 м/с . К недостаткам этих устройств следует отнести повышенную вибрацию и шум, поэтому лучше выносить их за пределы кузницы.

Инструменты и приспособления. Кузницу для работы необходимо большое число разнообразных инструментов и приспособлений.

Все кузнечные инструменты по своему назначению делятся на: опорные, ударные, подкладные, зажимные, захватывающие, мерительные и вспомогательные.

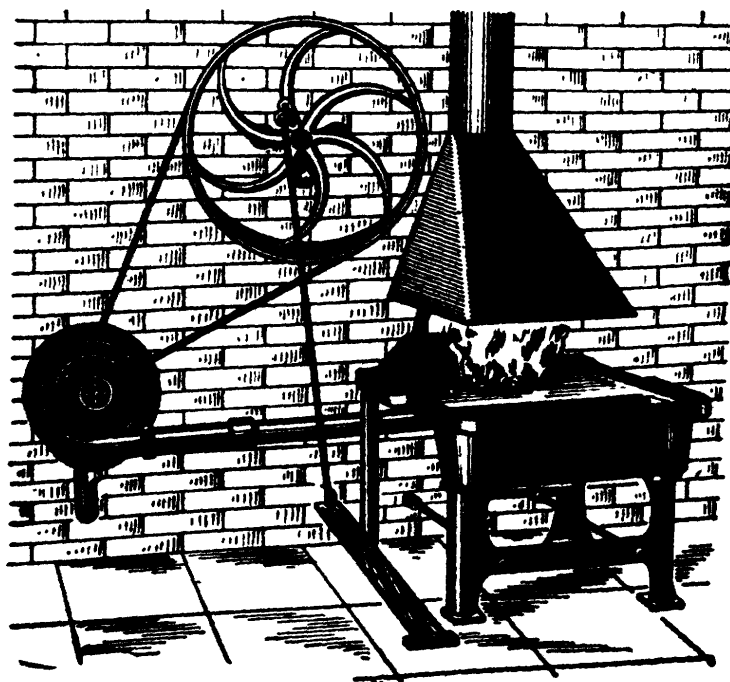


Рис. 63. Горн с вентилятором ножного привода

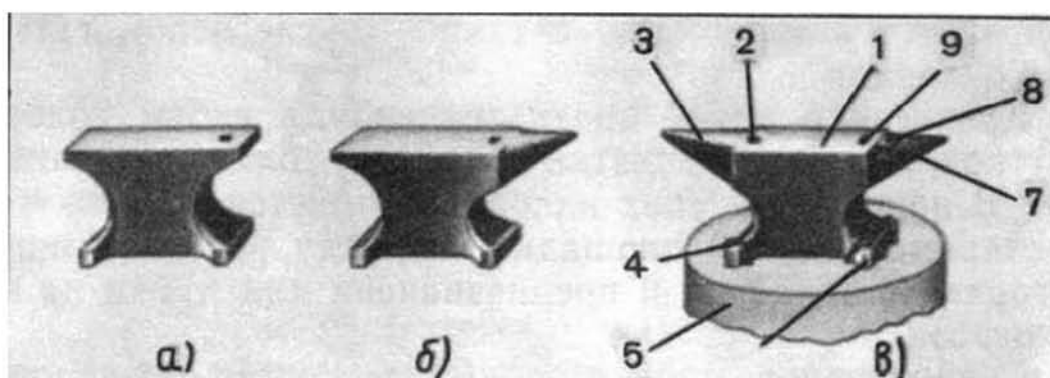


Рис. 64. Безрогая (а), однорогая (б) и двурогая (в) наковальни: 1 — лицо; 2 — квадратное отверстие; 3 — хвост; 4 — скобы; 5 — стул; 6 — лапы; 7 — конический рог; 8 — незакаленная площадка; 9 — круглое отверстие

К опорному инструменту относятся: основные наковальни, небольшие наковальни для мелких работ и «шпераки».

В настоящее время в СССР выпускается три вида наковален: безрогая массой 90—200 кг (рис. 64, а), однорогая массой 70—210 кг (рис. 64, б) и двурогая массой 100—270 кг (рис. 64, в). Раньше выпускались наковальни и других типов — с различными технологическими выступами, пазами и наклонными плоскостями для выполнения специальных видов работ (рис. 65). Современные наковальни изготовляют из стали 45Л методом литья. Наиболее удобна и универсальна в работе двурогая наковальня (см. рис. 64). Верхняя горизонтальная плоскость 1 называется «лицом» или наличником, на ней выполняются все основные кузнечные работы. Поверхность лица термообрабатывается до твердости $HRC\ 45—50$ и шлифуется. Боковые грани наковальни должны образовывать с лицевой поверхностью угол 90° , а ребро должно быть довольно острым и не иметь сколов и заминов. На ребре проводят гибку изде-

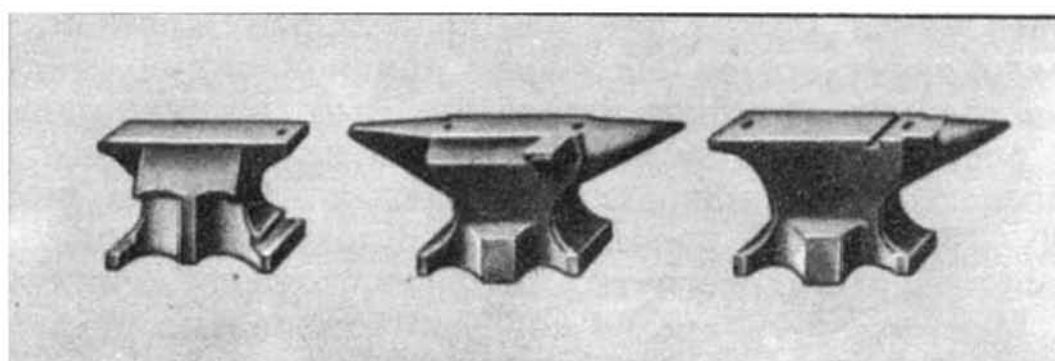


Рис. 65. Виды наковален

лий, раздачу материала, а также другие вспомогательные операции.

Конический рог 4 предназначен для гибки полос и прутков, а также раскатки и сварки кольцевых заготовок. В некоторых типах наковален имеется промежуточная прямоугольная площадка 3 между рогом и лицом, которая не закалена и предназначена для рубки на ней заготовок.

С противоположной стороны от рога расположен «хвост» 8, представляющий собой консольную прямоугольную пирамиду, он предназначен для гибки и правки замкнутых прямоугольных заготовок. В районе хвоста имеется круглое отверстие 2 диаметром 15—25 мм, которое используется при пробивке отверстий. Около рога расположено квадратное отверстие размером 35×35 мм для установки подкладного инструмента (нижняков) и других приспособлений. В некоторых типах наковален делаются два круглых отверстия разных диаметров.

Снизу у наковальни — «лапы» 7, за которые она крепится специальными скобами 5 к чурбану — «стулу» 6 или металлической подставке. Для стула обычно берут массивный деревянный чурбан или пень от дуба, клена или березы диаметром 500—600 мм. Можно набирать стул и из отдельных частей, стягивая их железными обручами. Когда нет возможности подобрать необходимый чурбан, то можно использовать металлические или деревянные бочки, внутреннюю поверхность которых набивают песком, глиной, землей, хорошо утрамбовывают, а сверху кладут деревянную прокладку и на нее устанавливают наковальню.

Большое внимание следует уделить установке стула, он должен стоять вертикально и не вибрировать во время работы. Стул закапывают на глубину не менее 0,5 м, а землю вокруг него хорошо утрамбовывают. Верхний торец стула можно закрыть кровельным железом, что предохранит его от обгорания при попадании окалины или горячих обрубков заготовки. Высота стула зависит от роста кузнеца и определяется исходя из того, что плоскость лица наковальни должна быть на высоте 600—700 мм от уровня пола, а точнее — доходить до кончиков слегка согнутых пальцев стоящего кузнеца.

При легком ударе по хорошей наковальне раздается высокий, чистый звук, а молоток при ударе отскакивает от нее со звоном.

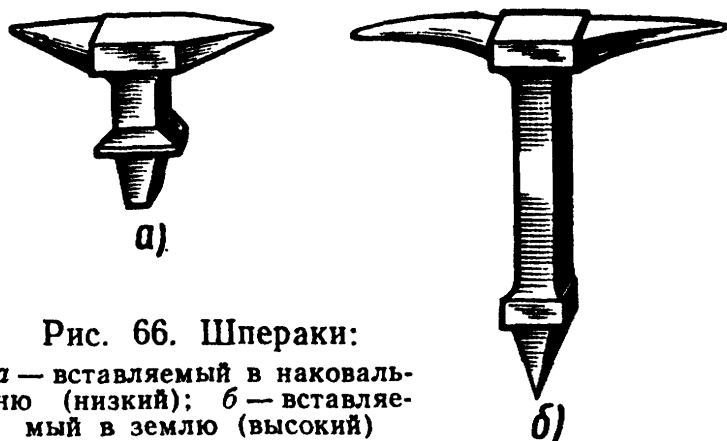


Рис. 66. Шпераки:
 а — вставляемый в наковальню (низкий); б — вставляемый в землю (высокий)

Для мелких работ кузнецы применяют наковальни небольших размеров и массы или специальные наковальни — «шпераки» (рис. 66, а, б), которые устанавливают 4-гранным хвостовиком в квадратное отверстие в основной наковальне. Некоторые шпераки имеют удлиненную вертикальную стойку и вбиваются заостренным концом в деревянный чурбан или в землю. Изготавливают шпераки методомковки из углеродистой стали 45—50 с последующей закалкой рабочей поверхности до твердости *HRC* 40—47.

К ударному инструменту относятся молотки — ручники, боевые молоты и кувалды. Ручник — основной инструмент кузнеца, с помощью которого он кует небольшие изделия. Кузнецов, работающих без помощников (молотобойцев), называли «однорукими» и ковали, в этом случае, «в одну руку».

Обычно ручники имеют массу 0,5—2 кг, но часто кузнецы применяют и более тяжелые ручники, массой до 4—5 кг. Ручники (рис. 67, а) имеют разнообразные формы головок. Так, для управления процессомковки при работе с молотобойцами кузнецы применяют ручники с легкой головкой, у которой задок имеет шарообразную форму. Дляковки изделий кузнецы применяют ручники с тяжелой головкой с клинообразным продольным или поперечным задком. Такая форма головки ручника более универсальна, так как кроме работы бойком кузнецы работают и задком — разгоняя металл. Головки ручников изготавливаются ковкой из углеродистых и легированных сталей (стали 45, 50, 40Х), рабочие поверхности (бой и задок) термически обрабатывают до твердости *HRC* 48—52. Рукоятки делают из тонкослойных пород дерева (граба, клена, кизила, березы, рябины, ясеня) длиной 350—600 мм. Рукоятки должны быть гладкими, без трещин, удобно лежать в руке.

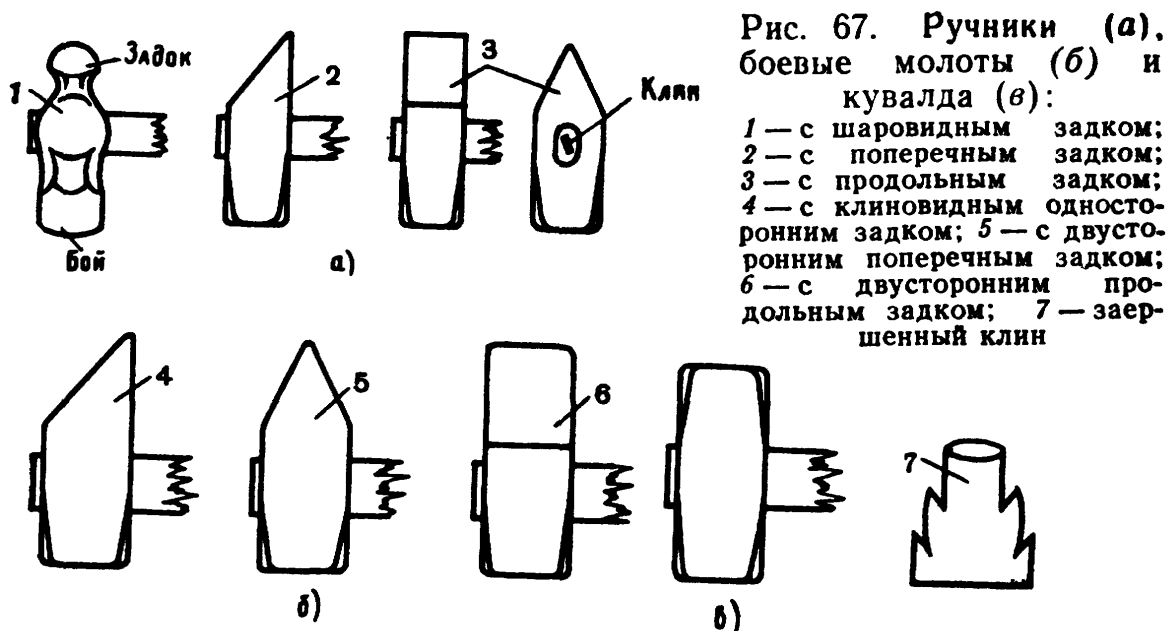


Рис. 67. Ручники (а), боевые молоты (б) и кувалда (в):
 1 — с шаровидным задком;
 2 — с поперечным задком;
 3 — с продольным задком;
 4 — с клиновидным односторонним задком; 5 — с двусторонним поперечным задком; 6 — с двусторонним продольным задком; 7 — завершенный клин

Боевые молоты — тяжелые двуручные молоты массой 10—12 кг. Головки боевых молотов бывают трех типов: с односторонним клиновидным задком (рис. 67, б), с двусторонним продольным или поперечным задком. Нижняя рабочая поверхность головки — бой — предназначена для основнойковки, а верхний клиновидный задок — для разгона металла вдоль или поперек оси заготовки. Материал головки молота — стали 45, 50, 40Х, У7, твердость боя и задка — *HRC* 48—52 на глубину 20—30 мм. Рукоятка молота изготавливается из тех же пород дерева, что и у ручника, а длина рукоятки подбирается в зависимости от массы головки молота и от роста молотобойца и равна 70—95 см.

Про кузнеца, работающего с одним или двумя молотобойцами, говорят «двурукий» или «трехрукий». Работа с молотобойцами в три руки проводится при сложной ковке крупных изделий.

Кувалда (рис. 67, в) — тяжелый (до 16 кг) молот с плоскими бойками, применяется при тяжелых кузнечных работах, где требуется большая ударная сила.

Все ударные инструменты должны быть максимально надежны, при работе особое внимание уделяется креплению рукоятки с головкой. Форма отверстия в головке молота — «всад», куда вставляется рукоятка, должна быть эллипсообразной и иметь уклон 1 : 10 от середины к боковым граням. Это облегчает всаживание рукоятки и обеспечивает надежное ее закрепление после забивки клина. Практикой установлено, что самые надежные металлические «завершенные» клинья (рис. 67, 7), которые

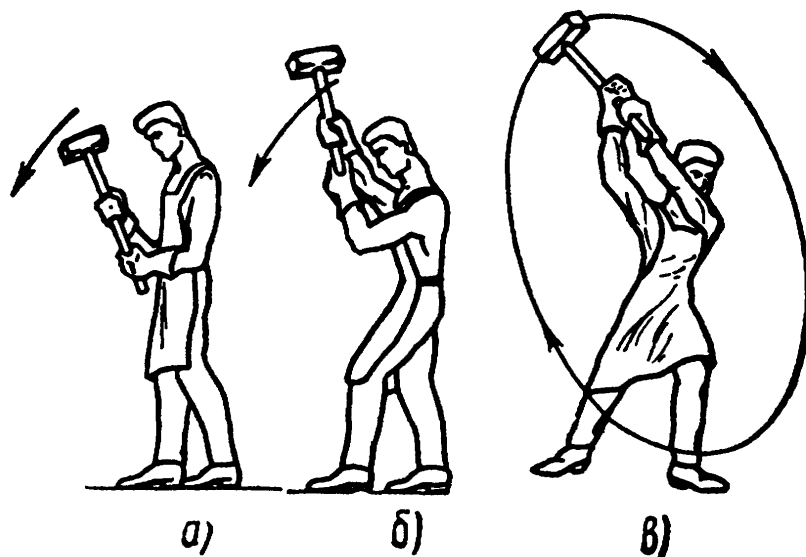


Рис. 68. Удары молотобойца:
а — локтевые, *б* — плечевые, *в* — навесные

входят на глубину, равную $\frac{2}{3}$ ширины головки молота, а забивать клин следует наклонно к вертикальной оси, что позволяет распираТЬ древесину в 2-х плоскостях.

При работе боевыми молотами используют три вида удара (рис. 68): легкие, или локтевые (*а*), средние, или плечевые (удар «с плеча») (*б*), сильные, или навесные, когда молот описывает в воздухе полный круг (*в*). Навесными ударами работают молотобойцы при проковке большой массы металла и при кузнечной сварке массивных частей.

Подкладной инструмент разделяется на три группы: инструмент, устанавливаемый под молот или ручник, инструмент, устанавливаемый на наковальню, и парный инструмент.

К первой группе относятся: простые и фасонные кузнечные зубила, пробойники (бородки), гладилки (подбойники), раскатки (надавки) (рис. 69, *а—д*).

Ко второй группе относятся: подсечки, конусные оправки, различные вилки, гвоздильни, приспособления для специальнойковки.

К третьей группе относится парный инструмент: обжимки, подбойки, гвоздильни со шляпочными молотками, специальные штампы для фигурных изделий.

К подкладному инструменту относится и массивная стальная плита размером 300×400 мм и высотой 150—200 мм, по четырем боковым граням которой имеются углубления разнообразной формы и величины: полукруглые, треугольные, четырехугольные и т. п. Эта пли-

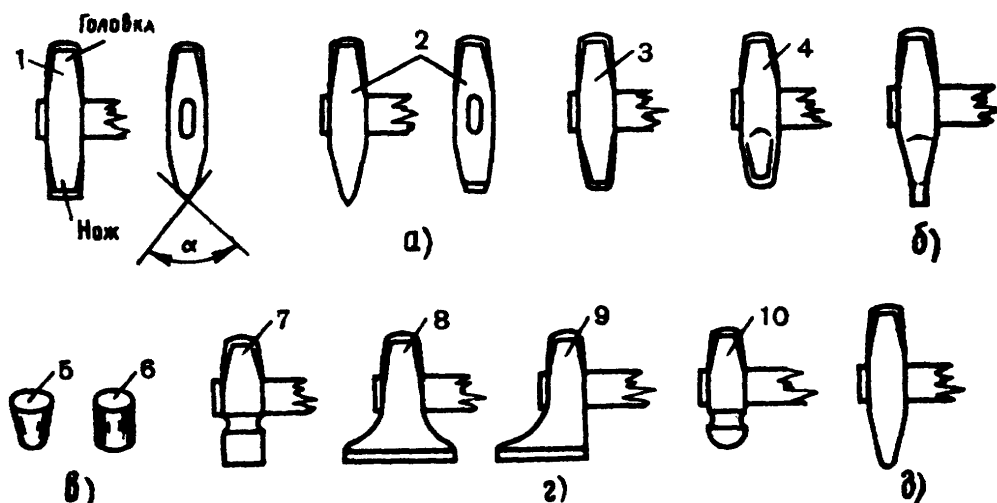


Рис. 69. Подкладной инструмент:

а — зубила (1 — для поперечной рубки, 2 — для продольной рубки, 3 — радиусные, 4 — фасонные); *б* — пробойники, *в* — прошивки (5 — конический, 6 — цилиндрический); *г* — гладилки (7 — с квадратной рабочей поверхностью, 8 — с увеличенной поверхностью, 9 — с односторонней прямоугольной поверхностью, 10 — с цилиндрической поверхностью); *д* — раскатка

та применяется при ковке различных фасонных элементов вместо подкладных штампов. На торцовых поверхностях этой плиты имеются сквозные круглые, квадратные, треугольные и фасонные отверстия различных размеров, которые применяются для пробивки отверстий. Кроме этого в кузницах, в которых изготавливаются крупные художественные изделия типа садовых оград, балконных решеток, козырьков подъездов должна быть большая плита — «правильо» — толстая (50—200 мм) стальная или чугунная плита размером в плане 1,5×3 м с ровной и гладкой поверхностью. Она устанавливается на специальных металлических козлах в центре помещения.

В этой плите имеются сквозные отверстия для установки штырей, болтов, упорных угольников и различных приспособлений для фасонной гибки профилей, сборки конструкций и других технологических операций. Весь подкладной инструмент первой группы, а также верхний из пары третьей группы имеют деревянные рукоятки из дерева или толстой проволоки. Длина рукояток 500—600 мм. Следует отметить, что рукоятки подкладного инструмента забивают во всад головки и не расклинивают. Это делают для того, чтобы вибрация и удары не передавались через рукоятку руке кузнеца. Проволочную рукоятку закручивают вокруг головки в горячем состоянии.

Зубило кузнечное (рис. 69, а) предназначено для рубки заготовок в горячем или холодном состоянии.

Головка зубила состоит из трех основных частей: выпуклой поверхности, по которой наносятся удары молотом, средней части с отверстием — всадом для установки рукоятки и ножа — основной части, которая осуществляет разделение металла. Угол заточки ножа для холодной рубки составляет 60° , а для горячей — 30° .

Для изготовления зубила применяются высокоуглеродистые стали У7, У8, легированные — 6ХС, а также углеродистые стали 45, 50.

По форме ножа зубила разделяются на три вида: с прямым ножом, с ножом, имеющим кривизну в горизонтальной плоскости, и с ножом, имеющим кривизну в двух плоскостях.

Зубила с прямым ножом бывают для поперечной рубки и продольной, а также с односторонней заточкой ножа и двусторонней. Нож зубила для поперечной рубки расположен параллельно оси рукоятки, а нож зубила для продольной рубки — перпендикулярно к ней.

Односторонняя заточка зубила применяется в том случае, когда требуется получить изделие с прямым торцом, т. е. без уклона, а если допускается уклон или нужно дать фаску, то применяется зубило с двусторонней заточкой.

Зубила с радиусным ножом применяются для вырезки из листового материала различных криволинейных элементов, типа цветов, акантовых листьев и т. п.

Фасонные зубила с двойным радиусом кривизны ножа применяются для вырубки из изогнутых заготовок криволинейных контуров. В зависимости от размеров изделий и вырубаемых рисунков необходимо применять и различные по размерам зубила. Для нанесения различных орнаментов на изделия и «дорожек» на подкошках используются зубила с притупленной режущей кромкой.

При работе зубилом под заготовку подкладывают прокладку из железного или медного листа, что предохраняет лицо наковальни от повреждения, а лезвие ножа зубила — от затупления.

Кроме того, отрубать заготовки можно на незакаленной площадке наковальни, около конического рога. Следует иметь в виду, что первые и последние удары по зубилу при рубке заготовок должны быть легкими: вначале, чтобы зубило хорошо врезалось в заготовку, а в

конце, чтобы отрубаемая часть не «улетела» и не поранила кого-либо.

Пробойники (рис. 69, б) предназначены для пробивки отверстий и углублений в поковках и листовых заготовках. Головка пробойника состоит из верхней части, по которой наносится удар молотом, средней части с отверстием — всадом для рукоятки и рабочей части — борода. В зависимости от формы пробиваемых отверстий сечение борода может быть круглым, овальным, квадратным, прямоугольным и фасонным. Сами бородаки делаются конусными, что облегчает выход инструмента из заготовки и дает возможность получать отверстия различных размеров в определенном диапазоне. Для различных размеров отверстий применяются разные по размерам сечения пробойники.

Материал пробойников — стали 40, 45, У7, 6ХС, твердость рабочей части *HRC* 45—50 на длине 30 мм, а твердость верхней части головки *HRC* 30—40.

Для пробивки отверстий в более толстых кованных заготовках применяются прошивни и специальные пуансоны, которые отличаются от пробойников тем, что не имеют рукояток и удерживаются клещами (рис. 69, в). Овальные отверстия в головках молотков или кувалд, как отмечалось выше, имеют двустороннюю конусность, которая образуется при пробивке отверстия с помощью овально-конических прошивней. Вначале отверстие продавливают с одной стороны заготовки, а затем ее переворачивают на 180° и прошивают отверстие с другой стороны. Аналогичным образом прошивают овальные цилиндрические отверстия в головках подкладного инструмента — гладилках, пробойниках, раскатках и др.

Из кузнечной практики известно, что для облегчения извлечения прошивня из пробиваемого отверстия в предварительно намеченное углубление подсыпают немного мелкого угля и газы, возникающие при прошивке, способствуют выталкиванию инструмента.

Гладилки (рис. 69, г) предназначены для выравнивания неровностей на поверхности поковки после обработки ее молотом. Гладилки бывают с плоскими и полукруглыми рабочими поверхностями различных размеров и форм. Для выравнивания больших плоскостей применяют гладилки с квадратной рабочей поверхностью размером 100×100 мм, а для выравнивания небольших поверхностей — гладилки с квадратной поверхностью размером 50×50 мм или с прямоугольной поверхностью.

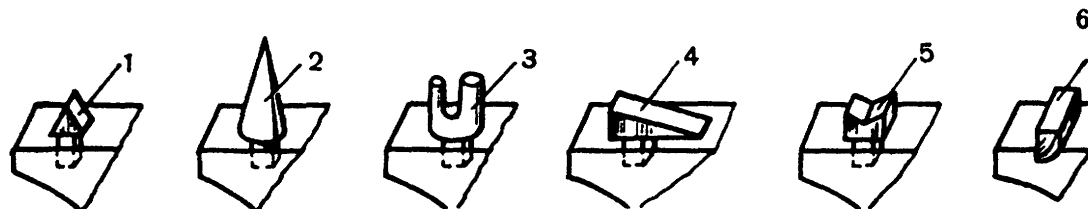


Рис. 70. Подкладной инструмент:
1 — подсечка, 2 — конус, 3 — вилка, 4—6 — специальные

Гладилки с цилиндрической поверхностью применяются для выравнивания галтелей и радиусных поверхностей. При этом для различных цилиндрических поверхностей необходимо использовать гладилки соответствующего радиуса. Материал гладилок стали 40, 45, 50. Твердость рабочей поверхности *HRC* 40—50, а твердость верхней части головки *HRC* 30—40.

Раскатки (надавки) (рис. 69, *д*) предназначены для ускорения раздачи металла вдоль или поперек оси, а также для выбивания цилиндрических пазов на заготовках.

Подкладной инструмент второй группы (рис. 70) имеет хвостовик квадратного сечения, который вставляется в соответствующее гнездо основной наковальни.

Подсечки предназначены для рубки заготовок или отрубки ее частей при помощи ручника. Кузнец накладывает заготовку на лезвие подсечки и, ударяя по ней ручником, отрубает необходимую часть. При этом следует помнить, что рубку заготовки нельзя доводить до конца, чтобы не испортить лезвие подсечки. Поэтому проводят глубокую подрубку заготовки, окончательное отделение части заготовки производят на краю наковальни легким ударом ручника. Материал подсечки — сталь 50, с твердостью рабочей поверхности *HRC* 50—55, с глубиной закалки 30—35 мм. Угол заточки лезвия 60°.

Конусные оправки предназначены для расширения отверстий в поковке, раздачи колец и выполнения гибочных операций.

Вилки предназначены для гибки и завивки заготовок. Кроме того, к подкладным инструментам второй группы относятся различные оправки дляковки уклонов, гибки и кузнечной сварки звеньев цепи.

Парный подкладной инструмент третьей группы предназначен для повышения производительности труда кузнецов и улучшения форм поковки. Инструмент состоит из нижнего инструмента (рис. 71, *а—в*) (нижняка), который хвостовиком квадратного сечения вставляется в

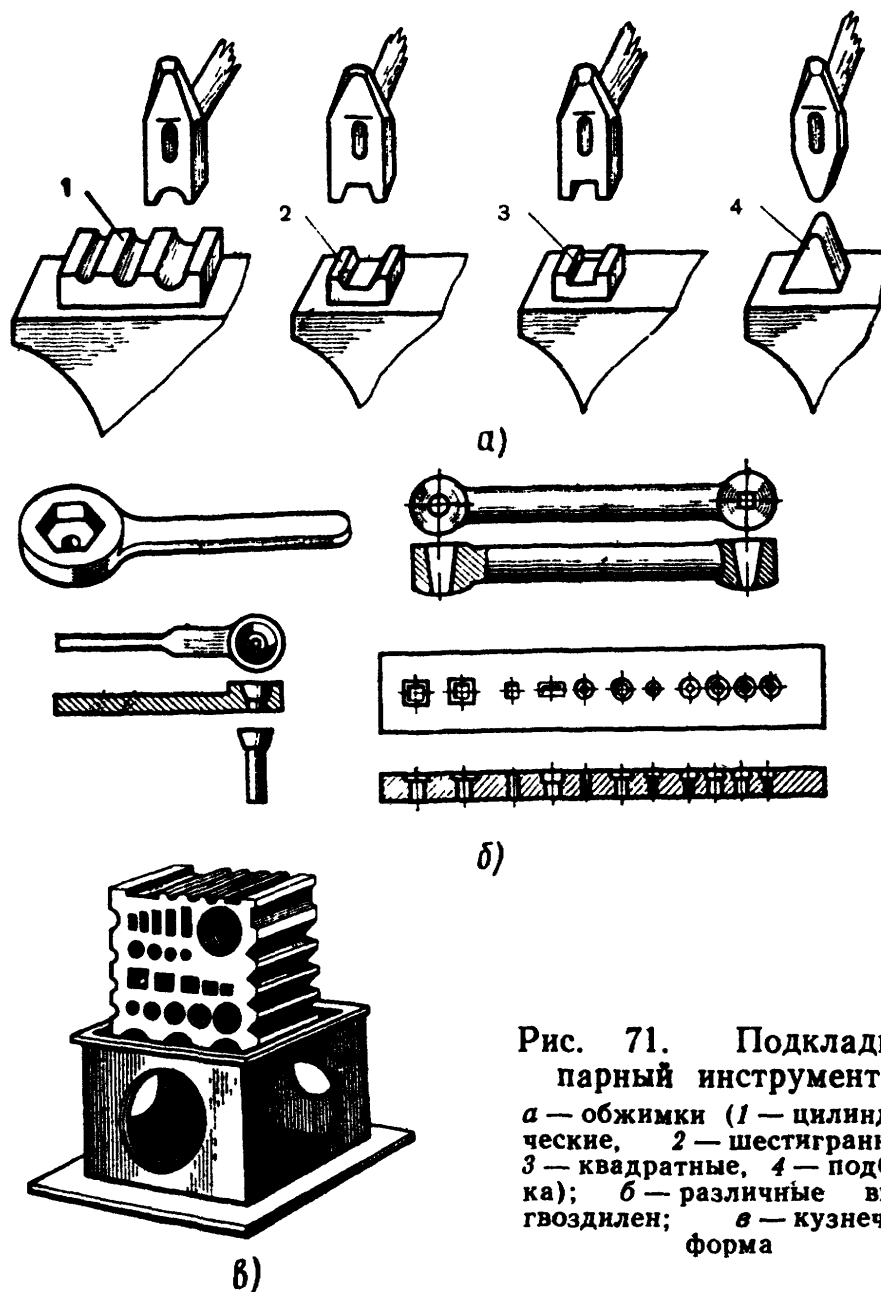


Рис. 71. Подкладной парный инструмент:

а — обжимки (1 — цилиндрические, 2 — шестигранные, 3 — квадратные, 4 — подбойка); б — различные виды гвоздилен; в — кузнечная форма

квадратное отверстие основной наковальни, и верхней части (верхняка), имеющей рукоятку для держания.

К этой группе относятся обжимки, предназначенные для предания предварительно откованной заготовке правильной цилиндрической, прямоугольной или многогранной формы, и подбойки, предназначенные для продольной или поперечной раздачи металла. В зависимости от назначения используются подбойки с различными радиусами рабочей части (8—30 мм). Для специальных художественных работ применяются обжимки — штампы со сложными формами типа листьев, пик, розеток и т. п.

Материал обжимок и подбоек — стали 45, 50, У7. Твердость рабочих частей HRC 45—50, а верхней ударяемой части HRC 30—40.

К этой же группе можно отнести гвоздильню (рис. 71, б) со шляпочными молотками. Гвоздильня представляет собой отдельную форму с рукояткой или плиту со специальными отверстиями и предназначена для высадки головок различной формы гвоздей, болтов и заклепок.

Для придания головке гвоздя, болта или заклепки необходимой правильной формы (сферы, призмы, квадрата, шестигранника и т. п.) применяются шляпочные молотки.

Гвоздильни изготовляют ковкой из сталей 45, У7, У7А и термообрабатывают на твердость *HRC* 45—50.

К *захватывающим инструментам* относятся клещи различных видов (рис. 72), которые предназначены для вынимания нагретых заготовок из горна и удерживания их во времяковки. Клещи состоят из двух клещевин, соединенных между собой заклепкой. Передняя головная часть клещей с губками предназначена для захвата заготовок; задняя — является рукояткой. По форме губок клещи делятся на продольные, поперечные, продольно-поперечные и специальные. Для облегчения труда кузнеца кузнечные клещи должны быть легкими с пружинящими рукоятками, а для надежного удержания поковок во время работы рукоятки клещей стягиваются специальным кольцом — шпандырем.

Длина кузнечных клещей составляет 300—1500 мм, материал — стали 15, 20, 25.

Если имеющиеся клещи плотно не захватывают заготовку, необходимо подогнать форму губок. Для этого губки клещей нагревают в горне и, зажав ими заготовку, обжимают их.

Правильно подобранные клещи значительно повышают производительность труда и снижают травматизм. Поэтому у кузнецов ручнойковки всегда большой набор различных клещей.

К *зажимным инструментам* относятся стуловые тиски и различные струбцины (рис. 73), которые предназначены для зажима нагретых и холодных заготовок перед гибкой, осадкой, высадкой и другими операциями.

Стуловые тиски состоят из неподвижной массивной губки 1, к которой прикреплены крепежная планка 2 и нижний стержень 3. Подвижная губка 9, соединенная шарниром 5 с неподвижной губкой, отводится назад пружиной 8, а зажим заготовок осуществляется рукояткой 7. Для направления подвижной губки имеются две

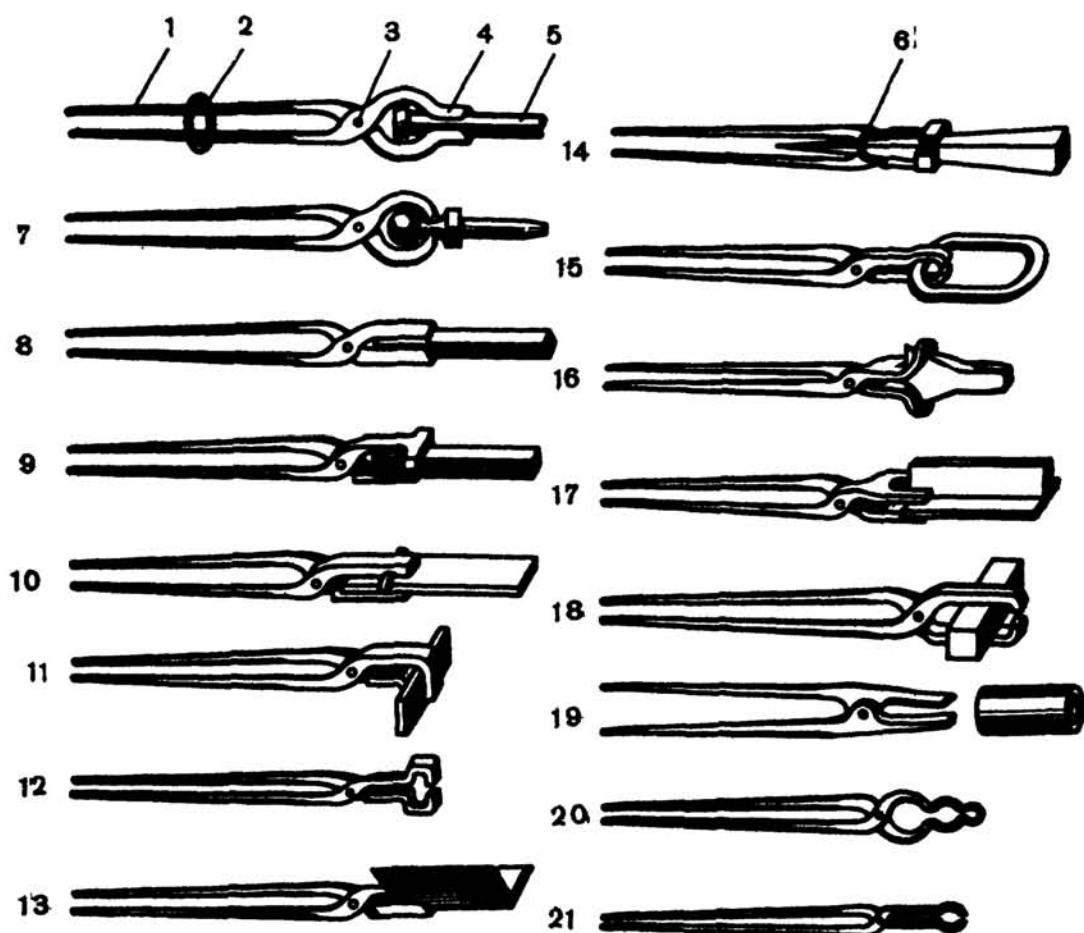


Рис. 72. Составные части и виды кузнечных клещей:

1 — рукоятка; 2 — зажимное кольцо «шпандырь»; 3 — заклепки; 4 — губки; 5 — заготовка; 6 — петля; 7 — продольные цилиндрические клещи; 8—10 — продольно-прямоугольные; 11, 12, 18 — поперечно-прямоугольные; 13 — продольно-угловые; 14 — продольно-пирамидные; 15 — кольцевые; 16 — для топоров; 17 — тавровые; 19 — для захвата цилиндра изнутри; 20, 21 — прутково-поперечные

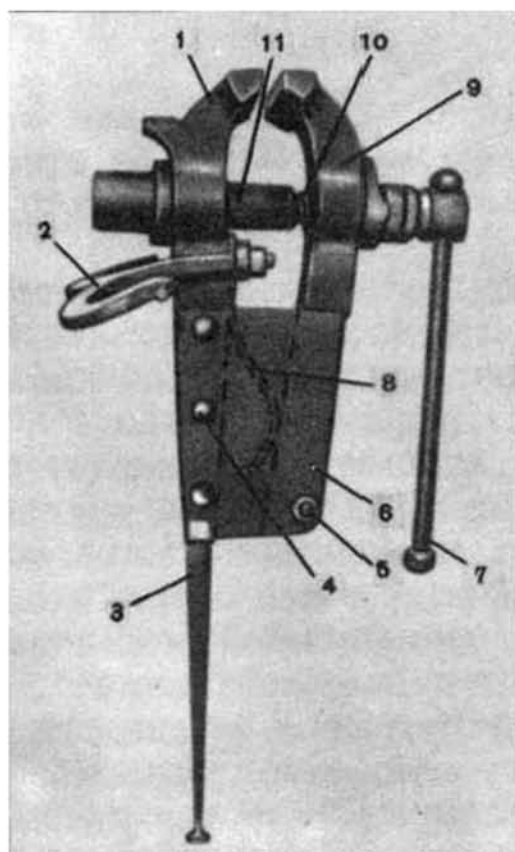


Рис. 73. Стуловые тиски:

1 — неподвижная губка; 2 — крепежная планка; 3 — нижний стержень; 4 — заклепки; 5 — шарнир; 6 — накладка; 7 — рукоятка; 8 — пружина; 9 — подвижная губка; 10 — винт; 11 — гайка

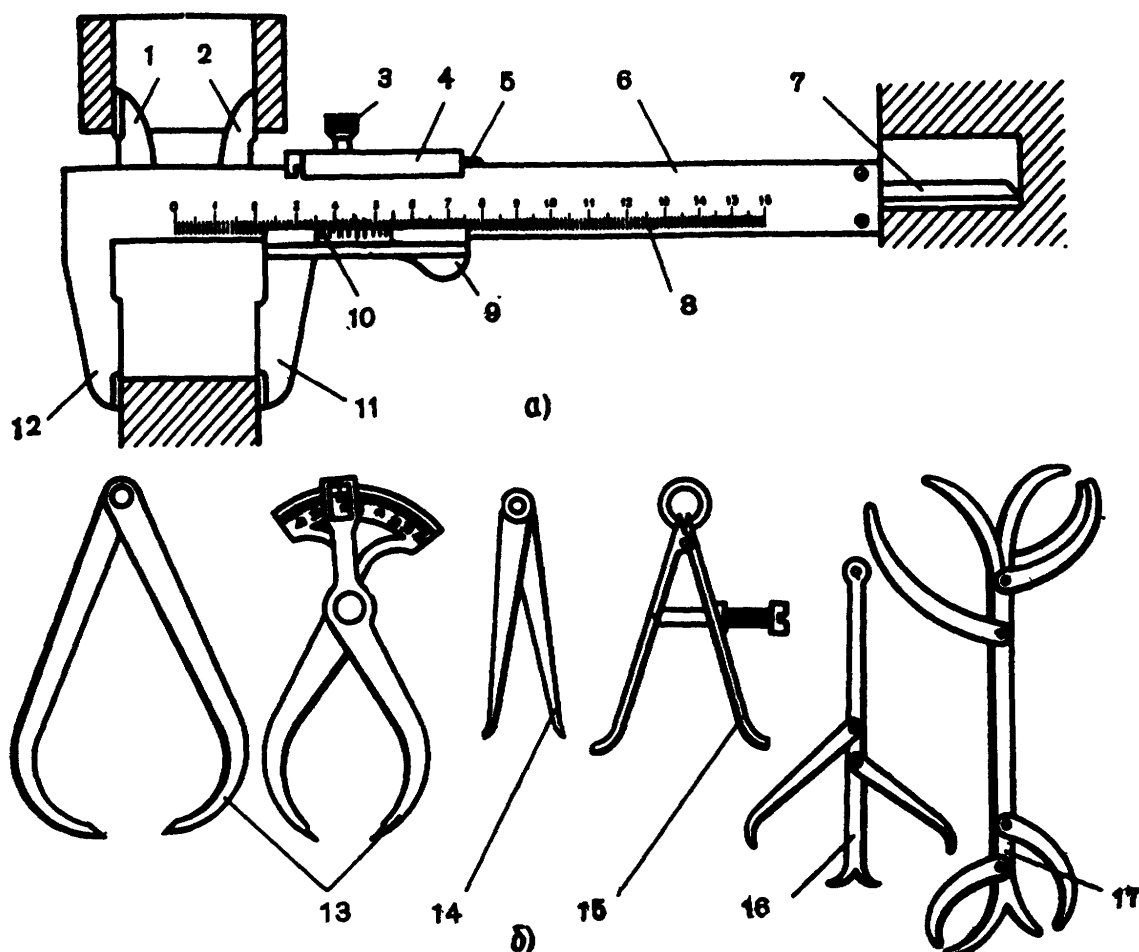


Рис. 74. Мерительные инструменты:

а — штангенциркуль (1, 2 — малые губки для измерения внутренних размеров, 3 — стопорный винт, 4 — подвижная рамка, 5 — пружина, 6 — штанга, 7 — глубомер, 8 — шкала, 9 — выступ для пальца; 10 — нониусная шкала, 11 — подвижная губка, 12 — неподвижная губка); *б* — кронциркули 13, нутромеры 14, 15, комбинированный мерительный инструмент 16, 17

накладки 6, жестко соединенные с неподвижной губкой.

Крепятся стуловые тиски мощными шурупами, болтами или заклепками на основной опоре слесарного верстака или на отдельном стуле — массивном бревне, хорошо закрепленном в полу кузницы. Верхний уровень губок находится на высоте 900—1000 мм от уровня пола. Для большей жесткости нижний стержень 3 крепится к стойке или стулу.

Губки стуловых тисков отливаются из сталей 35Л, 45Л или отковываются из сталей 20, 25.

Контрольно-мерительный инструмент (рис. 74) предназначен для измерения заготовок и поковок как в процессековки, так и после окончательной обработки и охлаждения. Весь контрольно-мерительный инструмент можно разделить на универсальный и специальный кузнечный инструмент.

К универсальному мерительному инструменту относятся:

стальная линейка — предназначена для измерения линейных размеров. В зависимости от измеряемой длины применяются линейки длиной 250, 500 и 1000 мм;

стальной металлический метр — применяется для тех же целей, что и линейка, но для компактности он состоит из отдельных звеньев, соединенных шарнирно. Точность измерения линейкой и метром до 0,5 мм;

штангенциркуль (а) — предназначен для измерения линейных размеров (наружных и внутренних), в том числе и диаметров заготовок и поковок при помощи больших и малых губок, а также глубиномером 7. Точность измерения штангенциркулем составляет 0,1 мм. Десятые доли миллиметра определяются при помощи шкалы нониуса;

угольники и угломеры — предназначены для измерения или контроля угловых размеров. Наиболее широко в кузнечном деле применяются угольники с постоянными углами, равными 90, 60 и 30°.

При точных работах и особенно при слесарных доработках используют универсальный угломер.

Кронциркулями и нутромерами (б) измеряют наружные и внутренние линейные размеры и диаметры заготовок и поковок. Некоторые типы кронциркулей и нутромеров оснащены измерительными шкалами, а большинство применяются для измерения размеров поковки во времяковки путем предварительной настройки по линейке на определенные размеры. Для большей точности определения размеров и надежности в работе на нутромерах, а иногда и на кронциркулях устанавливаются регулировочные винты.

Для большей универсальности и повышения производительности труда кронциркули делают двойными, тройными или многомерными 16, 17.

К специальному кузнечному мерительному инструменту (рис. 75) следует отнести усадочный шаблон, предназначенный для измерения нагретых заготовок в процессековки. Шаблон имеет шкалу, по которой учитывают усадку металла при охлаждении. Цена деления между соседними рисками не 1 мм, а 1,01—1,015 мм. По этому шаблону устанавливают кронциркули, нутромеры и прутковые шаблоны для измерения и контроля нагретых заготовок и поковок.

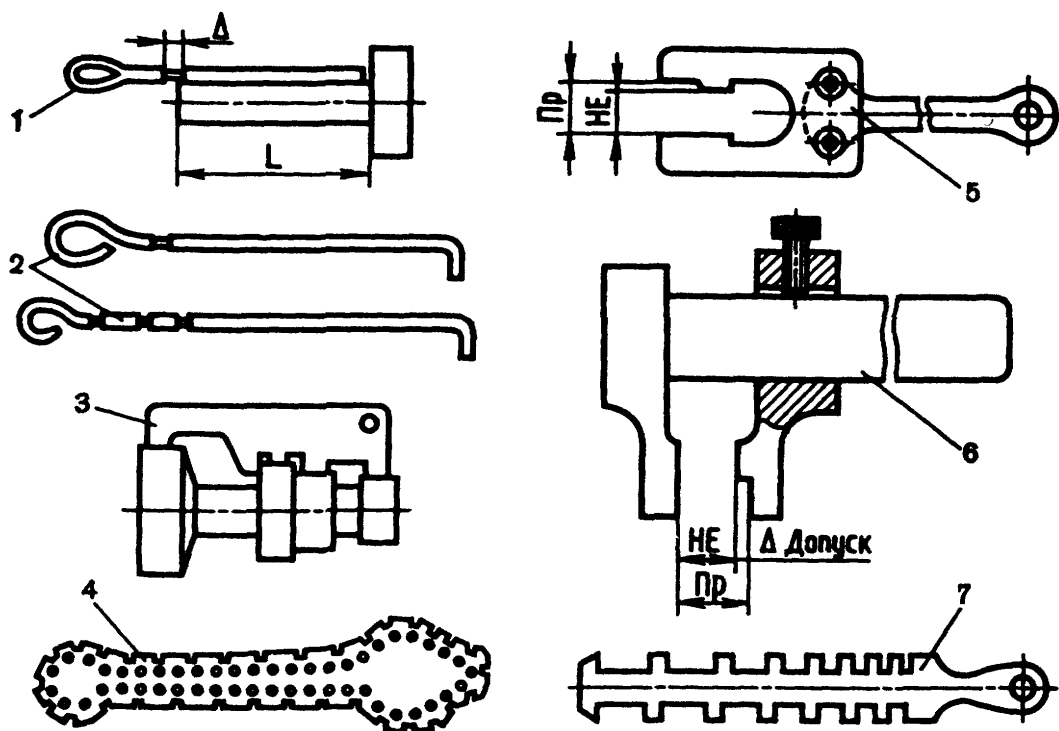


Рис. 75. Специальный мерительный инструмент:

1 — усадочный шаблон; 2 — прутковые шаблоны; 3 — профильные шаблоны; 4 — контурные шаблоны; 5 — калибровочная скоба; 6 — регулируемая скоба; 7 — калибр-гребенка

Кузнечные шаблоны и калибры применяются для контроля размеров путем наложения на поковку или заготовку во время и после окончанияковки. Шаблоны обычно изготавливаются из прутков и листов сталей 30, 40Х.

Вспомогательный кузнечный инструмент (рис. 76) предназначен для ухода за горном.

Угольная лопатка используется для подсыпания угля в горн и очистки от шлака и других продуктов горения горнового очага. Совочек лопатки делается из листового металла (Ст3), а рукоятка из прутка диаметром 12—16 мм.

Кочерга применяется для подгребания угля к очагу во время горения и очистки гнезда от шлака. Изготавливается она из пруткового материала диаметром 12—16 мм, а конец ее расковывается до ширины 20—40 мм.

Пика применяется для пробивки спекшегося слоя угля.

Метелка предназначена для очистки горна от мелкой угольной и шлаковой пыли и мусора. В качестве основы метелки применяется стальная проволока.

Брызгало предназначено для смачивания угля при спекании купола (шапки) над очагом. Для изготовления

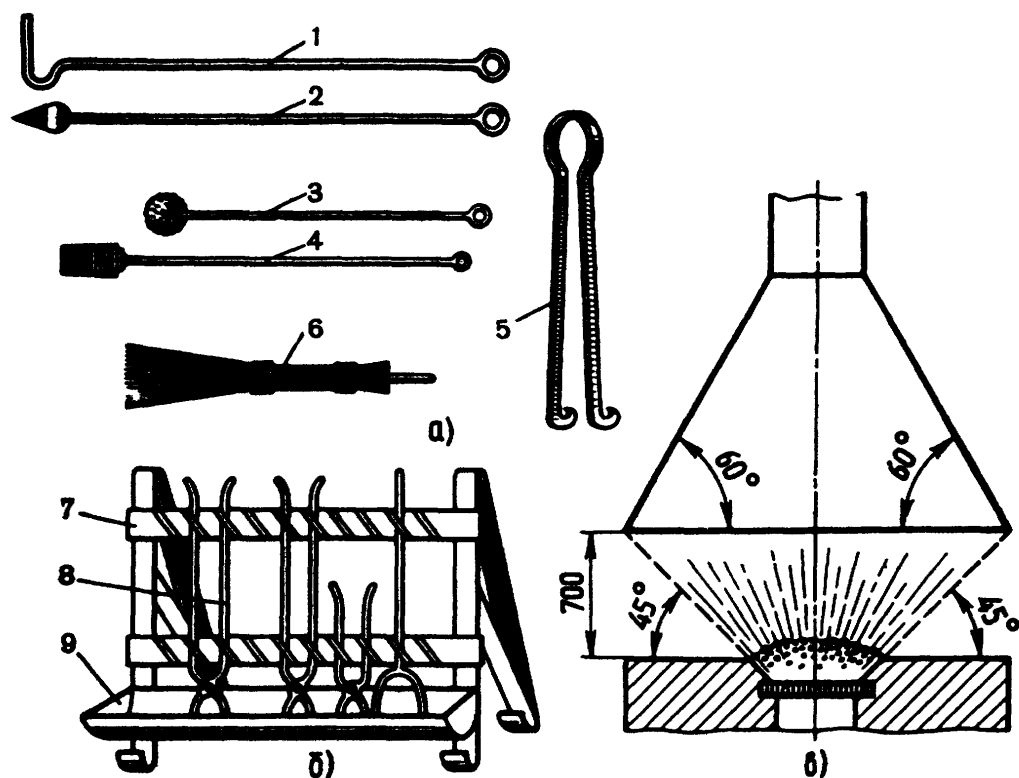


Рис. 76. Вспомогательный инструмент (а), стойка для хранения инструмента (б) и вытяжной зонт (в):

1 — кочерга; 2 — пика; 3 — брызгало; 4 — лопатка; 5 — щипцы для угля, 6 — метелка, 7 — стойка, 8 — инструмент, 9 — корыто с водой

брызгала используется прутки диаметром 10—15 мм. С одной стороны делается рукоятка, а с другой — ушко, в которое вставляется пакля, мочало или пук соломы.

Щипцы применяются для укладки в горн крупных кусков угля и извлечения спекшегося шлака. Однако для этой цели кузнецы часто пользуются своими кузнечными щипцами.

Длина рукояток вспомогательного кузнечного инструмента обычно составляет 500—900 мм и зависит от размеров стола горна, расположения в нем очага и других параметров.

Необходимо отметить, что весь инструмент должен быть разложен на специальном столе в непосредственной близости от рабочего места кузнеца. Высота стола обычно составляет 500—600 мм от уровня пола.

Кроме основного и вспомогательного инструмента в кузнице всегда размещаются ящик для сухого песка, емкости для воды, ларь для угля, стеллажи для хранения инструмента и металла, верстак для слесарной обработки изделий и т. п.

Кузницы. По мере развития кузнечного дела совершенствовались и здания кузниц. Если первые кузнецы

работали под открытым небом или в лучшем случае в шалаше или землянке, то начиная с XIV—XV вв. для них начинают строить специальные помещения. В зависимости от имеющегося материала и возможностей кузнеца их возводили из самана, прутьев, бревен, камня, кирпича или другого строительного материала. Для предохранения стен от загорания, а также для дополнительного утепления стены кузниц обмазывались глиной или штукатурились. Высота стен обычно не превышала 2—3 м.

По размерам в плане здания кузниц делались от 2×3 м до 10×15 м. Потолков обычно не делали. Крыши были одно- или двухскатными и покрывались дерном, соломой, досками, дранкой, черепицей или шифером. Из-за сернистых газов, выделяющихся при горении угля в горне, железо для этих целей применялось очень редко.

Дверной проем в кузнице делался широким, чтобы могла проехать телега, а дверь — двустворчатой из толстых досок и навешивалась с помощью кованых петель — жиковин. Снаружи двери часто обивались железным листом.

Двери обычно размещались по центру передней стены кузницы. Напротив двери внутри кузницы располагались горны с мехами; в центре стояла наковальня. С правой стороны под небольшим оконцем размещался верстак со стуловыми тисками, рядом — точило и сверлильный станок.

Одними из наиболее древних кузниц на территории нашей страны, обнаруженной археологами, были кузницы Славянского городища IX—X вв. на р. Воронеж. Кузница была полуземлянкой размером в плане 3,5×3,7 м. Стена и крыша были из прутьев, обмазанных глиной. В центре располагался очаг — горн, который имел круглую форму диаметром около 1 м и высота его была не более 0,2 м. Дым выходил через отверстие в крыше.

Журнал «Кустарная промышленность России» отмечал, что «...в России в основном кузницы деревянные, в лучшем случае из камня, а также плетеные, соломенные, дерновые и даже земляные. Размеры от 20 до 150 кв. аршин. Высота постели горна 1 1/4—1 аршина».

Рассмотрим некоторые особенности сельских кузниц. В сельской кузнице горн располагался напротив ворот и был сложен из кирпича на бутовом основании, а

очаг выложен из огнеупорного кирпича. Воздух в горн подавался мехами, расположенными слева от горна. Между очагом и мехами — вертикальная стенка (экран), в торце которой сделаны небольшие углубления — печурки — размером $200 \times 200 \times 300$ мм, в них хранился мелкий подкладной инструмент. Рядом с горном — ведро с песком и бочонок с водой для закалки изделий и охлаждения инструмента. Над очагом подвешивался металлический зонт для вытяжки газов. Горновой инструмент — кочерга, лопатка для угля, метелка и т. п. находился справа от кузнеца на поверхности горна, а кузнечные клещи и некоторый подкладной инструмент — слева на специальной вешалке. Массивная наковальня закреплялась на стуле в центре кузницы на расстоянии 1,5 м от горна. В углу кузницы имелся короб для хранения угля.

Снаружи кузницы устанавливался навес для хранения угля, дров и других материалов, станок дляковки лошадей, точильный камень, и массивный круглый камень (жернов) для обтяжки колес.

Следует сказать несколько слов о «станке», в котором ковались лошади. Он состоял из 4-х вертикальных столбов высотой 2,5 м, сверху которых была обвязка и крыша 4. На передних столбах имелись упоры 1 для передних ног лошадей, а на задних — крючья и кольца для привязывания задних ног. Для запирания лошадей в станке применялись специальные слег-запоры 2. На боковых стойках станка имелись специальные воротки для подъема лошади при ковке (рис. 77).

Точильный камень обычно изготавливали из песчаника или наждака диаметром 250—500 мм. Камень устанавливался на специальной деревянной стойке в виде корыта, обитого внутри жстью. При точке изделий камень вращался от рукоятки вручную, а в корыто наливалась вода для смачивания и очистки камня.

В качестве подставки при обтяжке колес металлическим ободом-шиной обычно использовали старый жернов-«камень» (рис. 78), при его отсутствии — массивный деревянный круг диаметром около 1 м и высотой 400—500 мм или небольшой сруб. Через центральное отверстие камня (или деревянного круга) проходил стержень с резьбой и гайкой, при помощи которой закреплялось колесо. Сваренная кузнечной сваркой шина нагревалась и натягивалась на деревянное колесо при помощи 3—4-х натягов, которые представляли собой длинные

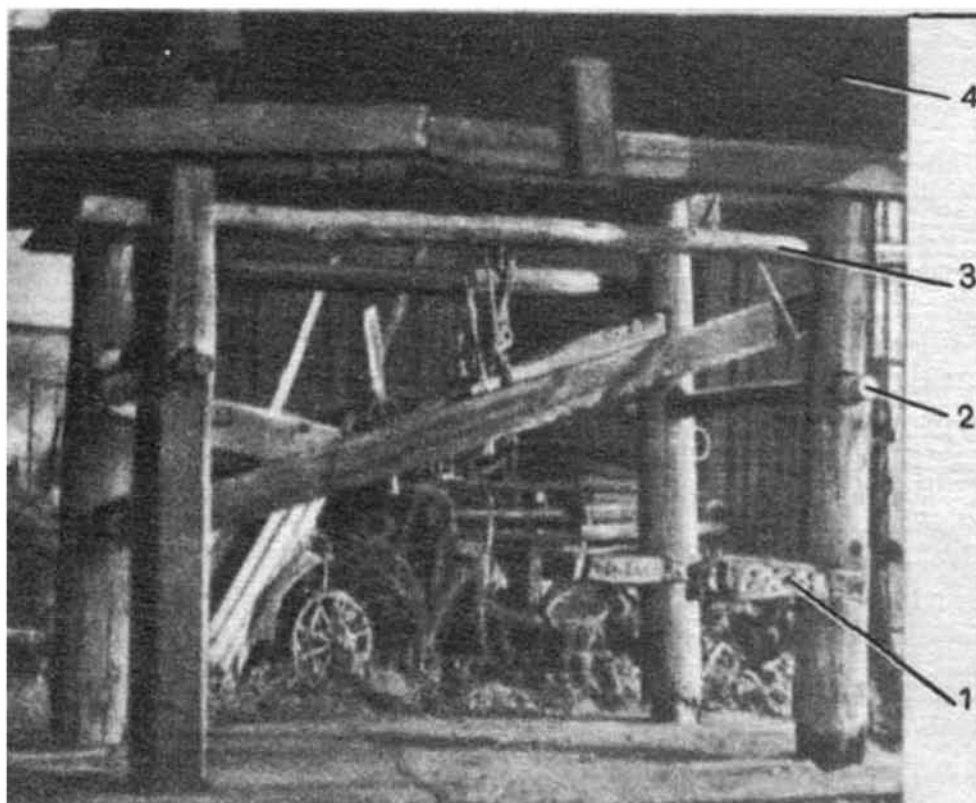


Рис. 77. Станок для ковки лошадей:
 1 — упоры для передних ног; 2 — запоры; 3 — вороток для подъема лошади,
 4 — крыша

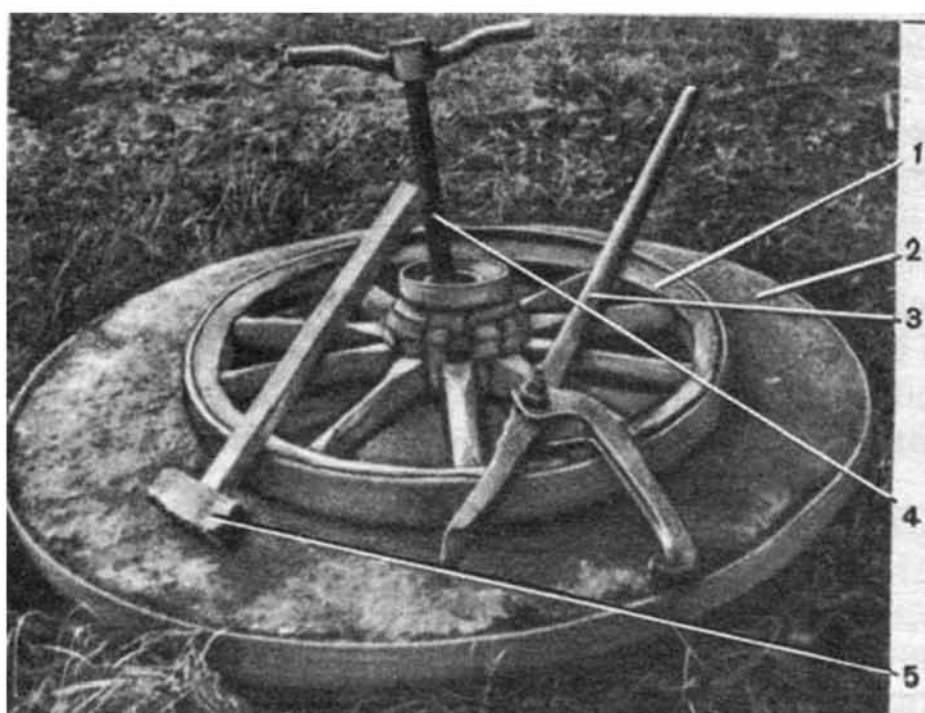


Рис. 78. «Камень» для ошиновки тележных колес:
 1 — колесо с шиной; 2 — камень; 3 — натяг; 4 — стержень с резьбой и гайкой;
 5 — кувалда

толстые палки (оглобли) с металлическими захватами. Нагретую шину опускали на колесо и при помощи натягов надевали на обод и затем охлаждали его водой.

Довольно интересные кузницы показаны в музее народной архитектуры и быта УССР. Кузница (рис. 79), перевезенная в музей из с. Залютта Волинской области, имеет площадь в плане примерно 5×5 м. Здание кузницы рубленое без потолка, крыша 4-скатная с дощатой кровлей. Напротив двери в правом углу — горн, «постель» которого имеет деревянную опалубку, набитую горелой землей, глиной и песком. Задняя и левая стенки горна выложены из кирпича, а очаг — из огнеупорного кирпича.

Слева от горна расположены кожаные клинчатые мехи для подачи воздуха, приводимые в движение через коромысло, подвешенное к потолку. Перед мехами установлена деревянная лавка для хранения инструмента.

В центре кузницы на расстоянии 1,5 м от горна на массивной деревянной колоде — стуле — установлена наковальня, слева от входа у стены — верстак со стуловыми тисками. Снаружи кузницы (перед входом) под навесом установлен сверлильный ручной станок, точило, наковальня и шперак, с правой стороны кузницы — большой угольный короб, а с левой — склад металла.

Другая кузница относится к 20-м годам XX в. и имеет примерно аналогичную планировку (рис. 80, а, б).

Размер кузницы 5×4 м, высота стен до потолка 2 м. Крыша двухскатная крытая соломой. Потолок и стены обмазаны глиной. Горн с мехами установлен у противоположной от двери стены. Перед мехами — вешалка для инструмента. В центре — наковальня.

Постель горна сложена из кирпича. На торце левой стенки имеются три ниши «печурки» для хранения мелкого подкладного инструмента. Над горном установлен металлический зонт. С левой стороны у окон — два стеллажа. Около двери установлены стуловые тиски. На улице, перед кузницей — столб со сверлильным станком и подставка — сруб для ошиновки колес.

Сельские кузницы прибалтийских кузнецов (рис. 81) практически не отличаются от описанных выше кузниц. Двухметровый деревянный сруб с воротами и двумя маленькими оконцами, крыша двухскатная черепичная. Расположение оборудования примерно такое же, как и в других кузницах: напротив ворот — горн, сложенный из кирпича. Задняя кирпичная стенка горна вделана в

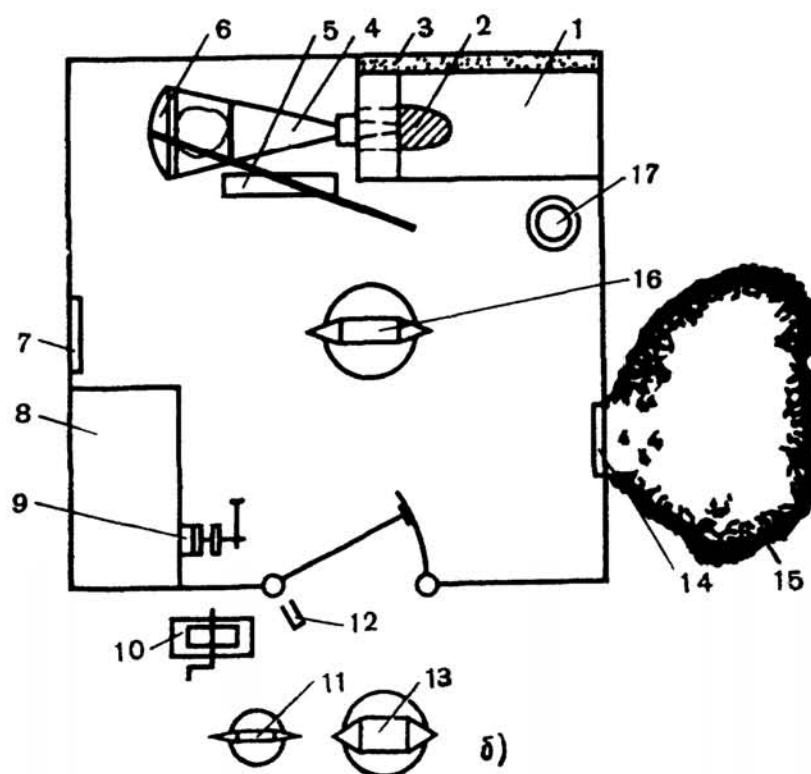


Рис 79 Общий вид сельской кузницы (а) из с Залютта и схема расположения оборудования (б).

1 — наковальня на массивном стуле 2 — постель горна 3 — очаг 4 — мех
5 — скамья для инструмента, 6 — коромысло для качания меха 7 — окно
8 — верстак 9 — стуловые тиски 10 — точильный круг 11 — шпорок, 12 —
сверлильный станок 13 — наковальня 14 — окно, 15 — угольная яма 16 —
основная наковальня, 17 — бочонок с водой

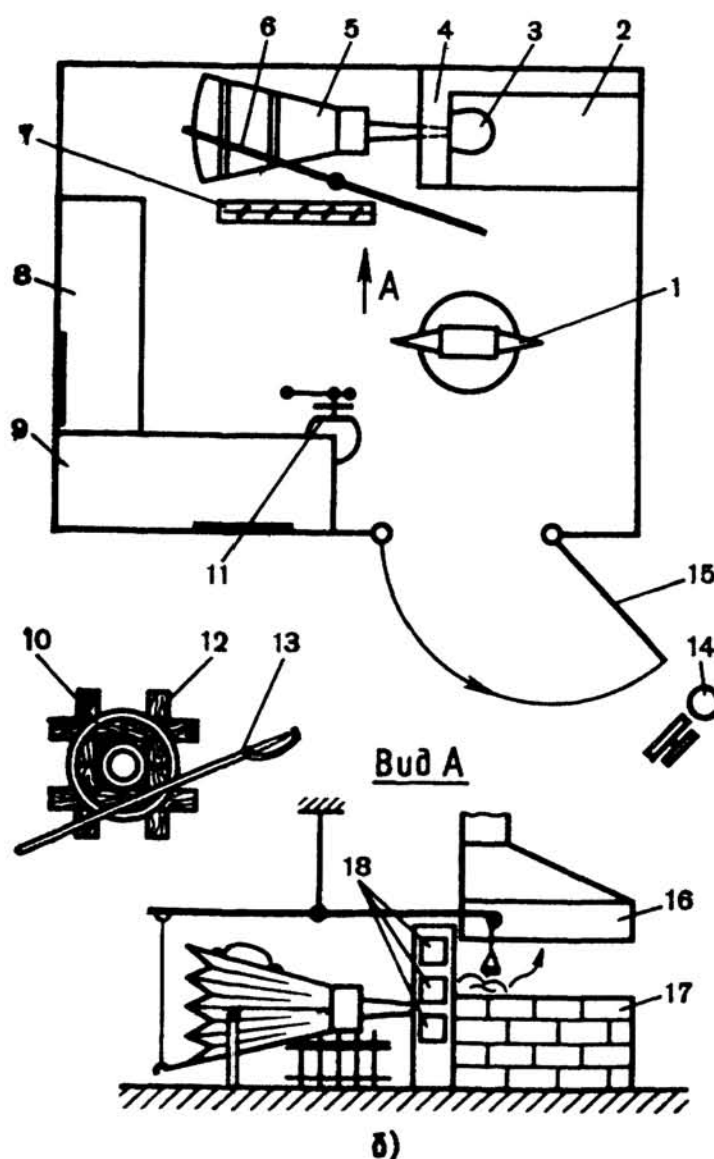


Рис. 80. Сельская кузница 20-х годов XX в. (а) и схема размещения оборудования (б):

1 — наковальня на массивном стуле; 2 — постель горна; 3 — очаг; 4 — каменные стенки горна (экраны); 5 — мех; 6 — коромысло для качания меха; 7 — вешалка для инструмента; 8, 9 — верстаки; 10 — колесо от телеги; 11 — стуловые тиски; 12 — сруб для ошиновки колес; 13 — натяг; 14 — сверлильный станок; 15 — дверь; 16 — зонт; 17 — лежанка горна кирпичная; 18 — ниши «печурки»

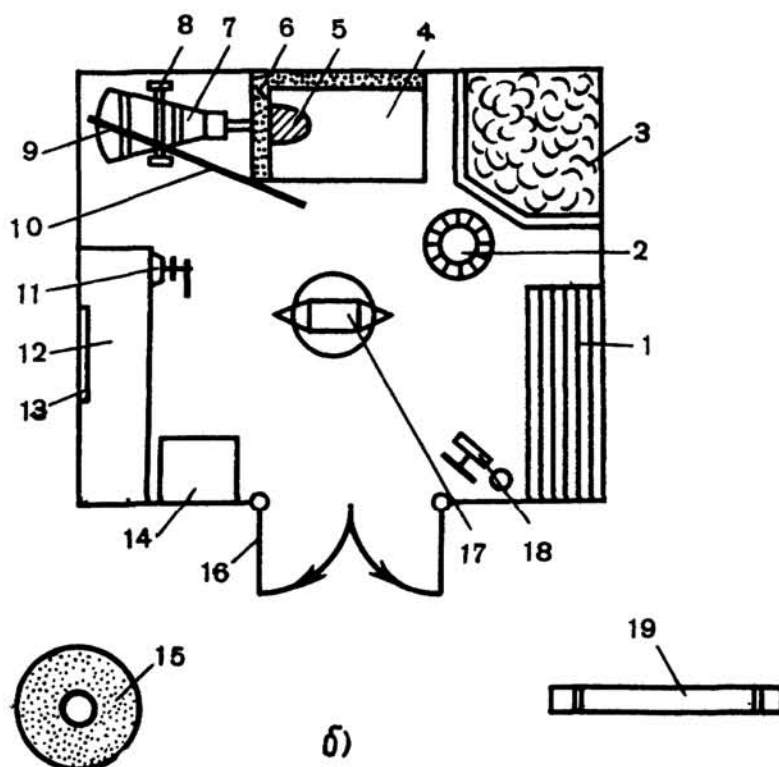
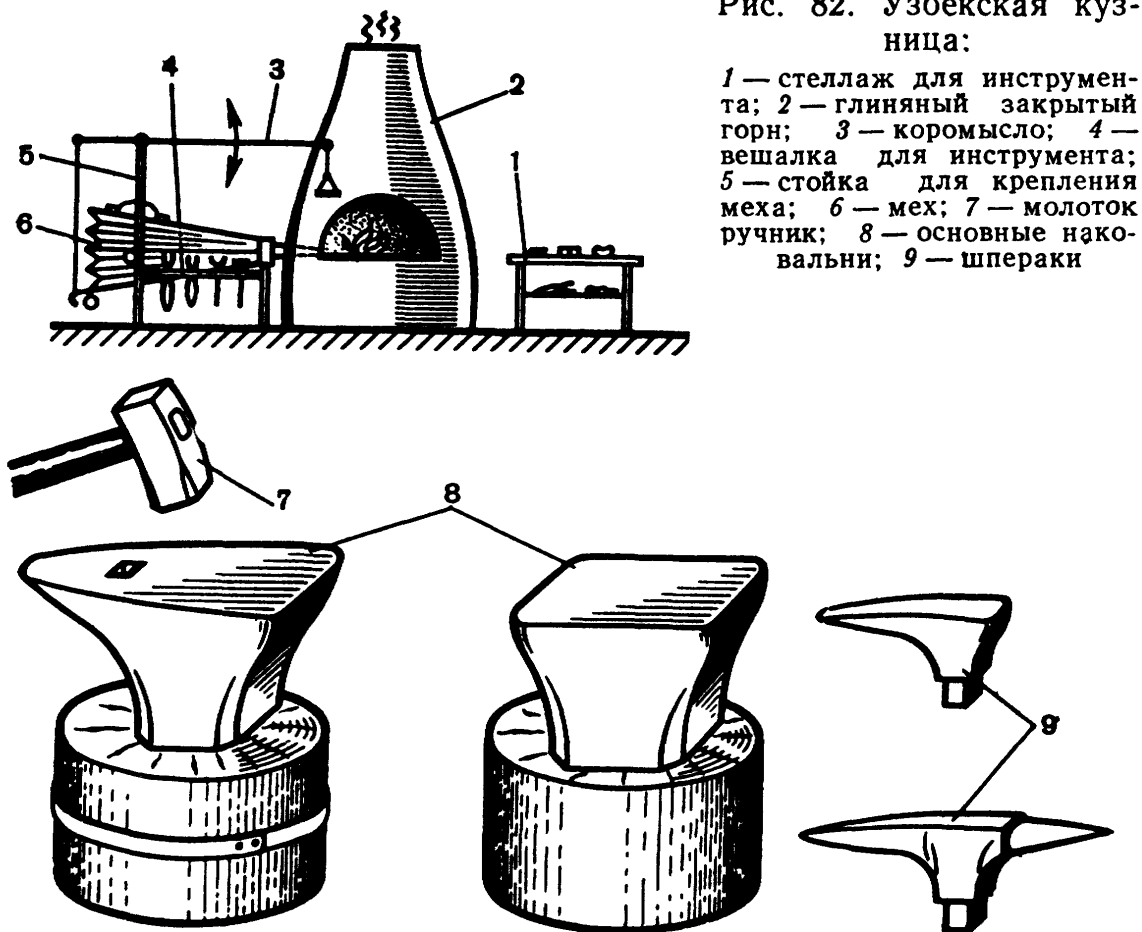


Рис. 81. Сельская кузница (прибалтийская) (а)
и схема размещения оборудования (б):

1 — стеллаж для металла; 2 — бадья с водой; 3 — угольный короб; 4 — постель горна; 5 — очаг; 6 — кирпичные стенки горна (экраны); 7 — мех; 8 — стойка меха; 9 — вертикальная тяга; 10 — коромысло; 11 — стуловые тиски; 12 — верстак; 13 — окно; 14 — шкаф; 15 — камень для ошиновки колес; 16 — ворота; 17 — наковальня; 18 — сверлильный станок; 19 — коновязь

Рис. 82. Узбекская кузница:



стену здания. Левая стенка горна несколько выше остальных и является экраном, защищающим мех от нагрева. Расположение оборудования в плане показано на рисунке.

Снаружи кузницы установлена коновязь для привязывания лошадей при ковке и «камень» для ошиновки тележных колес.

Довольно своеобразны кузницы Узбекистана (рис. 82). Это небольшие помещения размером в плане 2×3 м, с легкими стенками и навесом. Горн закрытый в виде печи, сложенный из камня и обмазанный глиной. Подача воздуха осуществляется от меха (в последнее время от вентилятора). Рядом с горном устанавливается столик или скамья для хранения инструмента, в углу свален уголь. Наковальня, как во всех кузницах, занимает центральное место. Формы наковален и молотков очень своеобразны и напоминают формы инструмента древних времен. Кузнецы-медники обычно работали сидя, поэтому горн размещался на небольшом возвышении от пола (рис. 83, а, б). Для изготовления различных изделий из листовой меди или латуни кузнецы применяли разнообразные по форме и массе молот-

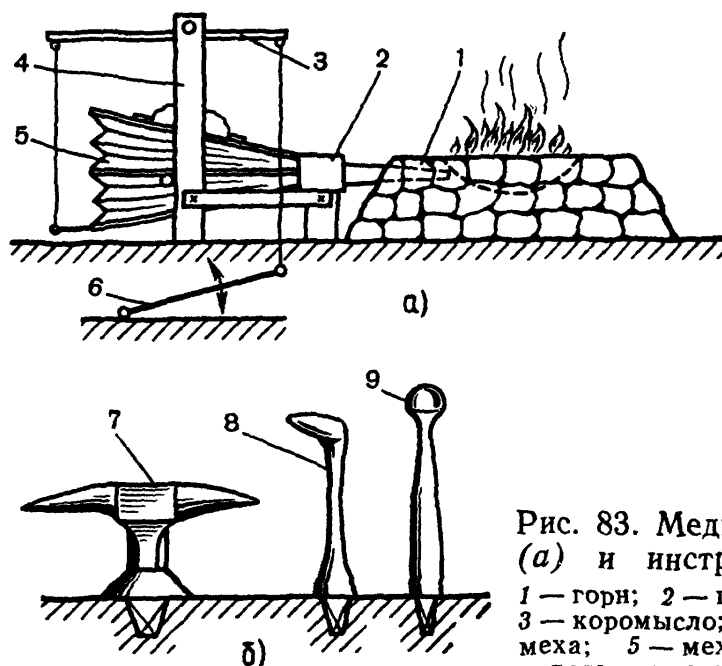


Рис. 83. Медницкий горн (а) и инструмент (б):
1 — горн; 2 — головка меха; 3 — коромысло; 4 — стойка меха; 5 — мех; 6 — ножная педаль для качания меха; 7 — шперак; 8, 9 — стойно

ки и оправки. На горне кузнецы-медники нагревали металл и инструмент перед пайкой, здесь же лудили посуду.

Один из замечательных архитектурно-строительных памятников XVIII в. — комплекс белокаменных Старицких кузниц Калининской области. Начиная с 1982 г. Старицкая архитектурно-археологическая экспедиция (руководитель М. Г. Левин) совместно с Музеем кузнечной науки и техники ЦП НТО Машпром проводят исследования по изучению кузнечных промыслов Калининской области и Старицких кузниц, в частности.

В конце XVIII в. кузнецами г. Старицы перерабатывалось до 1250 пудов железа в год. Большинство кузниц располагались в подножье вала Нового городища (рис. 84). Строились кузницы следующим образом: в откосе вала выкапывалась прямоугольная пещера, затем из тесаного белого камня выкладывались боковые стены и цилиндрический свод, пол, передняя и задняя стены. Сверху свод «проливался» раствором извести, закрывался для гидроизоляции слоем глины и засыпался землей.

Из белого камня выкладывались и стенки горна. Средняя часть горна забивалась землей, щебнем, глиной с песком. У левой стенки — экрана — делалось горновое гнездо, устанавливалась фурма и за экраном — мехи. Зонтов над горнами обычно не делали, а дым выходил через специальное отверстие в своде. Размещение обо-

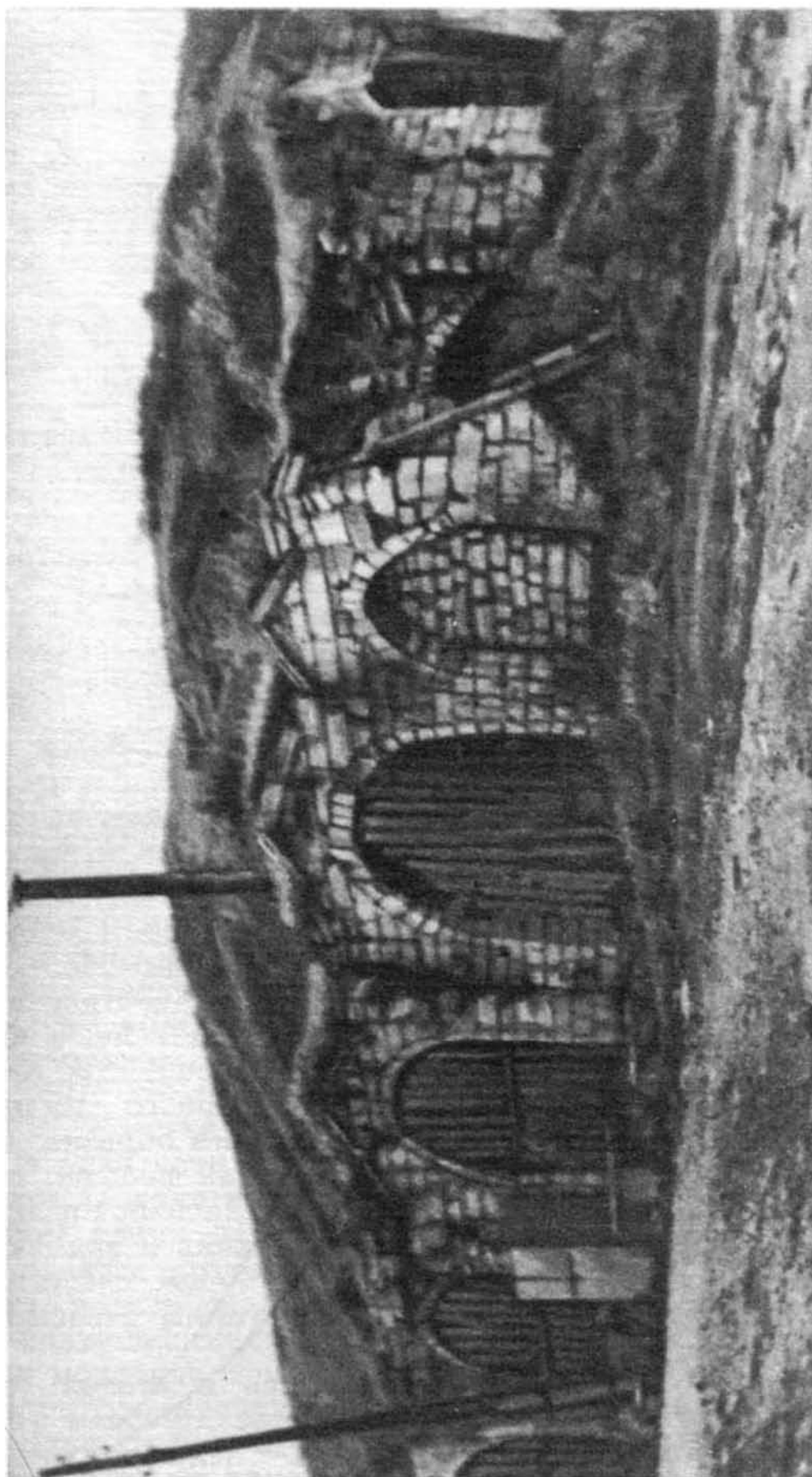


Рис. 84 Комплекс Старицких белокаменных кузниц XVIII в. (Калининская обл.)

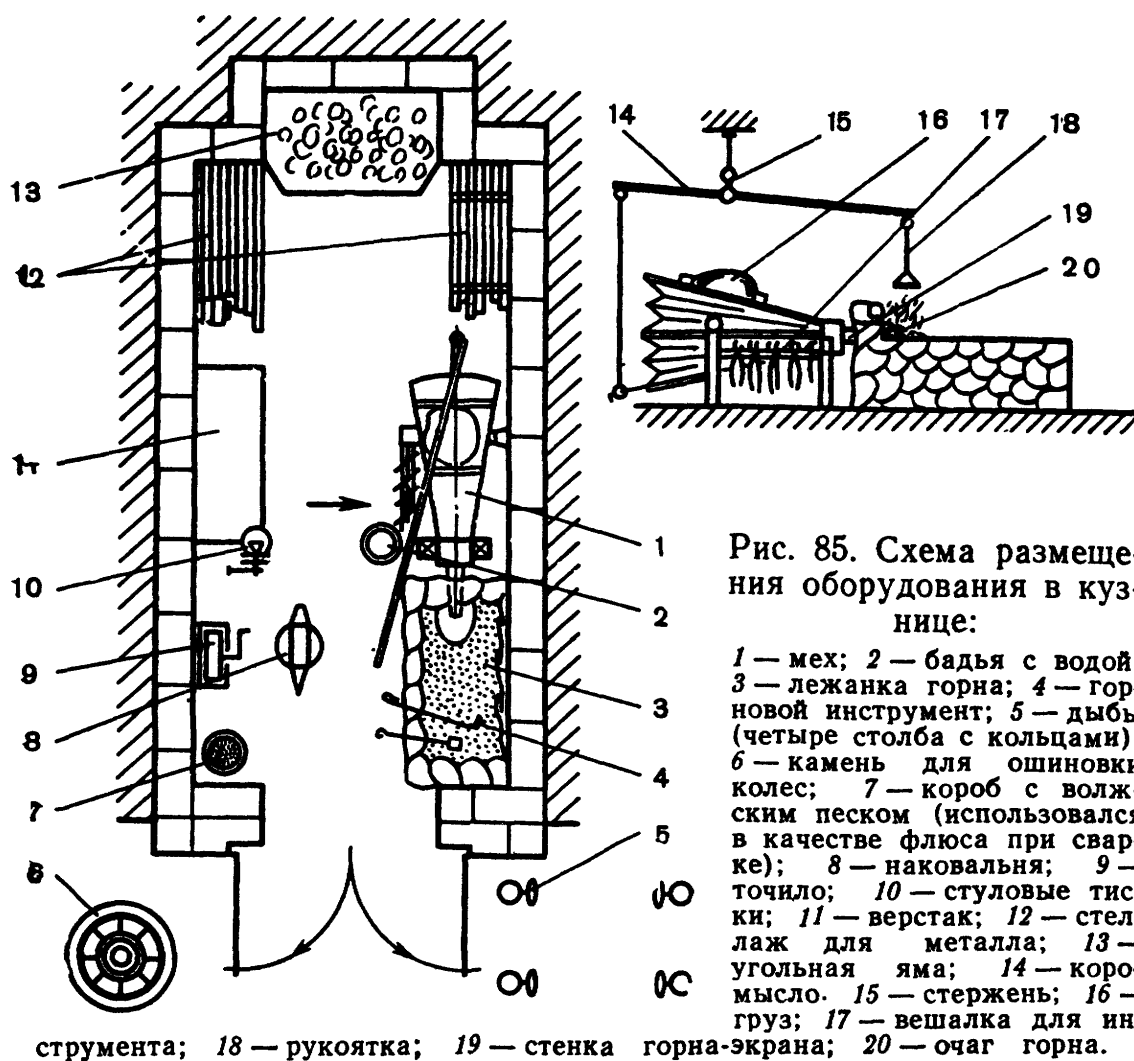


Рис. 85. Схема размещения оборудования в кузнице:

1 — мех; 2 — бадья с водой; 3 — лежанка горна; 4 — горновой инструмент; 5 — дыбы (четыре столба с кольцами); 6 — камень для ошиновки колес; 7 — короб с волжским песком (использовался в качестве флюса при сварке); 8 — наковальня; 9 — точило; 10 — стуловые тиски; 11 — верстак; 12 — стеллаж для металла; 13 — угольная яма; 14 — коромысло; 15 — стержень; 16 — груз; 17 — вешалка для инструмента; 18 — рукоятка; 19 — стенка горна-экрана; 20 — очаг горна.

рудования показано на рис. 85. Горн размещался справа от входа в непосредственной близости от ворот, так как основное освещение было естественное, а окон в кузницах не было. Слева от входа обычно располагался небольшой верстак со стуловыми тисками. Ворота кузницы были массивными двустворчатыми с коваными жиковинами, рукоятками и замками. Рядом с кузницей часто укладывались большие «камни» для ошиновки колес и ставились столбы с кольцами для привязывания лошадей при ковке.

В некоторых старицких кузницах работали медники, которые изготавливали различные виды посуды, чинили и лудили самовары. Для медницких работ в центре кузницы делался невысокий очаг с центральным дутьем, кузнецы работали сидя и мех качали ногой, так как руки были заняты изделиями.

В конце XVIII в. начинается широкое строительство городских кузниц из кирпича или камня. Часто под одной крышей размещались две-три кузницы. Работали в

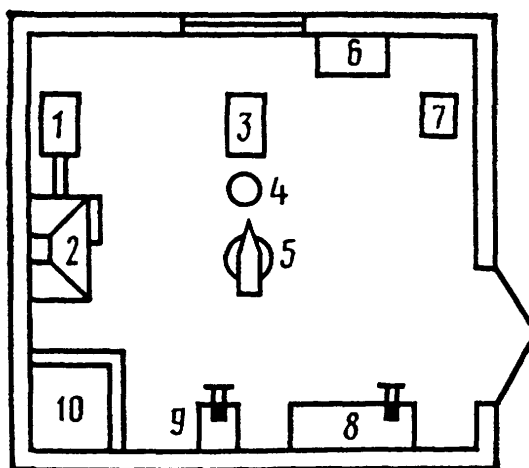


Рис. 86. Схема размещения оборудования на участке ручнойковки на одно рабочее место

этих кузницах обычно «полные кузнецы», т. е. кузнец с двумя или тремя молотобойцами, и выполняли они довольно сложные кузнечные работы: ковали оси для экипажей, подковывали лошадей, изготавливали массивные связи длиной 10—15 м для строительства домов. Планировка небольшого участка ручнойковки на одну наковальню показана на рис. 86. Площадь участка $6,2 \times$

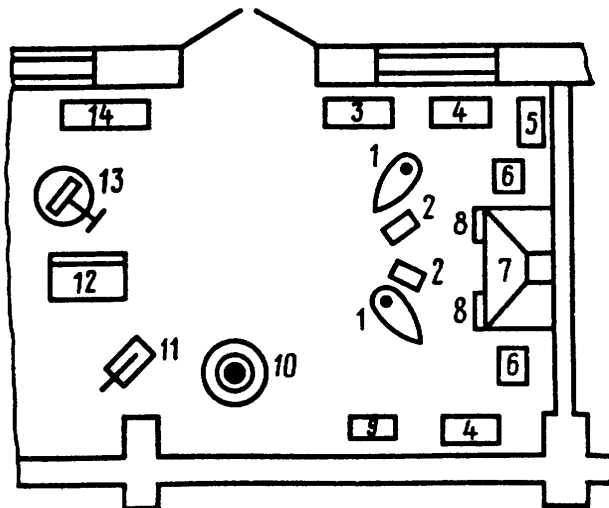
$\times 6,7$ м. У стены напротив входа располагается горн 2 с вентилятором 1. На расстоянии 1,5—2 м от горна устанавливается наковальня 5. Наковальню следует располагать так, чтобы ее рог находился слева от кузнеца, когда он стоит спиной к горну. Вокруг наковальни должно быть достаточно свободного места для работы молотобойца. Рядом с наковальней стоит бачок 4 с водой для охлаждения кузнечного инструмента и закалки изделий. Кузнечный инструмент размещается на металлическом столике 3 с двумя полками. Верхняя полка предназначена для часто используемого инструмента типа молотков, зубил, клещей и т. д., нижняя — для инструмента, применяемого реже. Для удобства работы кузнец кладет инструмент на столик так, чтобы рукоятки его выступали за край столика.

Запасной инструмент и инструмент редко используемый хранят в шкафу 6, в котором имеются специальные полки и крючки. Для заточки инструмента и других работ применяют точило 7. В углу около горна устанавливают ящик 10 для хранения угля. У стенки размещают стуловые кузнечные тиски 9, на которых производят высадку, гибку, закручивание. Рядом устанавливают слесарный верстак 8. В удобном месте хранят сухой песок для засыпки мокрых мест на полу участка и тряпочные концы — для обтирки инструмента и других целей.

Схема расположения основного и вспомогательного оборудования и инструмента более крупного участка ручнойковки показана на рис. 87. У дальней стенки установлен горн 7 на «два огня». Для размещения кле-

Рис. 87. Схема размещения оборудования на участке на два рабочих места:

1 — наковальня; 2 — столик для инструмента; 3, 4 — рабочие столы; 5 — шкаф; 6 — бачки для воды; 7 — горн на два очага; 8 — вешалки для инструмента; 9 — точило; 10 — пневматический молот; 11 — ножницы; 12 — правильная чугунная плита (1500×1000 мм); 13 — ступовые тиски; 14 — стеллаж



щей на горне имеются вешалки 8, представляющие собой приваренные к горновому столу стальные скобы. Слева и справа от горна ставят бачки 6 с водой емкостью 30—40 л каждый. На расстоянии 1,5—2 м от горна установлены две наковальни 1, а между ними столики 2, на которые кладут кузнечный инструмент. Расстояние между наковальнями должно быть не менее 2,5—3 м. Наждачное точило 9 располагают у стенки на достаточно большом расстоянии от наковален. Современные участкиковки снабжают небольшим пневматическим молотом 10 с массой падающих частей 50, 75 или 100 кг.

Кузнечные участки часто оснащаются передвижными ручными ножницами 11 для резки листового металла: правильной чугунной плитой 12 размером 1500×1000 мм и ступовыми тисками 13. Более крупные кузнечные участки оснащаются слесарным верстаком, настольным сверлильным станком, сборочным столом, стеллажом 14 для заготовок, а иногда и механической ножовкой для отрезки мерных заготовок из проката. Над горном для отвода дыма и газов устанавливается вытяжной зонт. В некоторых случаях для повышения эффективности вытягивания газов зонт делается регулируемым по высоте, или снабжается дополнительными опускающимися закрылками.

Кузнечный участок небольших ремонтных мастерских показан на рис. 88. Расстояние от горна 1 до стены составляет 0,8 м, между горном и нагревательной печью 2 — 1,5 м, наковальней 6 и горном — 1,5 м, нагревательной печью и молотом 4 — 1,5 м и трансформатором 3 — 0,8 м, от горна до закалочной ванны 7 — 1 м,

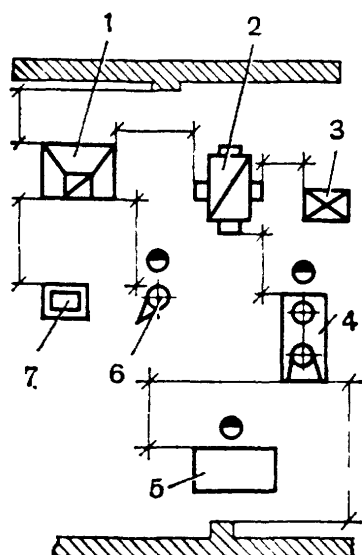


Рис. 88. Схема размещения оборудования на кузнечном участке:

1 — горн; 2 — нагревательная печь; 3 — трансформатор; 4 — молот; 5 — смежное оборудование; 6 — наковальня; 7 — закалочная ванна

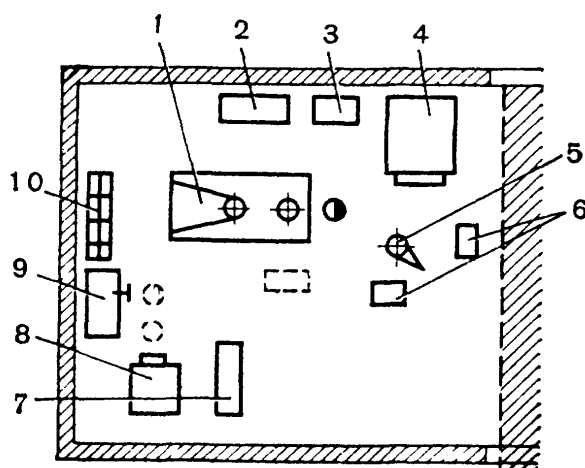


Рис. 89. Кузнечно-термический участок:

1 — молот; 2 — стеллаж; 3 — трансформатор; 4 — печь; 5 — наковальня; 6 — ванны закалочные; 7 — стеллаж для изделий; 8 — станок сверлильный; 9 — верстак; 10 — стеллаж для изделий

от ковочного молота до смежного оборудования 5 — 1,5 м и до стены — 2,5 м.

При организации кузнечного и термического участков в одном помещении оборудование располагается, как показано на рис. 89.

Кузнечное оборудование. По мере развития общества металл занимает все большее значение в деятельности человека. Возникает необходимость изготавливать изделия и детали из металла большой массы. Однако отковать эти детали при помощи ручных молотов уже не представляется возможным и начинаются поиски «новых видов энергии и оборудования».

В V в. индийские мастера при ковке крупных изделий применяли тяжелые камни, которые поднимали несколько человек (рис. 90). Позднее тяжелые каменные или металлические «бабы» поднимались канатами через блок несколькими людьми (рис. 91), когда канаты отпускались, баба деформировала горячий металл или дробила камни.

Параллельно с развитием молотов с падающей бабой шло развитие винтовых прессов, которые первоначально применялись в сельском хозяйстве для выжимания сока из фруктов и масла из семян, позднее использовались для чеканки монет, а с XVIII в. — для изготовления мас-



Рис. 90. Первый каменный молот

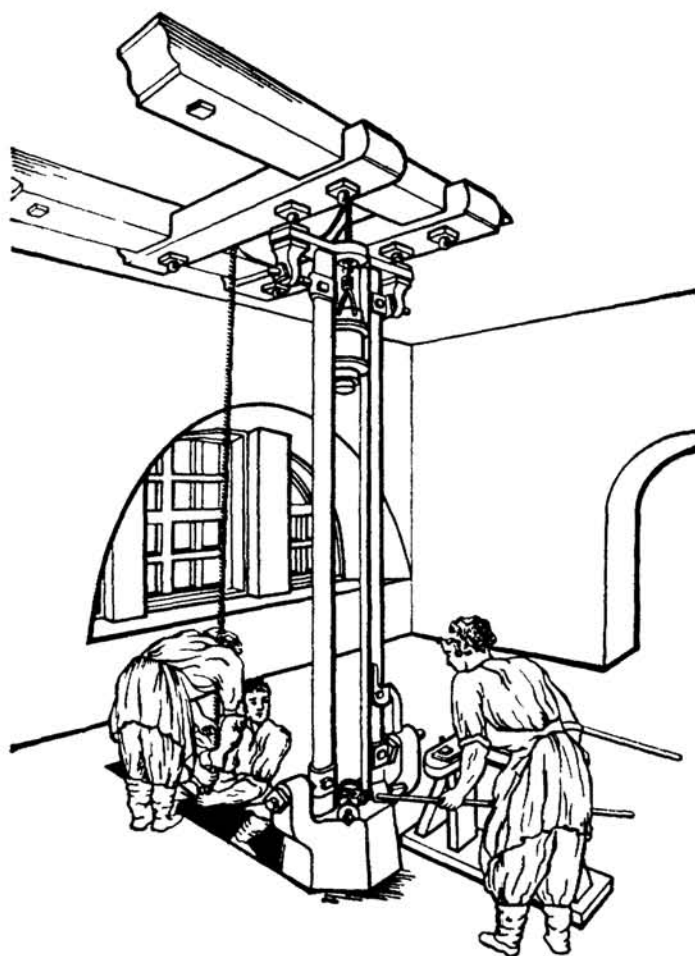


Рис 91 Молот с веревкой или ремнем

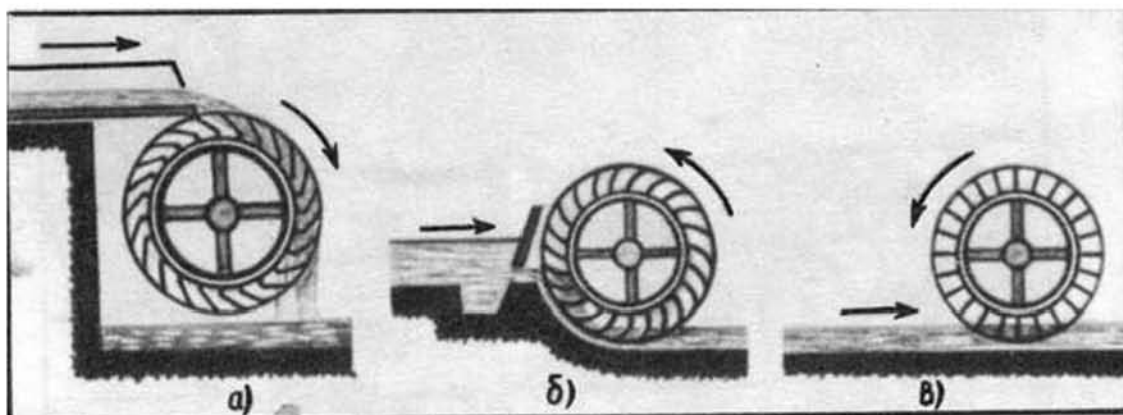


Рис. 92. Водяные колеса:

а — верхнего боя (наливные); *б* — среднего боя; *в* — нижнего боя (подливные)

совых деталей на оружейных и машиностроительных заводах.

Начиная с XIV в. для привода различных машин и механизмов применяют водоналивные или, как их называли, «водяные» колеса. Первоначально они применялись для привода «водяных» мельниц и строили их мастера самоучки, талантливые изобретатели. Эти «водяные» колеса в зависимости от формы русла реки и мощности потока делались трех типов: верхнего боя (наливные), среднего боя и нижнего боя (подливные) (рис. 92).

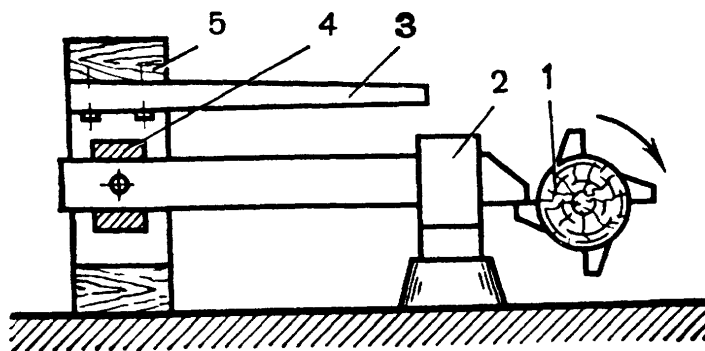
Наибольший крутящий момент при других равных условиях дают наливные колеса верхнего боя, но для них необходимо было строить высокие и длинные плотины и создавать искусственные водоемы (пруды). Эффективно работали мельницы на реках с быстрым течением.

С XVI в. в России начинают строить «мельницы железцовые», т. е. использовать водяные колеса для молотов, обрабатывающих железо. Известно, что первый молот с водяным колесом дляковки железа — «самоков» — был установлен на р. Лахоме (близ р. Вычегды). Все работы по строительству плотин, водяных колес и самих молотов производили кузнецы без каких-либо чертежей и расчетов. Всю необходимую технологическую документацию мастер хранил в памяти, а секреты строительства передавались только самым близким людям.

Применение водяного колеса позволило создать механический рычажный молот, толчейное устройство, сверлильные и расточные станки и другие устройства с зубчатыми и цевочными передачами между вращающимися осями, в том числе пересекающимися между собой под прямым углом.

Рис. 93. Лобовой молот:

1 — приводной боевой вал;
2 — кулак; 3 — упругая доска (отбой); 4 — молотковая обойма; 5 — станина



Крутящий момент от колеса передавался на «боевой вал» и далее через кулачки на рычаг молота. По своей конструкции рычажные молоты в зависимости от места приложения подъемной силы подразделялись на: лобовые, среднебойные и заднебойные (хвостовые).

Лобовые молоты имели механизм подъема головы молота (рис. 93) спереди.

Среднебойные молоты поднимались кулачком в точке за головой на мотовище — в этом случае вал располагался параллельно оси мотовища.

В России на металлургических и железоделательных заводах наиболее широко использовался хвостовой молот, у которого мотовище продолжалось за ось вращения, образуя хвост. Молот поднимался под действием кулаков, сидящих на боевом валу. При сходе кулака с «хвоста» молот под действием кулака падал, деформируя заготовку, лежащую на наковальне. Сама наковальня устанавливалась на массивном деревянном (позднее металлическом) стуле-«шавоте», или шавоте.

Для повышения эффективности удара в конструкциях хвостового молота использовалась деревянная упругая доска — отбой, которая пружинила и способствовала увеличению скорости опускания головы.

Хвостовые молоты совершали 30—200 ударов в минуту, а вес падающих частей (головы) достигал 20 пудов и более. Они использовались для всевозможных работ от протяжки мелкосортного железа доковки тяжелых якорей. Интересно отметить, что небольшой молот, с головой массой 80 кг заменял 25—30 молотобойцев. Рычажные вододействующие молоты просуществовали на Урале до 40-х годов XX в., последний молот энтузиасты из Свердловского архитектурного института установили как памятник старой техники в центре города в Историческом скверике (рис. 94). Табличка на

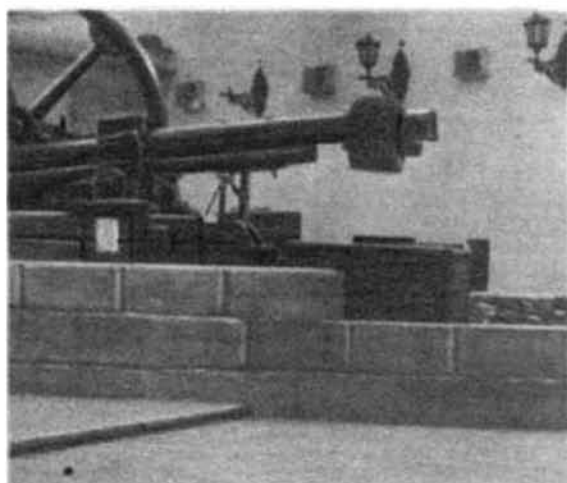


Рис. 94. Общий вид хвостового молота

молоте гласит: «...Листо-проковочный молот первой четверти XIX в. листокатальной фабрики Нейво-шайтанского завода, восстановлен Верх-Исетским металлургическим заводом и Свердловским архитектурным институтом в 1979 году».

У некоторых народностей применялись очень простые молоты с ручным (рис. 95, а, б) или ножным (рис. 96, а, б) приводом.

На упругом деревянном стержне подвешивался на канате тяжелый шар-баба. Раскачивая его (рукой или ногой) производили удар, а вверх баба поднималась вследствие упругости стержня.

На рис. 97 и 98 показаны конструкции молотов с ножным приводом. В этих конструкциях удар молота получается в результате действия ножной педали, а подъем при помощи пружин.

Необходимо отметить, при работе «в одну руку» многие кузнецы чувствуют, что им не хватает рук для одновременного держания молотка, заготовки и подкладного инструмента. Можно посоветовать способ, которым пользовались кузнецы-серповики при зубрении серпов. Заготовка, вынутая из горна, подсовывается под кольцо из троса (рис. 99), которое под действием ножной педали прижимает ее к наковальне. В результате этого ле-

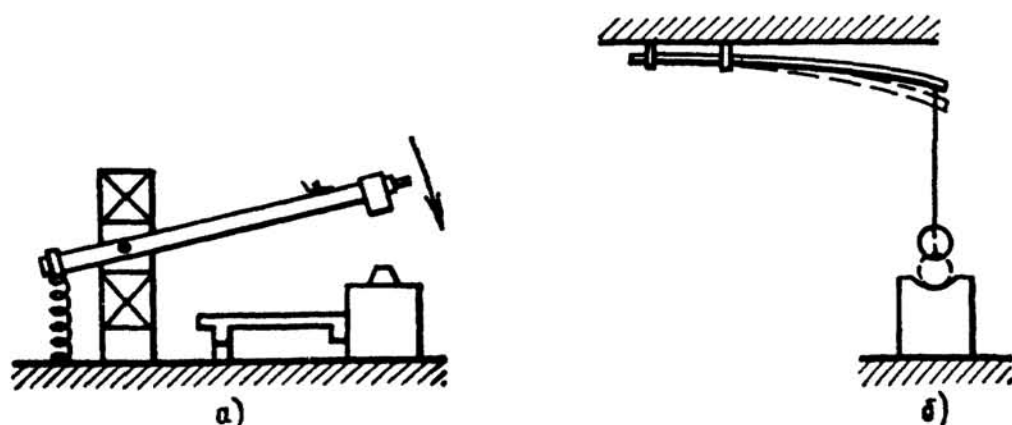


Рис. 95. Молот с ручным приводом

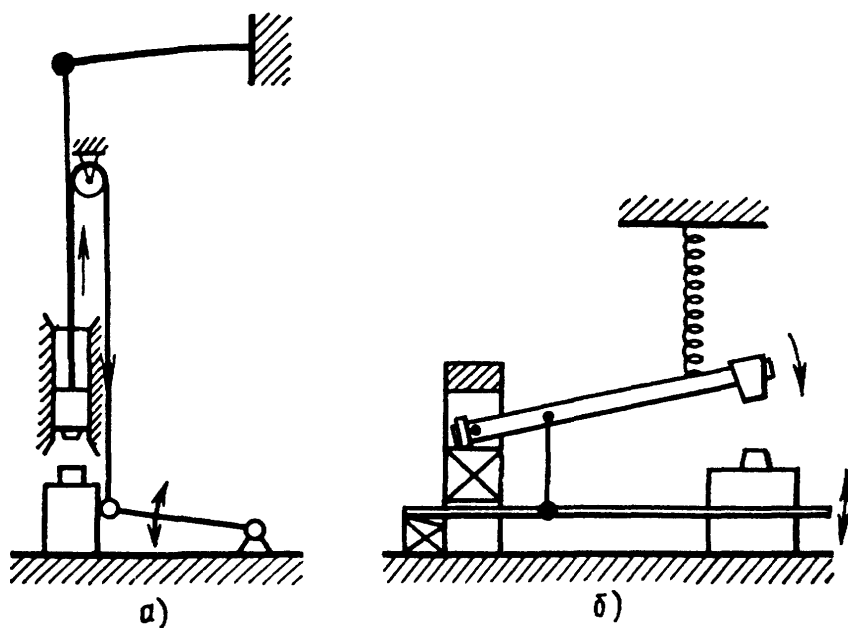


Рис. 96. Молот с ножным приводом

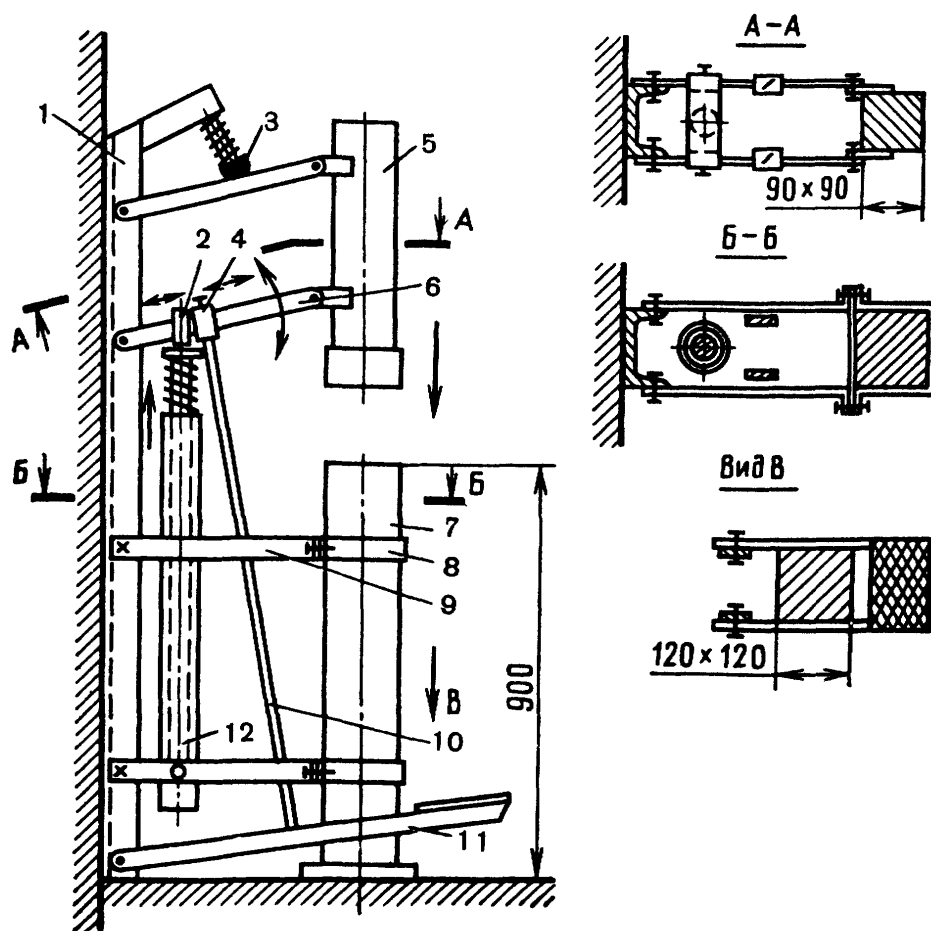


Рис. 97. Молот с ножным приводом (по данным зарубежной печати):

1 — стойка; 2 — пружина для подъема; 3 — упор пружинный; 4 — хомут рычага; 5 — верхний боек (баба); 6 — серьга (четыре штуки); 7 — основание (шабот); 8 — хомут; 9 — связи; 10 — тяга (две штуки); 11 — педаль; 12 — труба с пружиной

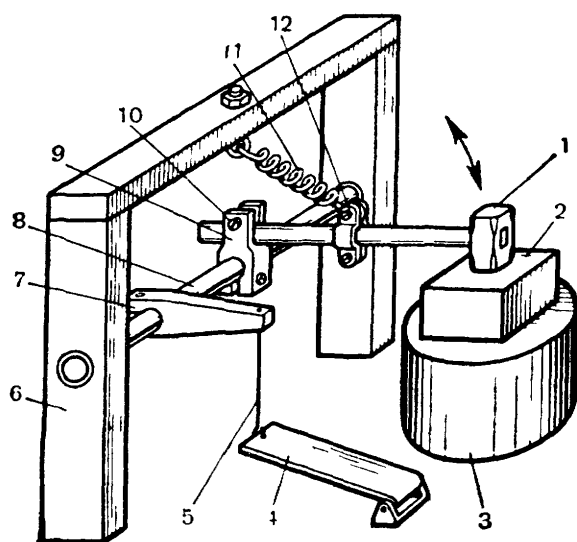


Рис 98 Рычажный молот с ножным приводом

1 — молот, 2 — наковальня, 3 — стул
4 — ножная педаль 5 — тяга, 6 — стойка, 7 — рычаг, 8 — вал, 9 — рычаг молота, 10 — винты, 11 — пружина, 12 — серьга

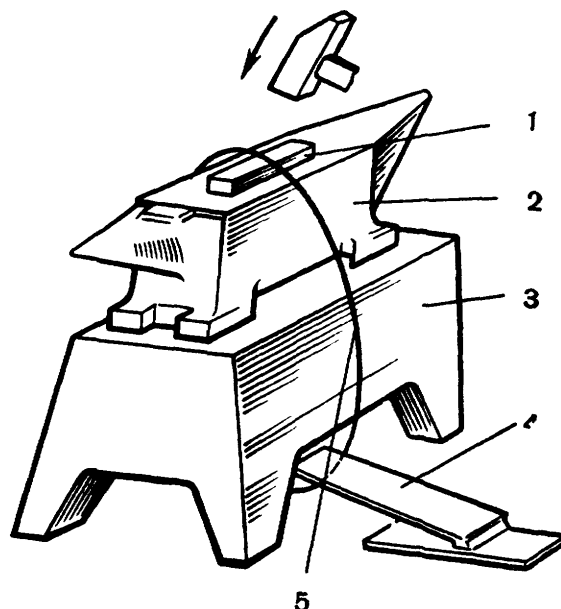


Рис 99 Приспособление для зажима:

1 — заготовка, 2 — наковальня, 3 — стул, 4 — педаль с пружиной, 5 — кольцо из троса

вая рука кузнеца освобождается от клещей, удерживающих заготовку, и может держать необходимый подкладной инструмент (зубила, гладилку и т. п.).

В современных условиях, когда кузнецу приходится работать без молотобойцев, лучший «помощник» — пневматический молот.

Молот (рис. 100) состоит из рабочего цилиндра 8 с поршнем 7, штоком 6 и верхним бойком 5; компрессорного цилиндра 13 с поршнем 12; привода компрессорного цилиндра состоящего из электродвигателя 18, ременной передачи 17, редуктора 16, кривошипного вала 15 и шатуна 14. Рабочий и компрессорный цилиндры соединены друг с другом верхним и нижним воздушными каналами с кранами управления 9—11. Краны поворачиваются с помощью рукоятки управления.

На молотах с массой падающих частей до 250 кг дополнительно к ручному управлению устанавливается педаль для ножного управления. Нижний боек 4 крепится к шаботу 2, установленному на фундаменте на деревянных брусках 1. Детали молота крепятся в литой чугунной станине 19, а шабот фиксируется в окне станины с помощью деревянных клиньев 3.

Принцип действия молота следующий. В исходном

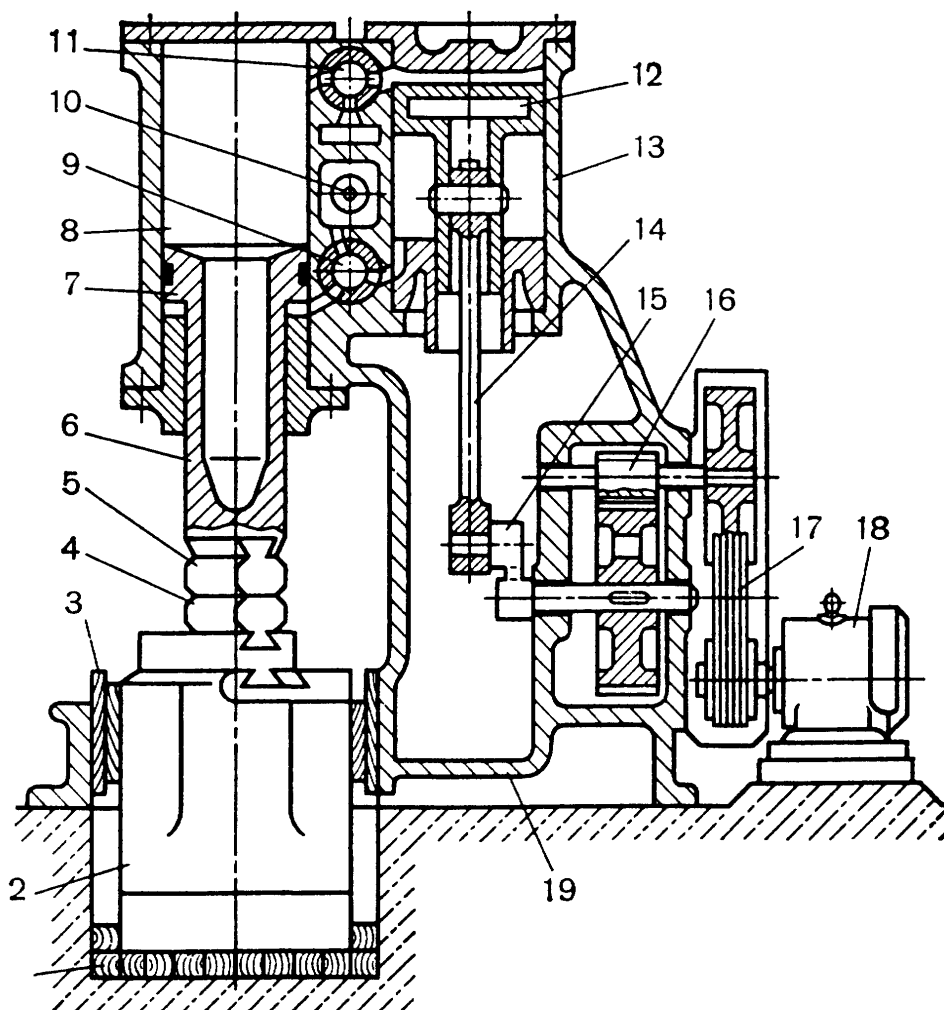


Рис. 100. Пневматический молот

положении поршень 7 занимает крайнее нижнее положение, поршень компрессора — крайнее верхнее. Верхний боек 5 лежит на нижнем или на заготовке. При включении электродвигателя кривошипный вал 15 начинает поворачиваться и перемещать поршень 12 компрессорного цилиндра вниз. Под поршнем компрессора воздух сжимается, через канал в нижнем кране 9 попадает в нижнюю часть рабочего цилиндра и давит снизу вверх на рабочий поршень. В этот момент верхняя полость рабочего цилиндра через краны 10 и 11 соединяется с атмосферой и, так как в нем нет избыточного давления, рабочий поршень начинает подниматься вверх. Когда поршень 12 начнет подниматься вверх, то над поршнем 8 создается повышенное давление и подвижные части молота начнут с ускорением двигаться вниз и нанесут удар по заготовке.

Кроме пневматических молотов в кузницах и мастерских применяются винтовые прессы и фрикционные молоты. Винтовые прессы с ручным приводом применя-

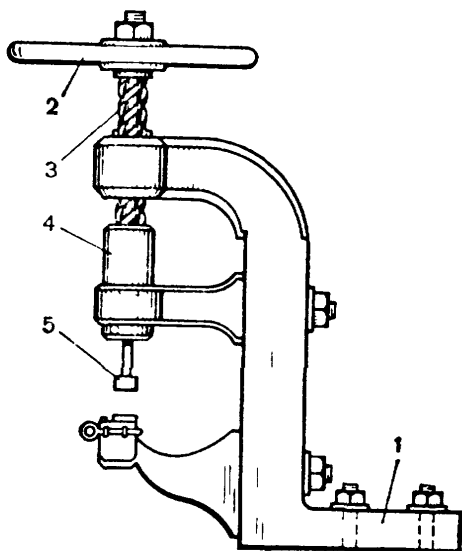


Рис 101. Винтовой настольный пресс

ются для чеканки, обрезки заусенцев, запрессовки деталей и пробивки фасонных отверстий в листовых заготовках.

На рис. 101 показан ручной винтовой пресс для пробивки фасонных отверстий (отдушек) на самоварных поддонах и конфорках. Пресс своим основанием 1 (хвостом) надежно крепится к верстаку. При вращении маховика 2, с жестко закрепленным винтом 3 начинается перемещение вниз ползуна 4 с инструментом (пуансоном) 5. На нижнюю матрицу надевается конфорка, в которой и пробиваются фасонные отверстия.

Для давяльных работ обычно используют токарный станок (рис. 102), на шпиндель которого закрепляют деревянную колодку — оправку с профилем, необходимым для выдавливания изделия, и заготовку — кружок из латуни.

Оправка обычно изготавливается из дерева, а при выполнении сложных работ, связанных с большими усилиями — из металла.

Круглая металлическая заготовка из листовой меди, латуни, алюминия, низкоуглеродистых сортов стали прижимается к оправке специальным деревянным прижимом при помощи задней бабки станка.

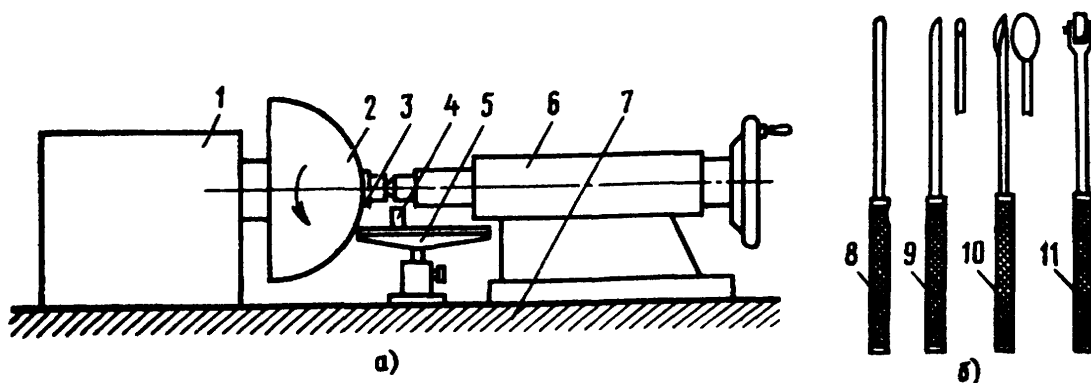


Рис 102 Давильный станок (а) и давяльники (б):

1 — шпиндель, 2 — заготовка, 3 — прижим, 4 — штифт, 5 — упор, 6 — задняя прижимная бабка, 7 — станина, 8 — давяльник со сферической головкой, 9 — давяльник со скошенной головкой, 10 — давяльник с увеличенной сферой, 11 — давяльник с роликом

Для выдавливания изделия применяют специальный инструмент — давилы. Они в основном изготавливаются из стали, но могут быть из латуни, бронзы и даже твердых пород дерева. Длина рукоятки давилы должна быть свыше 40 см, а рабочий конец может иметь шарообразную или скругленную форму или вращающийся ролик.

Давилы при работе опираются на специальные штифты, которые устанавливаются на упоре. Высота упора чуть ниже оси вращения заготовки. Давилу необходимо держать так, чтобы его рукоятка была направлена к подмышке. Перед работой заготовку и инструмент протирают саpom или воском. Выдавливание начинают от центра к краям. Если в процессе выдавливания на заготовке начинают образовываться складки, то ее необходимо отжечь, а затем продолжать процесс выдавливания. После окончания выдавливания края заготовки следует подрезать резцом, поверхность обработать гладильным давилым, а затем шлифовать и полировать.

Техника безопасности. Все кузнечное оборудование относится к оборудованию повышенной опасности, поэтому при работе должно уделяться большое внимание качеству ручного и съемного инструмента и средствам индивидуальной защиты.

Одежда кузнеца состоит из куртки, которая должна закрывать поясную часть брюк, закрывающих верхнюю часть ботинок, рукавиц, фартука и головного убора.

Перед началом работы следует проверить исправность молота, а также наковальни, нагревательных устройств и воздухопроводов и принять меры к устранению замеченных недостатков. Наковальня должна быть надежно прикреплена к стулу и стоять устойчиво. Расстояние между наковальней и горном должно быть не менее 1,5 м, между рядом расположенными наковальнями — не менее 4 м и от наковальни до прохода — не менее 2 м. При проверке наковальни «на удар» звук должен быть чистым, звонким, без дребезжания, что свидетельствует об отсутствии трещин.

До начала работы устанавливают щиты, где это необходимо, для предохранения от возможного поражения людей отлетающей окалиной или частицами металла, а также экраны для защиты от теплового воздействия нагревательных устройств.

Перед началом работы следует проверить инструмент. Разрешается работать только исправным инструментом и обязательно использовать его по прямому назначению. Инструменты необходимо располагать на рабочем месте с максимальным удобством для пользования, не допуская в зоне работы лишних предметов. Пол на рабочем месте должен быть ровным и сухим (не скользким); следует своевременно производить его уборку и не загромождать заготовками, отходами и другими предметами. В бачке для охлаждения инструмента всегда должна быть чистая вода.

Перед работой необходимо очистить от окалины, масла, воды или других возможных загрязнений рабочую поверхность наковальни, протереть тряпкой (ветошью) мокрый или замасленный инструмент.

Во время работы следует пользоваться защитными очками с небьющимися стеклами для предохранения глаз от поражения отлетающими частицами, а при обработке поковок, нагретых до белого каления, — очками со светофильтром. Нельзя смотреть незащищенными глазами на яркий свет (пламя), который может привести к ослаблению и потере зрения.

На рабочем месте недопустимо присутствие лиц, непосредственно не участвующих в работе. При выполнении работы надо быть внимательным, не отвлекаться на посторонние дела или разговоры и не отвлекать от работы других.

При ковке заготовок необходимо соблюдать температурный интервал. Ковка перегретого или охладившегося ниже нормы металла запрещается, так как это может быть причиной несчастного случая.

Инструмент перед применением надо подогревать, а сильно нагретый во время работы охлаждать в бачке с чистой водой и затем просушивать. Удалять окалину и обрубки с наковальни рекомендуется специальными щетками или короткой метлой.

Перед ковкой следует удалить с заготовки окалину металлической щеткой, скребком или легкими ударами молотка. Поковку надо брать клещами так, чтобы губки клещей плотно прилегали к ней. Для надежного крепления поковок в клещах на их ручки рекомендуется надевать предохранительные кольца. Заготовку укладывают на наковальню так, чтобы она плотно прилегала к ней (проверяют легким ударом по заготовке молотком). Для подъема и перемещения к наковальне вручную тяжелых

заготовок следует пользоваться самозажимающими (болваночными) клещами.

Ручки инструмента при ударах надо держать только сбоку, а не перед собой. Нельзя держать пальцы между ручками. Необходимо следить за тем, чтобы молотобоец стоял к кузнецу вполоборота, а не напротив него. Молотобойцу следует подавать четко, громким голосом команды и показывать молотком место удара. Наносить удары можно только по местуковки.

Должны быть исключены удары по клещам, ручкам инструмента, холостые удары кувалдой на наковальне. Окончаниековки производить по команде «Стой», а не выносом поковки с наковальни. Класть какой-либо инструмент на поковку или изменять ее положение разрешается только после предупреждения молотобойца.

При рубке металла зубило устанавливают строго вертикально. Рубку производят только по краю (ребру) наковальни, первый и последний удар делая слабым; перед последним ударом поковку переворачивают подрубленной стороной вниз. Отрубаемый конец поковки следует направлять от себя и в сторону, убедившись в том, что это не угрожает кому-либо. Удары кувалдой надо наносить прямо, всем бойком.

По окончании работы отключают нагревательные устройства и оборудование.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА И РАЗЛИЧНЫХ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Молоток — основной инструмент кузнеца. Вначале человек использовал в качестве молотка небольшие камни из твердых пород (рис. 103). Затем к камню была привязана палка — так сделали первый молоток — прообраз всех современных молотков, прошедший путь в несколько тысячелетий.

Вначале палка привязывалась к камню сбоку, затем стали применять палку с развилкой, а после того, как человек научился сверлить камень при помощи кварцевого песка, появились молотки с центральным отверстием. По мере развития металлургии молотки стали изготавливать из медных сплавов, а затем и из железа.

В зависимости от назначения молотки имеют различную массу — от нескольких граммов (ювелирные молотки) до 16 кг (кувалды и боевые молоты) — и форму.

Для изготовления простых по форме молотков

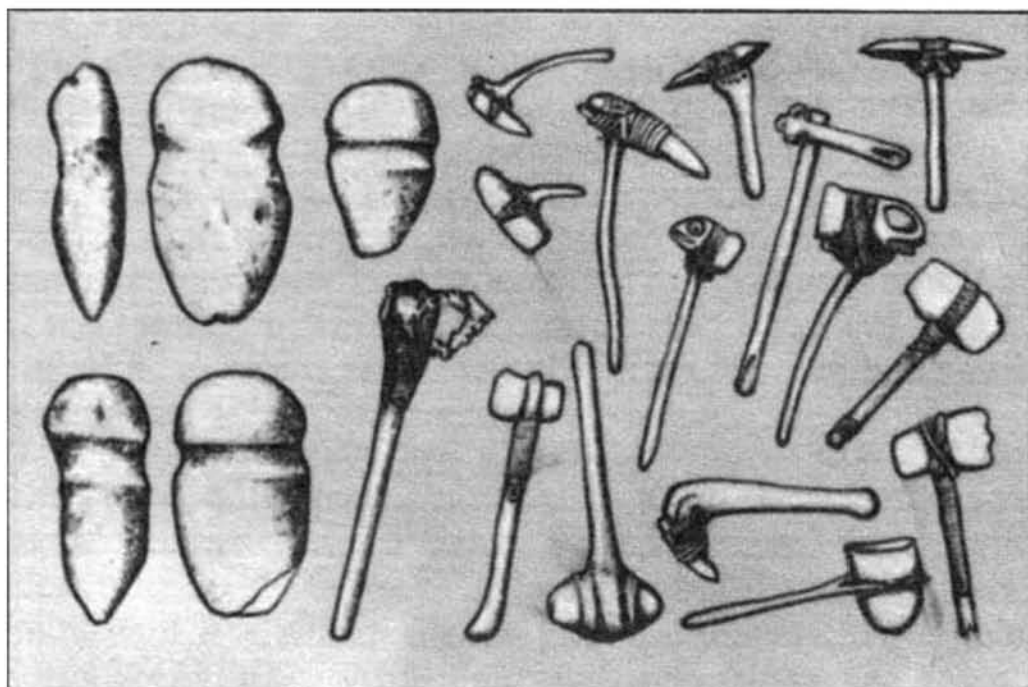


Рис. 103. Каменные молотки

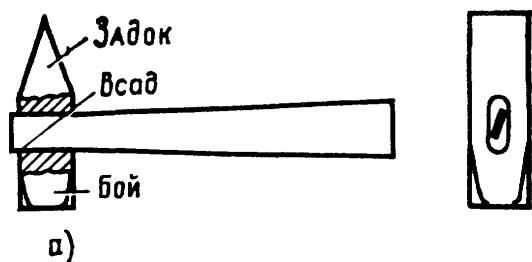
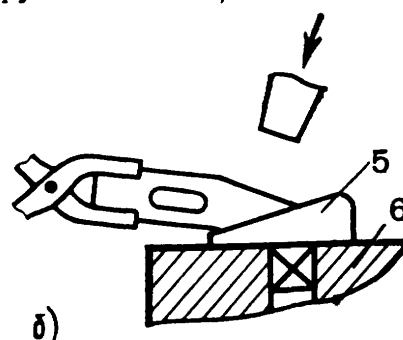
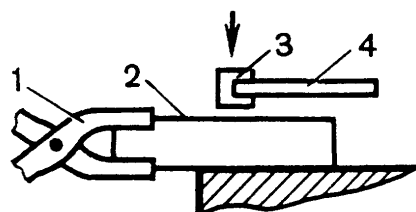


Рис. 104. Молоток с клиновидным задком (а) и изготовление молотка (б):

1 — клещи; 2 — заготовка; 3 — прошивень; 4 — клещи для прошивня; 5 — подкладной инструмент — откос; 6 — наковальня



(рис. 104) можно использовать стандартный прокат квадратного сечения 40×40 или 50×50 мм из сталей 45, 50, 40Х, У7. На заготовке пробивают отверстие для рукоятки (всад) при помощи специального овально-конического прошивня. Размер всада зависит от размера молотка, например для головки молотка сечением 40×40 мм, всад имеет размер овала примерно 20×35 мм. Следует иметь в виду, что всад ударного инструмента должен иметь двойной конус для надежного соединения с рукояткой при помощи «завершенного» клина. Длина такого клина обычно равна $2/3$ ширины молотка.

После обработки всада протягивается задок. Лучше всего его оформлять на специальном подкладном инструменте — откосе. Затем гладилками отделяется вся поверхность молотка. В последнюю очередь отковывают боек и отделяют фаски. Нижнюю ударную часть бойка и верхнюю хвостовую часть (задок) термообработывают.

Для изготовления фигурного молотка (рис. 105) берут соответствующую заготовку круглого или восьмигранного сечения и прошивнем пробивают всад для ручки. Необходимо иметь в виду, что после четырех-пяти ударов прошивень надо вынимать для охлаждения. Затем заготовку с обеих сторон от отверстия обжимают и расковывают щечки на специальной оправке. Для скругления щечек применяют другую оправку. После оформления центральной части обрабатывают ударную часть, намечают хвостовую часть и затем молоток отрубают от целой заготовки. Если задок необходимо оформить в виде шара, то вначале его обрабатывают молотком, а окончательную круглую форму придают в специальных

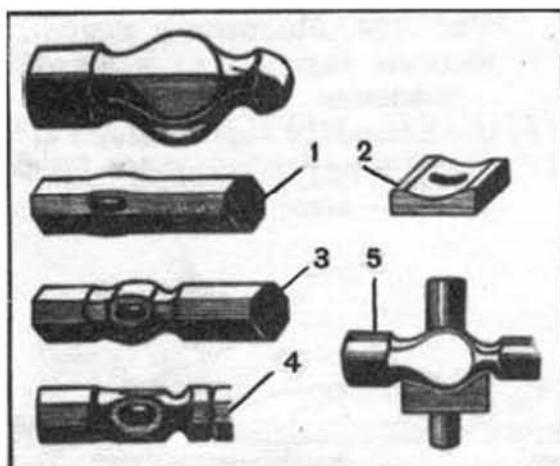


Рис. 105. Изготовление молотка с шаровидным задком:

1 — прошивка всада; 2 — оправка; 3 — обработка формы; 4, 5 — обработка щечек

парных обжимках.

Гладилки отличаются от молотков увеличенной рабочей поверхностью и мощным задком, по которому при работе наносятся удары молотом.

Для изготовления гладилок берется заготовка, примерно равная по размеру сечения нижней рабочей части. Затем оттягивается центральная часть, пробивается всад и оформляется хвостовик. Следует иметь в виду, что всад для подкладного инструмента в отличие от

всада для ударного инструмента делается прямым, т. е. без конусов, а рукоятка вставляется без расклинивания. Хвостовик гладилки делается с фасками и его рабочая поверхность имеет некоторую сферичность.

Если подходящих по размерам заготовок нет, то заготовку осаживают, а затем обрабатывают по приведенной технологии.

Аналогичным способом изготавливают другой подкладной инструмент: подбойки, обжимки, раскатки и т. п.

Пробойники и зубила изготавливают по примерно аналогичной технологии. После оформления всада и хвостовой ударной части обрабатывается рабочая часть. У пробойников в зависимости от назначения рабочая часть может быть круглой, квадратной, овальной или прямоугольной. Размеры сечения рабочей части зависят от размеров пробиваемых отверстий. Для облегчения вытаскивания пробойника из пробиваемого отверстия предусматривают конусность рабочей поверхности 3—5°.

При изготовлении рабочей части зубила необходимо учитывать, что для рубки металла в холодном состоянии рабочая часть делается более толстой, а для рубки в горячем состоянии — значительно тоньше. При этом режущая кромка в первом случае затачивается под углом 60°, а во втором случае — 30°.

Парный подкладной инструмент состоит из верхнего инструмента (верхника) с рукояткой и нижнего (нижника), который своим хвостовиком (квадратного сечения) устанавливают в соответствующее отверстие нако-

вальни. Изготавливают верхний инструмент так же как молоток или гладилку, а нижний — путем протяжки хвостовика из заготовки большего размера и дальнейшей обработки рабочей части. Причем окончательная обработка рабочей части осуществляется «в паре» на оправке заданной формы.

Изготовление клещей требует большого опыта и определенного навыка работы с кузнечным инструментом. Клещи следует ковать (рис. 106) из низкоуглеродистых сталей 10, 15, 25. Берут прутки диаметром 30 мм и протягивают ручку (цевку) и площадку под заклепку, затем заготовку переворачивают на 90°, пережимают и оттягивают рабочую часть — губку. Окончательную отделку головной части клещей ведут на оправке.

Другой способковки клещей заключается в том, что вначале протягивают губку длиной 70—90 мм, затем заготовку поворачивают на 90°, пережимают, протягивают и оформляют шарнирную часть клещей. После этого отдельно обрабатывают рукоятку вначале на квадрат, т. е. с прямоугольным сечением, а в конце —

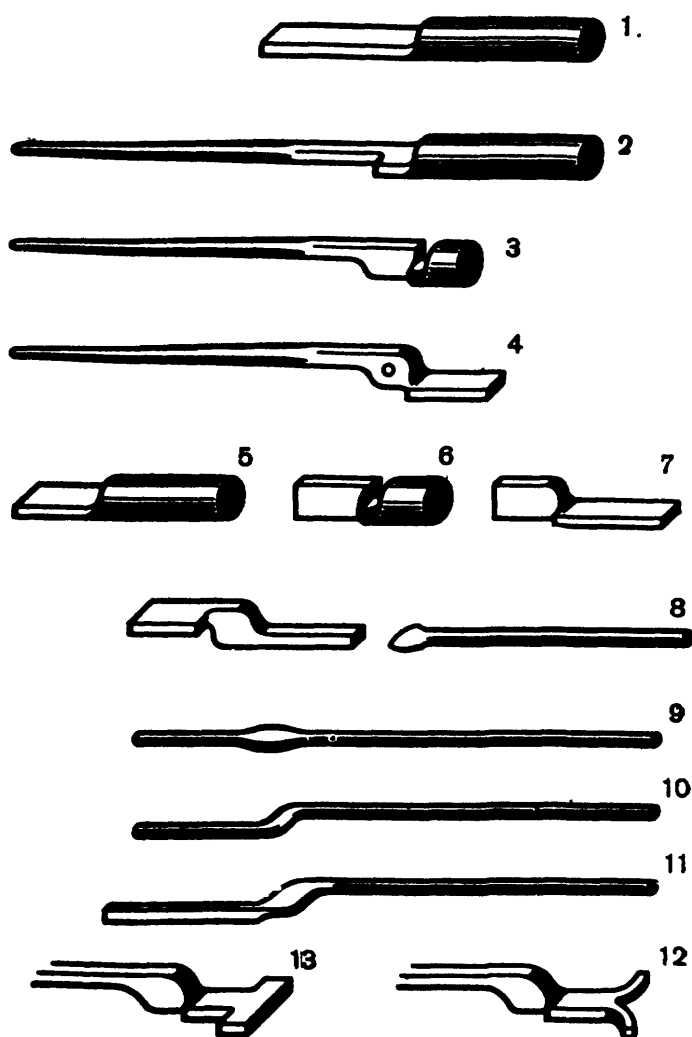


Рис. 106. Изготовление клещей:

1 — протягивается ручка; 2 — оформляется площадка под заклепку; 3 — пережим заготовки; 4 — оттягивается губка; 5 — оттягивается губка; 6 — заготовка поворачивается на 90° и пережимается; 7 — оттягивается шарнирная часть; 8 — приваривается ручка (проволочная заготовка); 9 — осаживается прутки, 10 — изгибается заготовка по форме; 11 — оформляют губку; 12 — разрубают губку, 13 — окончательно оформляют губку

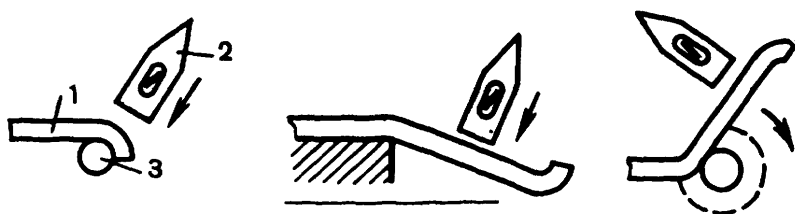


Рис. 107. Изготовление петли:

1 — полоса; 2 — молоток; 3 — рог наковальни

на диаметр 8—10 мм. Затем губку и рукоятку нагревают под слоем флюса до сварочной температуры и сваривают кузнечной сваркой.

Мелкие клещи отковывают из круглого прутка, путем осаживания его на небольшом участке, затем изгибают по форме и протягивают рабочую и шарнирную части, прошивают отверстие, соединяют две половинки и окончательно обрабатывают все клещи в сборе.

Если необходимо придать губкам более сложную специальную форму, то переднюю часть одной из губок разрубают вдоль, концы разводят и на оправке окончательно обрабатывают до необходимой формы.

Шарнирные петли изготовляют различными способами. Если шарнир будет работать при небольших нагрузках, то его можно сделать просто гибкой на круглой оправке. Вначале отгибают конец полосы (рис. 107), затем заготовку переворачивают на 180° и отгибают участок, равный длине окружности втулки, в противоположную сторону на угол $45\text{—}60^\circ$. После этого заготовку снова переворачивают на 180° и догибают ушко на оправке до полного замыкания контура.

Трехшарнирную петлю из толстого материала (полосы) можно отковывать по следующей технологии. Заготовку пережимают (рис. 108), оттягивают конец и отрубают от основной полосы. Пробивают отверстие и вырубают центральную часть. Затем пробивают отверстие под ось. Вторая половина петли делается аналогично первой, но отрубаются верхнее и нижнее ушки. После

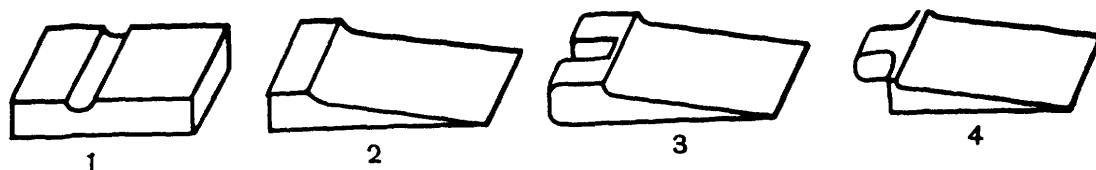


Рис. 108. Изготовление трехшарнирной петли:

1 — пережимают заготовку, 2 — оттягивают конец; 3 — вырубают центральную часть и оформляют шарнир; 4 — аналогично изготовляют парную часть скобы

пробивки отверстия под ось петлю собирают и обрабатывают в сборе.

Топоры — древнейшее изобретение человечества — предназначались для рубки и колки дров, плотнических и столярных работ, а в IX—XIII в. использовались нашими предками в качестве основного оружия рукопашного боя.

Первые каменные топоры — рубила (острый камень без рукоятки), как доказывают археологи, применялись более 40 тыс. лет назад, а топоры с деревянной рукояткой широко применялись в эпоху бронзового века (III—II тысячелетие до н. э.). Вначале были топоры, лезвие которых изготовлялось из каменной или (позднее) из бронзовой пластины клиновидной формы. Затем был изобретен и проушный топор, прототип современного. Проушина имела круглую форму и сверлилась при помощи трубчатой кости. Однако эти топоры имели невысокую прочность и применялись в основном как оружие.

По образцу и подобию каменных топоров изготовлялись топоры методом литья из цветных металлов и сплавов.

Цилиндрическая проушина делалась и на железных топорах вплоть до XV в., а затем была заменена клиновидной.

Русские топоры IX—XIII вв. имели своеобразные уширения на обушной и боковых частях (щековицы) для более надежного соединения с топорищем. Начиная с XV в. топоры со щековицами заменяются топорами с несколько расширенной обушной частью и клиновидной формой лезвия. Для предохранения топорища от повреждения в области головки и для увеличения площади опоры у основания проушины делался небольшой отросток — борода. Топоры этого типа широко используются и в настоящее время.

Существует несколько типов топоров — плотничный массой 0,5—1,8 кг, столярный с прямым лезвием и массой до 0,5 кг; лесорубный массой 1,2—1,8 кг, колун массой до 2 кг, а также пожарный, универсальный, хозяйственный, любительский и т. п.

Топор состоит из (рис. 109, а) металлического бойка (головки) и деревянного топорища. Головка, в свою очередь, имеет обух, щеки, лезвие, бородаку и иногда конический разрез для выдергивания гвоздей (гвоздодер).

Топорище состоит из хватной, головной и хвостовой частей. Для соединения головки с топорищем имеется

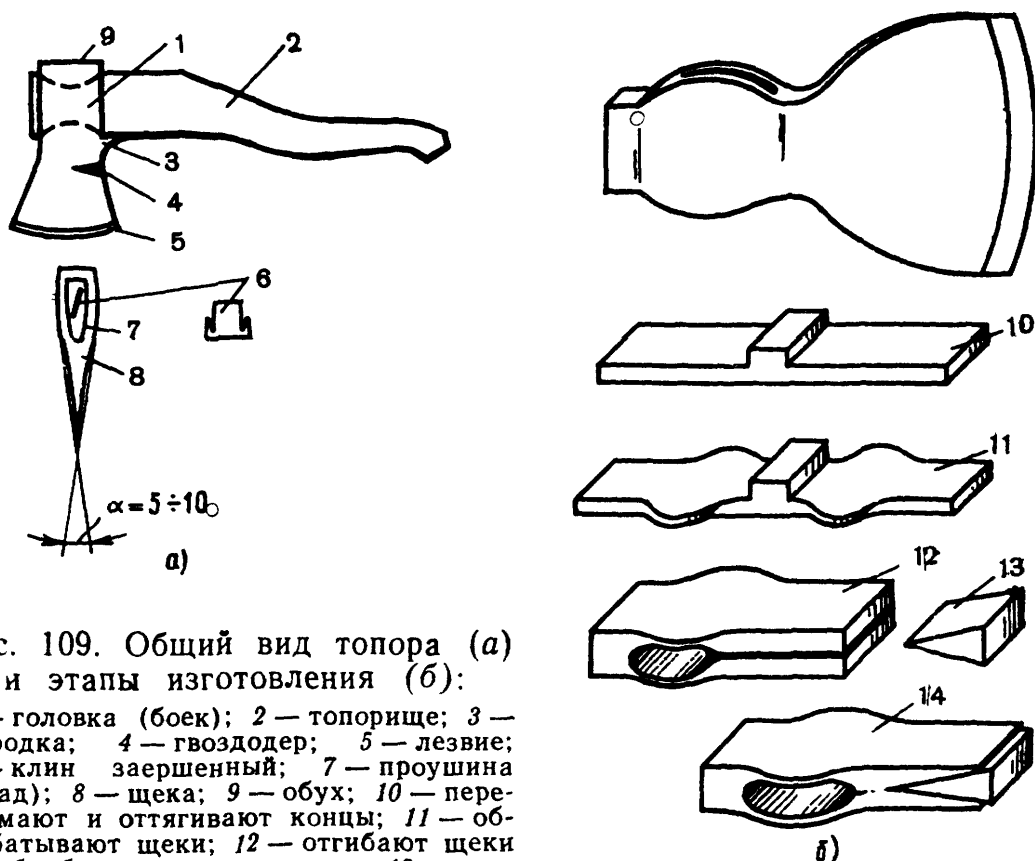


Рис. 109. Общий вид топора (а) и этапы изготовления (б):

1 — головка (боек); 2 — топорище; 3 — бородка; 4 — гвоздодер; 5 — лезвие; 6 — клин завершенный; 7 — проушина (всад); 8 — щека; 9 — обух; 10 — пережимают и оттягивают концы; 11 — обрабатывают щеки; 12 — отгибают щеки и обрабатывают плоскости; 13 — подготавливают клин из углеродистой стали; 14 — подгоняют клин и готовят топор к кузнечной сварке

проушина, куда вставляется обработанная на пологий конус головная часть топорища и расклинивается металлическим «завершенным» клином.

Для большей надежности иногда устанавливают стальную фиксирующую планку между головкой и топорищем.

Исследования, проведенные в 20-х годах текущего столетия академиком В. П. Горячкиным показали, что топор с тяжелым бойком и легким топорищем наиболее удобен в работе. Кроме этого, для столярных работ необходимо иметь минимальный угол касания $\alpha = 5 \div 10^\circ$, для этого проушину делают узкой, а щеки должны иметь минимальную толщину. А для увеличения массы бойка обух должен быть массивным и удлиненным. Для лучшего соединения головки с топорищем всад должен иметь двойной конус, а бородка — удлинена и плотно прилегать к топорищу. Головная и хвостовая части топорища защищаются от проникновения влаги водонепроницаемой краской или мастикой.

В зависимости от технологии изготовления различают топоры цельнокованные и сварные. Для изготовления

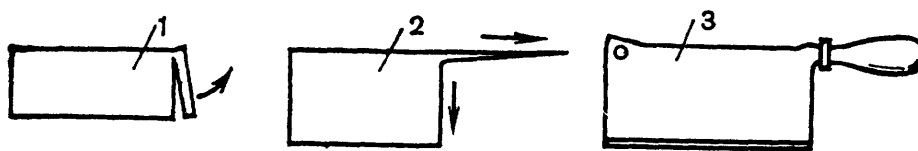


Рис. 110. Изготовление тяпки:

1 — надрубают полосу; 2 — отгибают и оттягивают конец черенка; 3 — пробивают отверстие, оформляют обух и оттягивают лезвие, насаживают ручки

цельнокованого топора берут квадратный брусок сечением 50×50 мм из сталей 45, 50 или У7. Нагревают заготовку до ковочной температуры и при помощи пробойника и оправок пробивают отверстие. Затем вставляют специальную оправку и оформляют, отделяют щеки и обух. После чего обрабатывают лезвие, надрубают и отгибают бородку. Последовательностьковки показана на рис. 109.

Резак (тяпка) — технология его изготовления значительно проще, чем топора. Берут полосовую сталь (рис. 110) толщиной 5—6 мм, надрубают и отгибают полосу под черенок для ручки. Рабочую часть резака с помощьюковки постепенно оттягивают к лезвию, после чего пробивают отверстие и оформляют обушную часть и насаживают ручку.

Железные косы известны в России с IX—XI вв. и изготавливались они в примитивных кузницах из кричного железа. Заводское производство кос началось на Урале в 1809 г. на Артинском заводе, а уже к 80-м годам XIX в. косы и серпы делали в Вятской, Пермской, Владимирской, Тверской, Ярославской и других губерниях.

Как отмечает «Энциклопедия промышленных знаний» в конце XIX в. производство кос уже было широко распространено во всей Европе. На рис. 111 представлены основные технологические переходы изготовления косы. Вначале из полосы оттягивают конец, затем отгибают ушко, и выдавливают зубец. После этого начинают оттягивать лезвие путем расковки полосы. Процесс расковки ведут в четыре этапа: нагрев и расковка носовой части; второй нагрев, поворот косы и ковка с другой стороны; третий нагрев и общая расковка и, наконец, окончательная расковка и загибка обуха. После этого начинают отделку острия в два нагрева.

Дальнейшую отделку ведут в холодном состоянии. Косу правят и выравнивают молотом. После обрезки лезвия начисто, косу калят в масле и отжигают. Затем косу отбивают молотом, полируют и вторично отбивают.

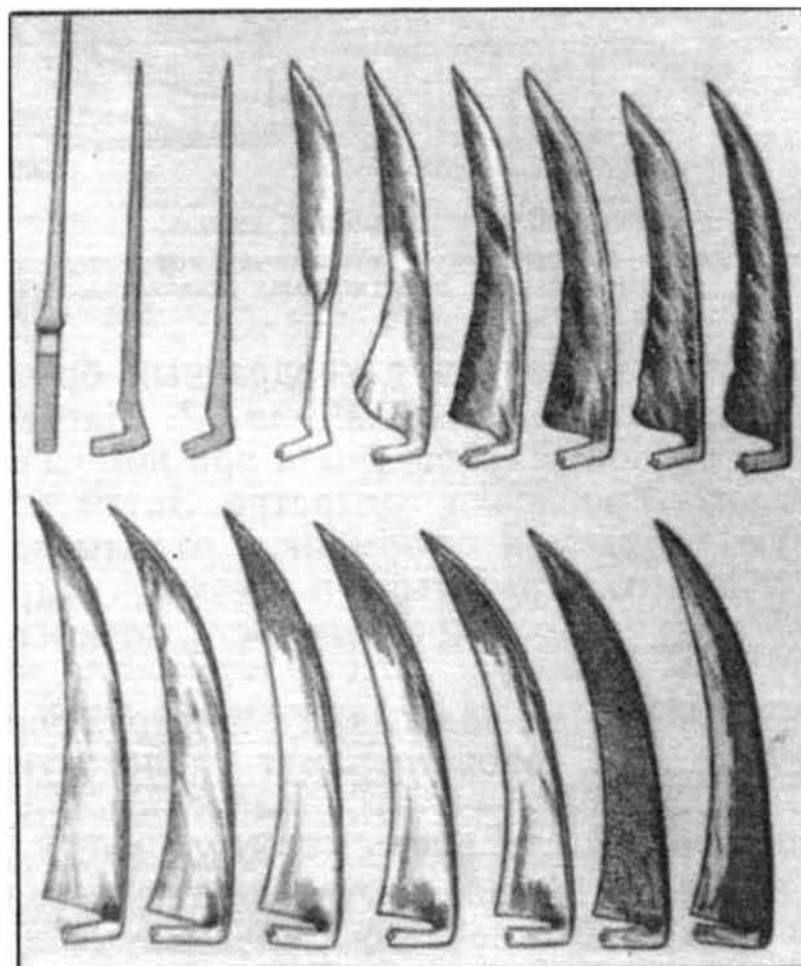


Рис. 111. Изготовление косы

На Руси **кованые железные гвозди** применялись уже в X—XI вв., и в это время начинает появляться специальность «гвоздочника», т. е. кузнеца, который ковал в основном гвозди. Широкое производство гвоздей, скоб и других изделий для строительства и судостроения начинается в период Петровских преобразований в начале XVIII в. В это время куется большой ассортимент гвоздей: корабельные (длиной 250—500 мм), полукорабельные (150—200 мм), брусковые (200—250 мм), тесовые (30—180 мм), кровельные (до 75 мм), обойные (10—12 мм), шпалерные (6—7 мм), а также подковные, штукатурные и др.

Пробовали делать гвозди путем нарезки из листового металла, однако гвозди получались недостаточного качества. Наибольший скачок в гвоздильном деле произошел в то время, когда начали использовать проволоку для изготовления гвоздей. Первые автоматы для изготовления гвоздей из проволоки появились в Европе в начале XIX в.

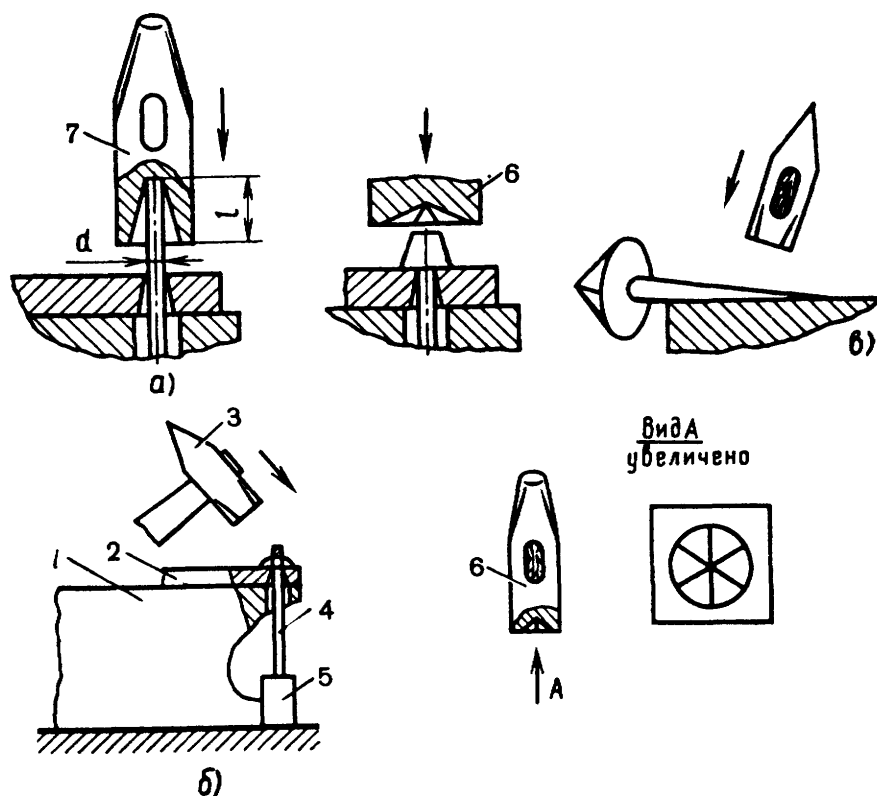


Рис. 112. Изготовление болтов и гвоздей:

1 — наковальня; 2 — гвоздильня; 3 — молоток; 4 — заготовка с нагретым концом; 5 — подставка 6 — шляпочный молоток; 7 — молоток

В России кузницы, в которых ковали гвозди, называли гвоздарными, а иногда и «мирщинными», так как для производства гвоздей использовали различные листовые обрезки и лом-железо, которые собирали «с миру». Собранный металл сваривали, проковывали в полосу и из нее делали гвозди.

Технология изготовления гвоздей и болтов во всех кузницах примерно одинаковая. Гвозди получают следующим способом: мерные заготовки из проволоки укладывают в щелевую печь для нагрева. После нагрева заготовку вставляют в гвоздильню так, чтобы ее верхний высаживаемый конец выходил на требуемую длину (рис. 112, а, б), а нижний упирался в подставку. Ударом ручника головку осаживают и придают ей заданную форму: цилиндр, конус, пирамида и т. п. Необходимо иметь в виду, что за один удар можно высадить и не согнуть заготовку длиной в 2—2,5 раза больше, чем ее диаметр.

Если необходимо получить гвозди с большой шляпкой, то применяют специальный подкладной инструмент с конусным углублением (рис. 112, а). При первом ударе

получают конус, а уже при втором ударе—головку. После формирования головки оттягивают стержень гвоздя.

Головку болта высаживают аналогично головке гвоздя, но для получения граней ее обрабатывают в гвоздильне с 6-гранным углублением или в парном подкладном инструменте (рис. 112, *г*).

Можно ковать гвоздь путем оттяжки стержня из толстой заготовки, а затем отрубать на подсечнике гвоздь от основной заготовки и оформлять головку (рис. 112, *в*).

Кроме гвоздей можно изготавливать кованые шурупы и ушки с резьбой. Вначале отковывают конический стержень и оформляют головку, а затем зажимают конец изделия и с помощью ключа или специального рычага проводят завивку и получают резьбу. Если с одного зажима не удастся получить резьбу на стержне, то необходимо получить резьбу на стержне по частям.

При соединении металлических деталей с деревянными, например жиковин с дверью или воротами, применялись специальные болты с квадратным подголовником, который входил в квадратное отверстие детали. Шляпку с подголовником оформляют в гвоздильне, а стержень — в цилиндрических обжимках. Резьбу нарезают метчиками. При сборке под гайку обязательно надо накладывать шайбу. Такие болты дают надежное соединение и удобство при сборке, так как при откручивании (или закручивании) гайки нет необходимости удерживать болт за головку от прокручивания.

Гаечный ключ можно ковать из полосы или круглой заготовки. Полосу ставят на ребро и пережимают в области головок (рис. 113), после этого протягивают рукоятку ключа и скругляют головки. Затем в головках прошивают отверстия и при помощи специальных пробок формируют шестигранные отверстия. Далее зубилом вырубает зев и на специальной скобе правят рабочие плоскости. После отделки головок и рукоятки ключ готов.

Дляковки ключа из круглой заготовки вначале путем высадки набирают металл на концах заготовки, затем проковывают рукоятку и обрабатывают дальше по приведенной выше технологии.

Технология изготовления подков и других конных приборов.

Первые металлические подковы появились уже в I в., но это были еще не подковы, а скорее башмаки-«солеа»,

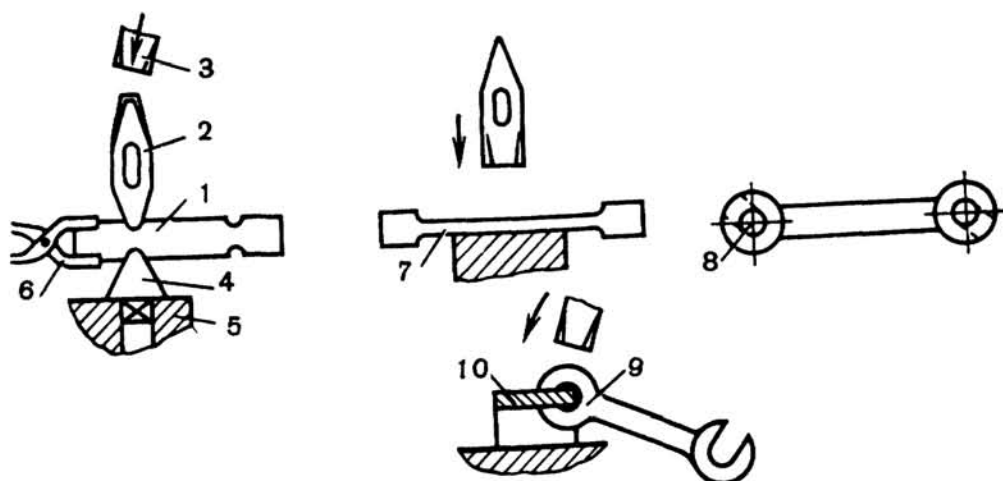


Рис. 113. Изготовление гаечного ключа:

1 — круглая заготовка; 2, 4 — пережимы; 3 — молоток; 5 — наковальня; 6 — клещи; 7 — протяжка рукоятки; 8 — сверление отверстий и вырубка зева; 9 — оформление зева; 10 — скоба

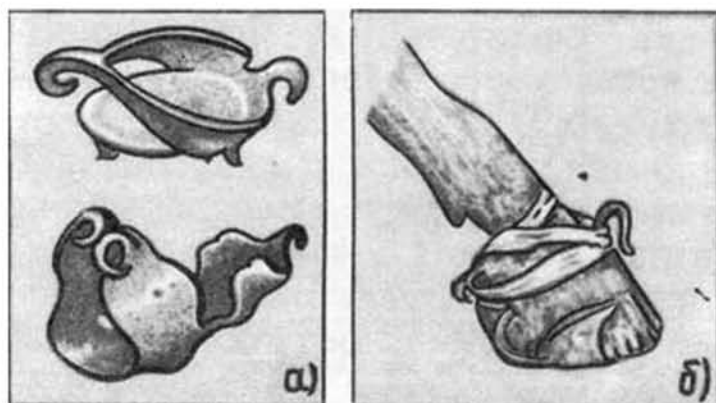
которые привязывались к копыту лошади ремнями (рис. 114). На Руси еще в начале XI в. большинство лошадей начали ковать «на зиму», так как им приходилось работать на дорогах с ледяным покровом. Зимние подковы имели острые шипы, изготовленные как единое целое с подковой. Ковка лошадей всегда требовала большого умения от кузнеца.

Киевские дружинники и древнерусские всадники летом не ковали лошадей, но зимой к копытам лошадей прикрепляли специальные ледоходные шипы. На рельефе Дмитриевского собора (г. Владимир) легендарный конь князя Олега изображен подкованным.

Подкова — это железный профиль, загнутый по форме копыта лошади (рис. 115). Верхняя сторона подковы, обращенная к копыту лошади, имеет отворот и бухтовку, нижняя, соприкасающаяся с землей, — шипы: передний (зацепной) и два задних (шпоровых); бороздку для головок гвоздей и гвоздевые отверстия.

Рис. 114. Первые металлические подковы (солеа):

а — гиппосандалии, б — способ крепления гиппосандалий на копыте



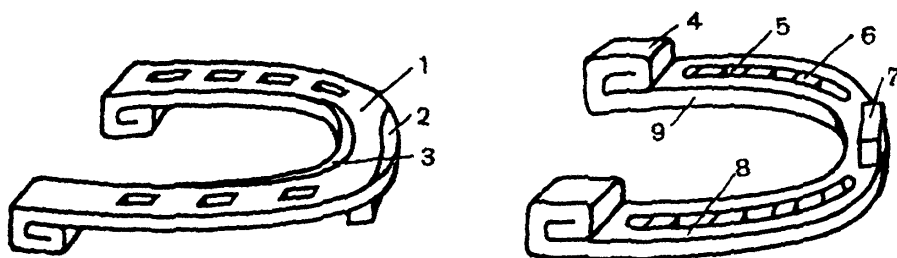


Рис. 115. Подкова:

1 — верхняя сторона; 2 — отворот; 3 — бухтовка; 4 — задние (шпоровые) шипы; 5 — бороздка; 6 — гвоздевые отверстия; 7 — передний (зацепной) шип; 8 — наружная ветвь; 9 — внутренняя ветвь

Подковы разделяются на подковы рабочих, кавалерийских и спортивных лошадей. Подковы рабочих и кавалерийских лошадей изготовляют как свободной ручной ковкой, так и штамповкой на прессах или молотах, а подковы спортивных лошадей только ручной ковкой индивидуально по специальным меркам на каждую ногу. При этом подковы спортивных лошадей разделяются на подковы для скаковых лошадей, лошадей — троеборцев или двоеборцев и для рысистых лошадей. Форма подковы или размер задается тремя размерами на специальной палочке (рис. 116): наибольшая длина определяет расстояние от передней части подковы до конца ветви (ПЗ); второй — дает наибольшую ширину подковы (МШ) и третий (ПП) — определяет расстояние между ветвями у пятки. Аналогично даются размеры (на той же палочке) и для задних подков.

Подкову для скаковых лошадей в настоящее время делают без шипов. Вначале проводят гибку одной ветви,

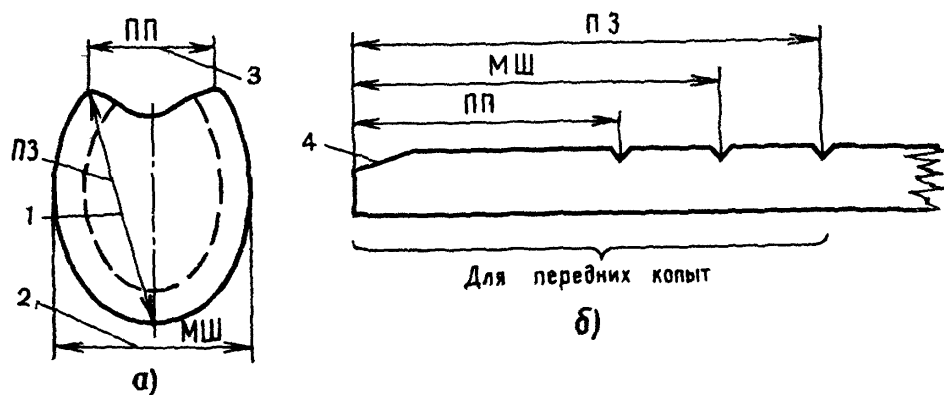


Рис. 116. Измерение подковы (а) и измерительная палочка (б):

1 — длина копыта от середины зацепа до пятки (пятка — зацеп ПЗ); 2 — размер самой широкой части копыта (максимальная ширина МШ); 3 — ширина пяток (пятка — пятка ПП); 4 — срез, на котором пишется номер заказа

затем с нижней стороны подковы делают дорожку глубиной 4—5 мм и в ней пробивают прямоугольные отверстия (специально заправленным бородком) для гвоздей — ухналей. Затем оформляют аналогично другую ветвь. Для зимних подков в зацепной части делают (путем приварки) невысокий шип.

Подковы для лошадей-троеборцев (или двоеборцев) имеют только два задних шипа. Переднего шипа не делают, чтобы он не мешал при преодолении препятствий и не травмировал лошадь и всадника в случаях падения. Необходимо отметить, что на внутренней ветви скругляют («забивают») острые углы, чтобы лошадь не ранила себе ноги.

Самые сложные в изготовлении подковы для рысистых лошадей. Они подразделяются на летние и зимние. Летние или, как их еще называют, «гастрольные» подковы имеют с нижней стороны дорожку и гвоздевые отверстия, а с верхней — передний отворот, который способствует более плотному прилеганию подковы к копыту лошади.

Число гвоздевых отверстий определяют в зависимости от размера копыт: для небольших подков — 3—4 отверстия на каждой ветви, а для крупных до 6—8 отверстий.

Зимние подковы для рысистых лошадей ковать намного сложнее, так как они имеют шипы — один лобовой и два шпоровых, резьбовые отверстия для сменных шипов, а на задних подковах еще и дополнительные ответвления с острыми шипами — «ковыли» — против скольжения на зимних беговых дорожках. До недавнего времени зимние подковы делались с острыми зубьями по всему периметру подковы и назывались «пилой» или «полупилой».

Рассмотрим технологию изготовления подков для рысистых лошадей.

Передняя подкова. Берут нагретую заготовку квадратного сечения (12×12 мм) и от середины оттягивают при помощи разгонки одну ветвь (рис. 117). Отбивают гладилкой задний (шпоровый) шип и всю ветвь загибают. Затем в ней пробивают гвоздевые отверстия и намечают отверстия для сменных шипов. После второго нагрева оттягивают вторую ветвь, отбивают задний шип и отгибают ветвь. Затем пробивают гвоздевые отверстия и намечают отверстия под сверление.

Подкову проверяют по размерам (если ветви длин-

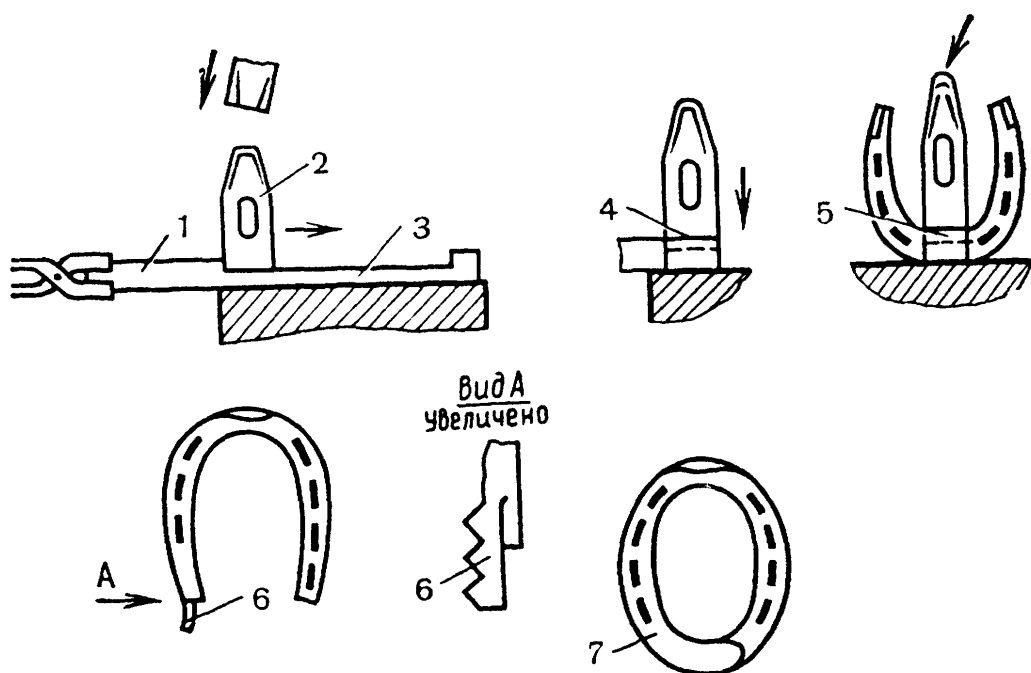


Рис. 117. Изготовление подковы:

1 — заготовка; 2 — гладилка; 3 — протяжка ветви; 4 — отбивка заднего шипа; 5 — отбивка переднего шипа; 6 — ковыль; 7 — ласка (при изготовлении круглой подковы)

нее, чем положено, то концы обрубает), гвоздевые отверстия калибруют специальной шпилькой, отбивают гладилкой лобовой шип, а ручником оттягивают отворот и забивают (притупляют) острые кромки. Последнюю операцию — сверление отверстий проводят на станке, а затем нарезают резьбу. Обычно на внутренней ветви делают одно отверстие, а на наружной — два резьбовых отверстия.

Задняя подкова. Одну ветвь делают с «ковылем» и поэтому ее оттягивают несколько большей длины. Кроме этого, в задней подкове делают четыре резьбовых отверстия для сменных шипов.

Подковы крупных рысистых лошадей иногда делают с задними дужками или круглыми. Для этого после отбивки шпорного шипа оттягивают так называемую ласку, нагревают (под слоем флюса) до сварочной температуры и сваривают кузнечной сваркой. Круглыми подковами укрепляют больные и ослабленные копыта, что создает лучшие условия для их лечения.

Ковка подков для сельских лошадей несколько проще, чем для спортивных. Берут полосовой материал сечением 12×22 — для верховых лошадей, 12×26 — для упряжных и 14×29 мм — для тяжеловозов. Сгибают одну ветвь, пробивают дорожку и отверстия для гвоз-

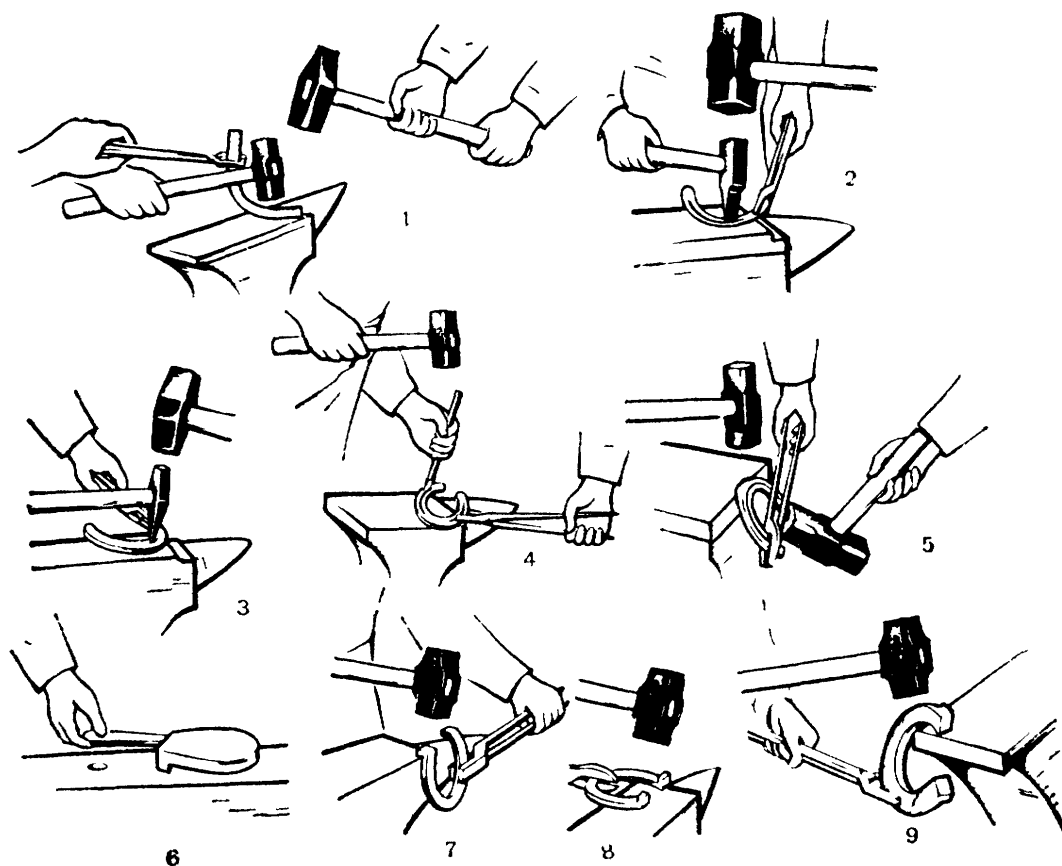


Рис. 118. Этапы изготовления подковы:

1 — сгибание и протягивание одной ветви; 2 — продоразживание, 3 — наметка гвоздевых отверстий; 4 — пробивание гвоздевых отверстий, 5 — оттягивание отворота; 6 — проверка подковы лекалом; 7 — отковка пяточных шипов; 8 — отделка; 9 — правка

дей (рис. 118). Затем после второго нагрева сгибают вторую ветвь, пробивают дорожку и отверстия. После этого отгибают задние шипы и оттягивают отворот, а затем пробивают отверстие под передний шип, который отковывают отдельно. Затем шип нагревают, штифтом вставляют в переднее отверстие подковы и расклепывают.

Летние подковы имеют тупые шипы, а зимние — заостренные. Высота шипов обычно равняется толщине подковы.

Если заготовка довольно толстая, то можно отковать подкову и без вставки переднего шипа. Для этого после нагрева делают в середине заготовки подсечку на ребре наковальни и оттягивают одну ветвь, изгибают ее по форме и отгибают задний шип. Затем делают бороздку и пробивают гвоздевые отверстия. Для изготовления второй ветви операции повторяют. Когда подкова примет заданную форму, начинают оформлять передний шип.

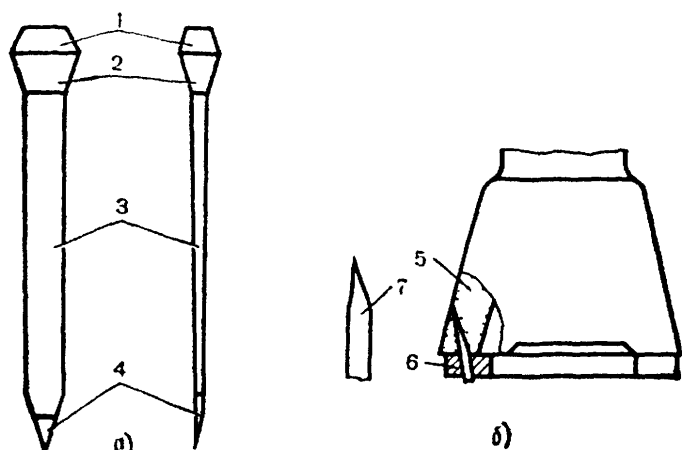


Рис. 119. Подковный гвоздь (ухналь):

1 — головка; 2 — шейка; 3 — клинок; 4 — жало; 5 — копыто; 6 — подкова; 7 — установка ухналя

Зубилом делают подрубку и на кромке наковальни оттягивают передний шип, подкова готова.

Кавалерийские подковы обычно имеют сменные резьбовые шипы. При этом подковы для упряжных лошадей имеют три вставных шипа (иногда два шипа в зацепной части), а верховые — только два задних шипа.

Большое значение при креплении подков имеет качество подковных гвоздей — ухналей. Гвоздь состоит из головки, шейки и клинка с жалом (рис. 119, а). Подковные гвозди изготавливают из низкоуглеродистых сталей (Ст0, Ст1). После нагрева конца заготовки оттягивают шейку и клинок гвоздя, оформляют головку и делают надсечку. Затем гвоздь вставляют в гвоздильню и оформляют головку и боковые грани. Ковка гвоздя должна выполняться с одного нагрева, а готовый гвоздь должен быть еще красным, тогда он будет иметь равномерную твердость и не будет ломаться при ковке.

Подковывание осуществляется обычно в станке и состоит из следующих операций: обкусывания и обрезки старой роговицы и зачистки копыта; подгонки подковы и ее прибивания. Гвозди забивают в белую линию копыта, и устанавливают их так, чтобы жало выводило конец гвоздя наружу копыта (рис. 119, б), после чего конец гвоздя подтягивают кусачками, откусывают и загибают по поверхности копыта. Инструмент кузнеца-коваля показан на рис. 120. Среди «приборов» для лошадей, изготавливаемых ковкой — удила, стремяна и шпоры.

Ковку удила начинают сковки правой и левой частей грызла (рис. 121). После нагрева круглого прутка расплющивают его концы, пробивают в них отверстия и всю заготовку забивают для устранения острых граней.

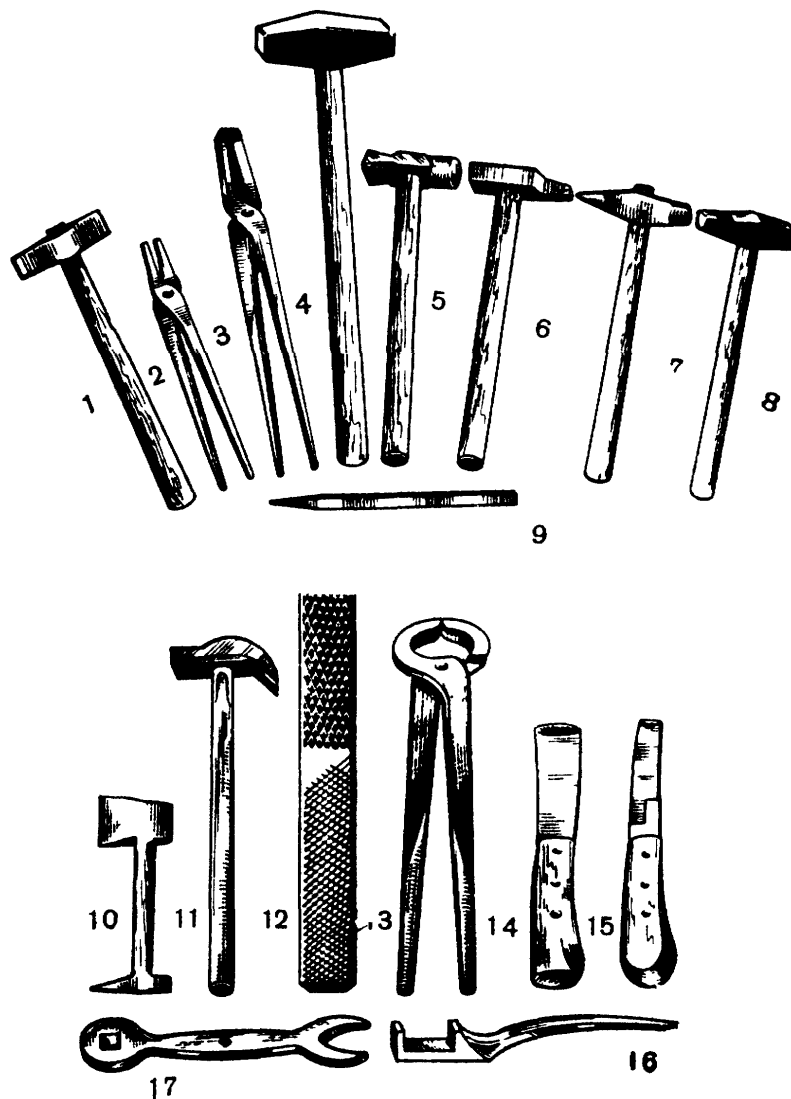


Рис 120 Кузнечный и ковочный инструмент
 1 — зубило прямое, 2 — клещи 3 — клещи горновые
 4 — кувалда 5 — ручник 6 — дорожник 7 — пробой
 ник 8 — полукруглое зубило 9 — шпилька 10 — об-
 сечка 11 — ковочный молоток 12 — рашпиль 13 —
 клещи 14 — секач 15 — нож 16 — тупа 17 — шиновой
 ключ

Следует иметь в виду, что на одной из частей грызла обрабатывают только одно отверстие, вместо второго — вытягивают тонкий конец и загибают в кольцо (после предварительного соединения частей грызла) в плоскости перпендикулярной плоскости первого кольца. Затем изготовляют два одинаковых кольца, вставляют заклепки в концевые отверстия грызл и заваривают кузнечной сваркой. Окончательная операция — обработка удил напильником, шлифование и полирование.

Ковку стремени обычно ведут из заготовки круглого или квадратного сечения. Концы заготовки расплющивают, а затем сваривают между собой, образуя широкую

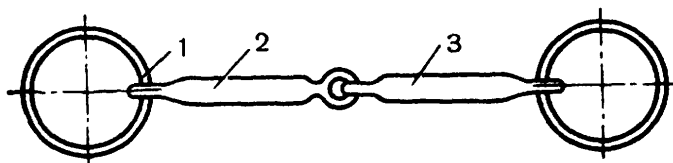


Рис. 121. Удила:
1 — кольцо; 2 — грызло левое; 3 — грызло правое

подножку, после этого обрабатывают боковые ветви и пробивают прямоугольное отверстие — «ушко» — для путлища в верхней части стремени (рис. 122).

Технология изготовления изделий из листового материала. Изготовление ковкой различных художественных и бытовых изделий из листового материала одно из наиболее древних производств, которое широко применялось еще задолго до нашей эры у скифов, народностей Кавказа и Южного Урала.

Существуют различные способы обработки листового материала: отрезка, вырубка, обрезка, просечка, гибка, завивка и скручивание, формовка и выколотка, чеканка, штамповка, басменная обработка и давяльные работы на станках, а также комбинированная обработка.

Отрезка (разрезка) выполняется при помощи ручных ножниц для металла, гильотинных ступовых ножниц (для материала толщиной свыше 1,5 мм, рис. 123).

Вырубка (обрезка) — операция отделения какой-либо фигуры от листовой заготовки. Для осуществления этой операции на очищенную поверхность металлического листа наносят рисунок (можно через копировальную бумагу) или готовят шаблон и приклеивают его на лист.

Если рисунок симметричный, то вычерчивают на плотной бумаге одну его часть, накладывают его на предварительно размеченную поверхность листа и обво-

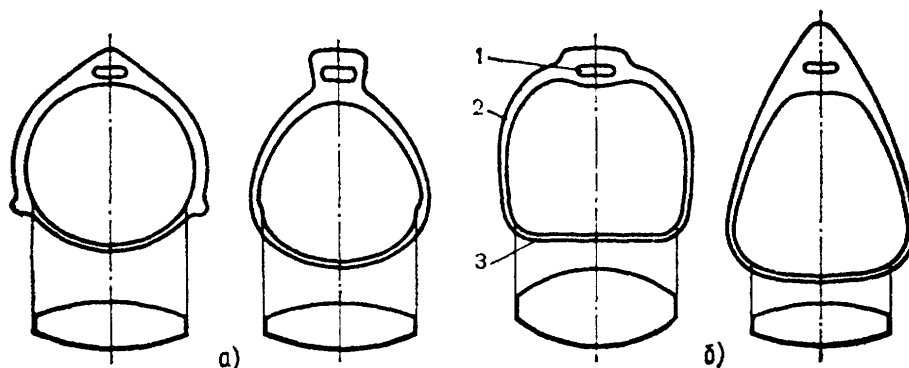


Рис. 122. Круглые стремени (X—XI вв.) для мягкой обуви (а) и арочного типа с прямой подножкой для обуви с твердой подошвой (б):

1 — ушко; 2 — боковые ветви; 3 — подножка

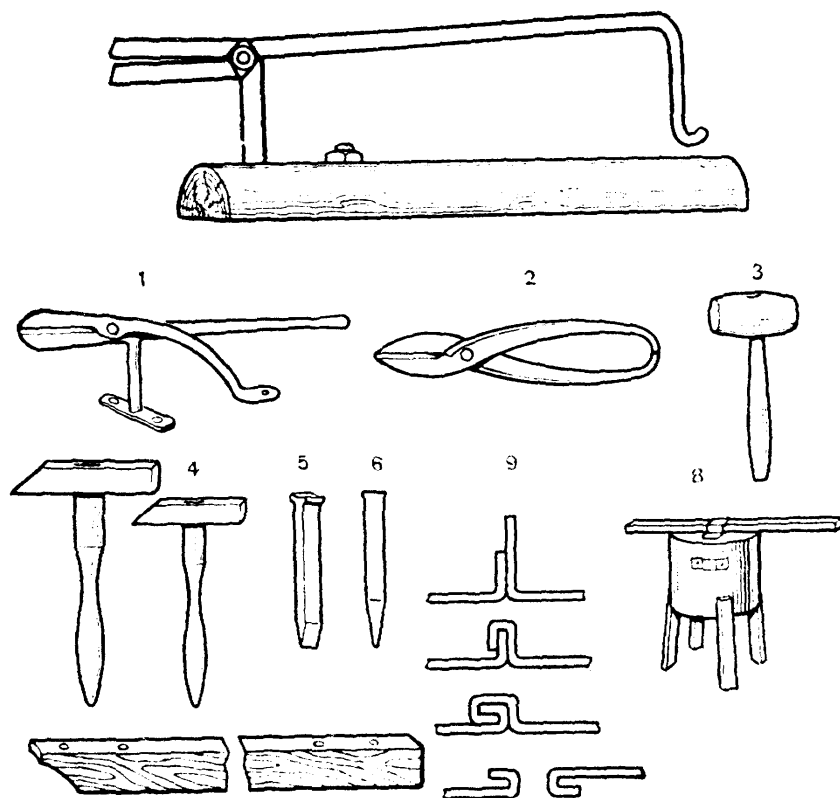


Рис. 123. Инструмент для обработки листового металла:

1 — гильотинные стуловые ножницы; 2 — ножницы ручные; 3 — деревянный молоток (киянка); 4 — кровельные молотки; 5 — зубило; 6 — бородок; 7 — прямоугольный брус (ломок); 8 — установка ломка на деревянном стуле; 9 — изготовление фальца

дят чертилкой (тонкий, острозаточенный стальной стержень). После этого перемещают фрагмент на определенный угол — опять обводят и так до тех пор пока не будет нарисован весь рисунок.

Когда рисунок полностью нанесен на металлический лист, то ножницами начинают его обрезать. Если рисунок сложный, то в узловых местах можно предварительно просверлить отверстия диаметром 3—5 мм или процесс обрезки проводить частями — от наиболее простых участков к сложным. В тех случаях, когда невозможно вырезать весь контур рисунка ножницами, применяют различные по размерам и форме режущей кромки зубильца, а затем дорабатывают контур надфилями.

Просечка — образование внутренних отверстий различных форм в заготовке — обычно осуществляется зубильцами с прямым или радиусным лезвием. Большие формы могут вырезаться специальными криволинейными ножницами.

Просечка и вырубка — основные операции при изготовлении просечных железных украшений из кровельно-

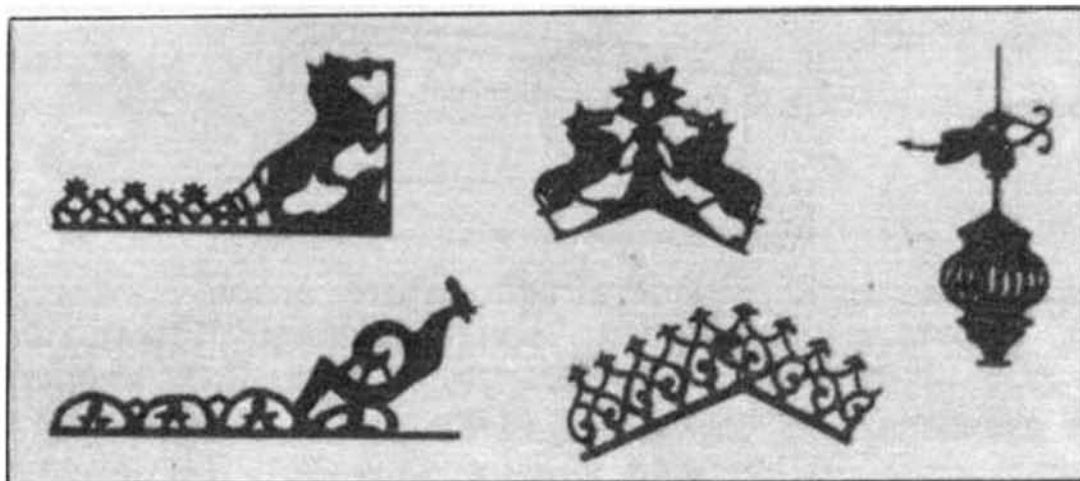


Рис. 124. Коньковые решетки

го железа или из тонкой листовой меди и даже из толстой полосы (рис. 124—128).

Просечный металл начиная с XVI в. широко применяется при украшении бытовых предметов (сундучков, подголовников, замков, осветительных приборов и т. д.), а также в сельской и городской архитектуре.

Подзоры из просечного металла украшают свесы крыш и фронтонов изб, дворцов и соборов; ажурные коньковые решетки завершают гребни крыш (рис. 124), дымоходы в виде башенок и ваз прикрывают дымовые

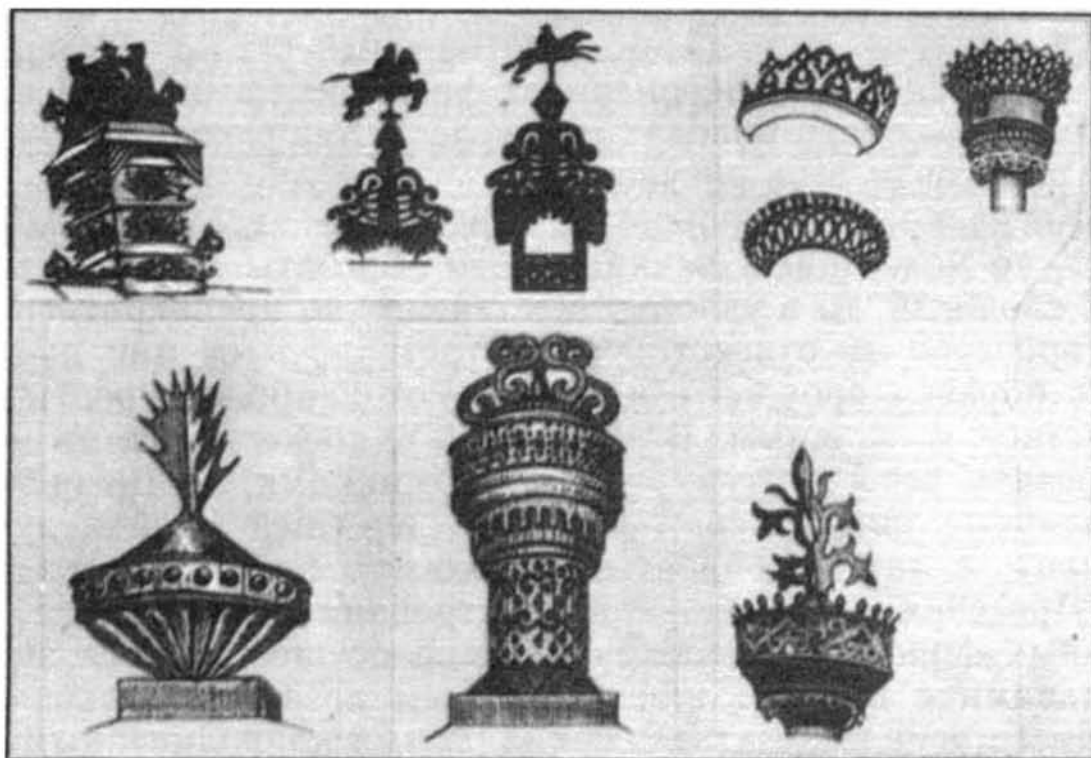


Рис. 125. Дымники из просечного металла и навершия водосточных труб

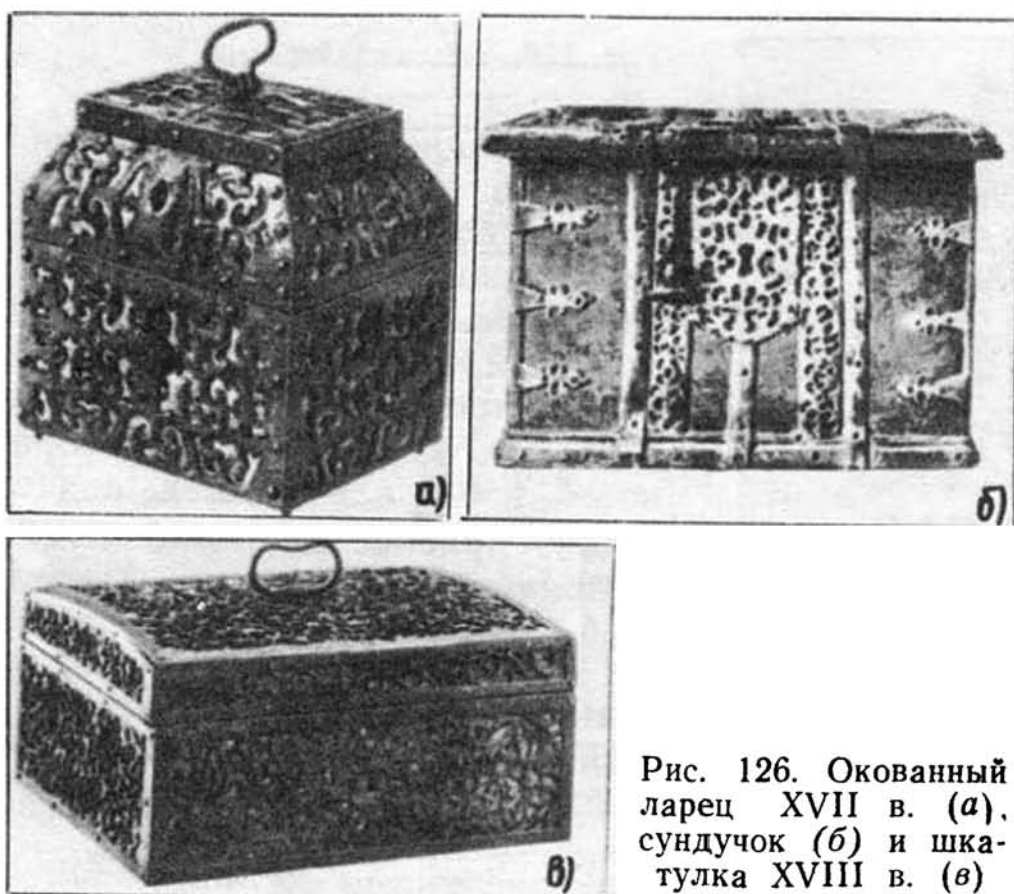


Рис. 126. Окованный ларец XVII в. (а), сундучок (б) и шка-тулка XVIII в. (в)

трубы (рис. 125). Кроме этого техника просечки широко использовалась при изготовлении оковок сундуков (рис. 126), личинок и секирных замков (рис. 127), холодного оружия (рис. 128) и т. д.

Рисунок просечного металла был аналогичен рисунку пропильных орнаментов на деревянных наличниках и свесах и содержал в основном растительные мотивы и



Рис. 127. Секирный замок (а) и «личинка» (б)

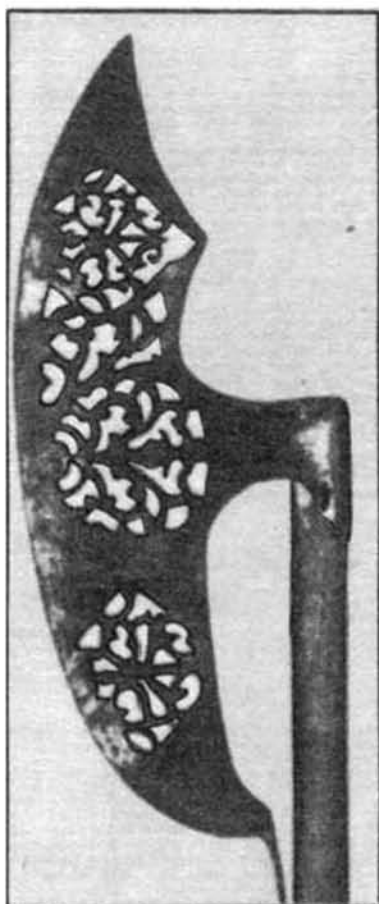


Рис. 128. Кованый бердыш

повторяющиеся геометрические элементы в виде кругов, треугольников, червонок, различных завитков.

Коньковые решетки обычно завершались довольно пышной композицией из характерных для русских орнаментов «коньков», «петухов» или «драконов». Декоративность избы или здания подчеркивалась красиво оформленными водосточными трубами. Навершия труб оформлялись в виде ваз, корзин с цветами или пышной короны; сами трубы имели круглую или граненую форму сечения, а слив выполнялся в виде раскрытой пасти дракона.

Навершиями из просечного металла украшались дымовые трубы, столбы ворот и калиток.

Технология изготовления различных элементов из просечного металла несложная, но требует кропотливого труда и навыков работы с жестью. Первоначально следует подобрать или придумать рисунок и форму готового изделия. При этом очень важно учитывать масштабность и удаленность. Если необходимо украсить просечным металлом дом, отдельную беседку, ворота, то надо продумать стиль рисунка всей композиции. После этого изготавливают шаблоны из плотной бумаги или картона и чертилкой наносят рисунок на металлический лист, предварительно покрытый тонким слоем мелового раствора или белилами. Затем ножницами вырезают наружные фрагменты, а с помощью различных зубильцев — внутренние. Плоские изделия из просечного металла уже готовы к установлению на места, а объемные — дымники, навершия и другие — предварительно собирают в единое целое, что требует высокой техники жестяных работ, а затем устанавливают на места. Отдельные элементы соединяют между собой специальным замком — фальцем — одиночным или двойным. При соединении цилиндрических и конических элементов используют кольцевые фальцы (стоячие или лежащие) (рис. 129).

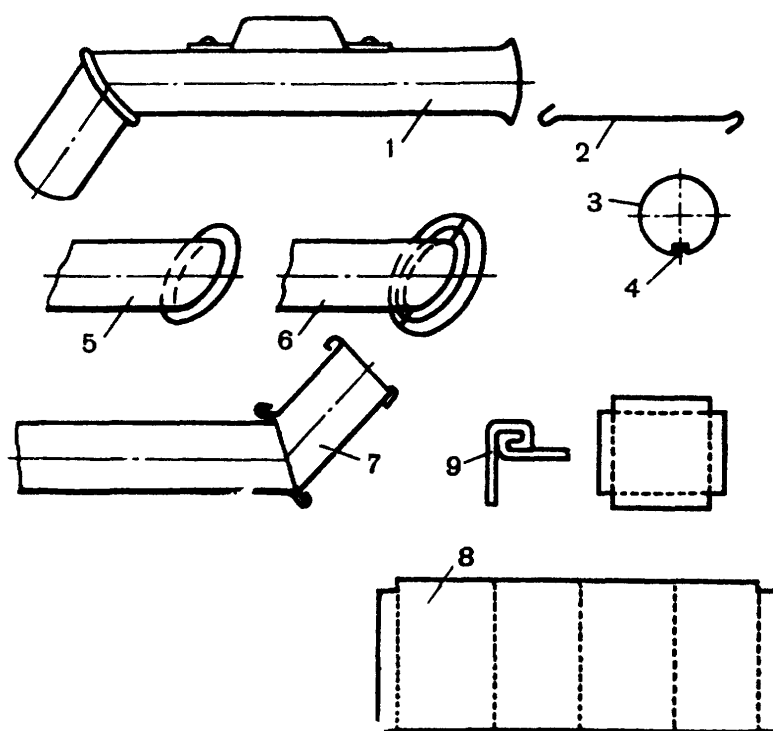


Рис. 129. Изготовление трубы из листа:
 1 — готовая труба; 2 — подготовка листа к сворачиванию; 3 — гибка трубы; 4 — фальц; 5 — колено трубы; 6 — труба; 7 — сборка колена с трубой; 8 — раскрой короба; 9 — замок

При изготовлении сливных труб используют цилиндрические звенья, а также коленные изгибы под прямым или тупым углом.

Разметка воронки и коленных элементов проводится как развертка поверхности усеченных конуса и цилиндра.

При жестяных работах используют специальные молотки, киянки (деревянные молотки), ножницы для металла и толстый металлический стержень квадратного и круглого сечений, укрепленный на верстаке в горизонтальном положении.

При изготовлении дымоходов необходимо помнить, что кроме эстетических, декоративных функций они должны выполнять и основные свои функции — предохранять кирпичную трубу от разрушения в результате действия дождей и ветра, недопускать попадания влаги внутрь трубы и способствовать созданию хорошей тяги.

Гибку металла на заданный угол проводят молотком в тисках, на различных оправках или просто клещами.

Завивка полосового материала проволоки или прутка в завитки или спирали проводится при помощи молотка на коническом роге наковальни, на вилке или на специальных шаблонах (рис. 130).

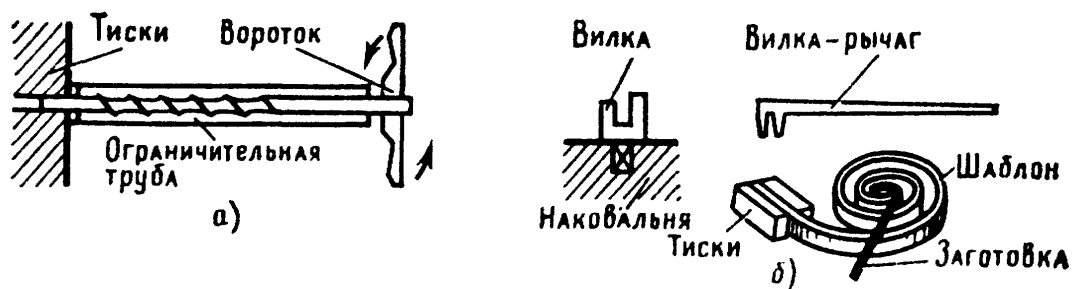


Рис. 130. Закручивание стержня в ограничительной трубе (а) и приспособления для гибки и завивки заготовок (б)

Скручивание заготовки вдоль оси осуществляется специальной вилкой, воротком (рис. 130) или просто газовым ключом. Если необходимо получить большое число одинаково закрученных заготовок, то перед закручиванием на мерную заготовку надевают трубу и процесс закручивания идет до тех пор пока ключ не упрется в трубу.

Следует иметь в виду при выполнении всех процессов, связанных с гибкой, завивкой или скручиванием, что холодный металл пружинит. Поэтому необходимо учитывать угол пружинения или угол раскрутки.

Рассмотрим на конкретных примерах технологию изготовления несложных изделий из полосового материала с применением гибочных операций.

Технология изготовления декоративных решеток для дачных и садовых участков, для прикрытия батарей, каминов, окон. Рассмотрим для примера технологию изготовления небольшой решетки. Фрагмент решетки состоит из рамки, в которую вделаны две волюты (рис. 131). Для изготовления волют берут полосовой (или прутковый) материал, отрубают зубилом или с помощью подсежки заготовку требуемой длины, которую на коническом роге наковальни или на оправке гнут по шаблону заданной формы. Концы волют необходимо оформлять плотным закованным шариком, или «лапкой». Квадратную рамку делают, изгибая полосу под углом 90° и соединяя концы заклепками или кузнечной сваркой. В тонкой полосе отверстия диаметром 1—2 мм можно пробивать пробойником в холодном состоянии, а в толстой — в нагретом. Для пробивки отверстий заготовку кладут на наковальню над круглым отверстием, устанавливают пробойник и ударяют по нему ручником или молотом. Затем рамку собирают путем склепывания концов. Если же необходимо концы рамки соединить сваркой, то их нагревают под слоем флюса (кварцевый песок, бура или

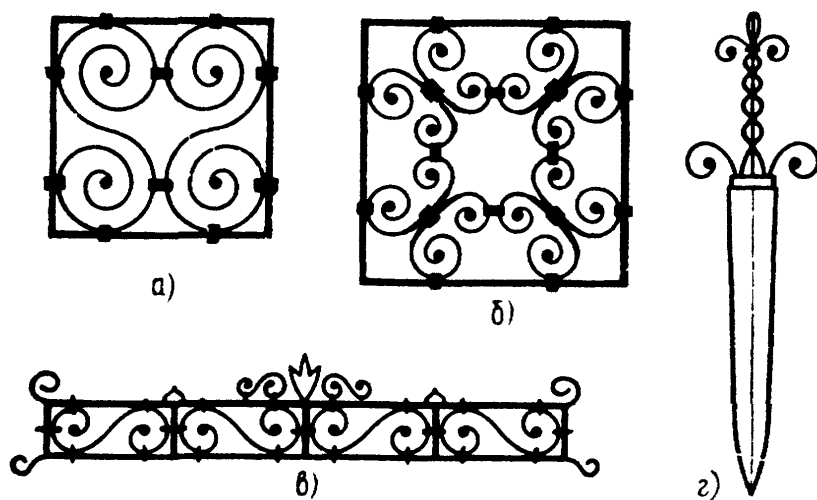


Рис. 131. Изделия из полосового материала:
а — решетка из двух волют; *б* — решетка из восьми «С»-образных завитков;
в — каминная решетка; *г* — декоративный нож для бумаги

поваренная соль) до температуры белого каления, накладывают один конец полосы на другой и, нанося удары молотом, сваривают.

После того как рамка будет подготовлена в нее вставляют откованные волюты и соединяют их с рамкой с помощью заклепок, а места соединения закрывают тонкой скобкой — «перехватом», чтобы вещь смотрелась «под старину».

Центральный рисунок другой решетки (рис. 131, б) состоит из восьми одинаковых С-образных завитков. Вначале необходимо изготовить шаблон для завитков, а затем из полосы согнуть завитки, пробить в них отверстия для заклепок и собрать в рамку.

Небольшая каминная решетка (рис. 131, в) может быть изготовлена так. Берут полосу сечением $20 \times 1,5$ мм и оформляют верхнее и нижнее основания. На верхней полосе закручивают по концам два завитка, а на нижней полосе — два завитка в противоположную сторону. Если необходимо заделать решетку в бетонное основание, то отгибают два конца вниз.

После этого изготавливают пять одинаковых стоек с загнутыми под углом 90° концами, в которых сверлят или пробивают отверстия. Затем по предварительно подготовленным шаблонам готовят четыре одинаковых волюты и три верхних завитка, сверлят в местах соединения отверстия. Из более тонкой полосы готовят 13 скобок — «перехватов» для закрытия склепанных мест. Когда все необходимые элементы решетки будут готовы, приступают к сборке решетки и ее установке.

При помощи этих же несложных технологических операций можно изготовить и декоративный ножик для бумаги. Из листового металла (сечением 30×1 мм) вырезают заготовку ножа (рис. 131, *г*), оформляют лезвие, а со стороны ручки разрезают ее на пять частей. Две крайние полосы закручивают в большие завитки, две средние получают продольную завивку и их концы закручивают в маленькие завитки, на центральном стержне делают только фигурный крючок на конце. После этого места у основания ручки и на конце перекрывают «перехватами».

Дифовка (формовка) и **выколотка** — способы холодной обработки листовых материалов из золота, серебра, меди, железа. Этими способами изготавливали украшения, всевозможную посуду — миски, чашки, ложки, кубки, кувшины, кумганы и самовары; различные боевые доспехи — щиты, шлемы, брони «дощатые», наручи, рыцарские латы, различные архитектурные элементы — шары, навершия, детали оформления куполов; металлическую скульптуру.

Основной инструмент при дифовке — разнообразные по форме, массе и материалу молотки, а при выколотке — и всевозможные опорные инструменты: наковальни, шпераки, всевозможные подкладные вставки. Принцип дифовки заключается в том, что при ударе по листовому металлу молотком происходит местное сплющивание металла, т. е. уменьшается его толщина, но увеличивается площадь (или длина). Таким образом, если взять круглую плоскую заготовку, положить на наковальню и начать обрабатывать молотком ее центральную часть, то лист начнет изгибаться и приобретать форму сферы. Концентрируя удары в определенных местах и применяя разнообразный подкладной инструмент, можно получать изделия различной формы.

При глубокой вытяжке по краям заготовки образуются гофры, которые при последующей обработке необходимо «посадить», т. е. распрямить. Процессом образования гофр можно управлять, если предварительно наметить их круглогубцами или при помощи специальных молотков и оправок. При этом надо следить, чтобы гофры были низкими и широкими и не завалены в какую-либо сторону. Необходимо обращать внимание и на чистоту рабочей поверхности и инструмента. Ударная поверхность молотка и опорная поверхность наковальни и оправок должны быть хорошо закалены и

отшлифованы, чтобы на поверхности металла не образовывались царапины и трещины, которые при дальнейшей обработке приводят к разрыву изделия.

Известно, что по мере обработки металлическим молотком лист нагартовывается (наклепывается), т. е. поверхность его упрочняется и становится более хрупкой. Поэтому для уменьшения наклепа при работе можно применять молотки с плоским или фигурным бойком из твердых пород дерева (бук, граб, клен, самшит и др.). Для продления сроков службы деревянных молотков их обматывают тесьмой на клею и сверху покрывают лаком.

Текстолитовые и резиновые молотки, а также молотки со вставками из красной меди, алюминия или свинца не оставляют следов удара.

Мастера-дифовщики используют при работе свыше 100 различных молотков (рис. 132), большое число опорных и подкладных инструментов (рис. 133): молотки наводильники — для посадки гофров, гладильники — для правки и выравнивания металла, шаровые — для создания сферических поверхностей, шеечные — для обработки «шеек» ваз, кубков и других торовых поверхностей; опорные и подкладные инструменты — «кобылины» (рис. 134), наковальни, разнообразные шпераки, массивные стойки (амбузы) с выпуклой поверхностью, различные скребки для загибки, подсечки и клепки швов. При работе опорный и подкладной инструменты устанавливают в гнездо основной наковальни (рис. 135) или зажимают в ступовых тисках, а иногда вбивают непосредственно в деревянный чурбан или землю.

Для создания монументальных скульптур, а также различных декоративных бытовых изделий применяют выколотку по моделям или шаблонам (металлическим, каменным или деревянным). Предварительно определяют, на какие элементы должна быть разбита вся форма, затем делают раскрой металла (с учетом вытяжки и посадки) и после отжига по модели начинают выколачивать форму молотками.

При сложных формах, заготовку в процессе работы отжигают несколько раз и снова обколачивают на форме. После выколотки всех элементов формы их подгоняют друг к другу, обрезая ножницами и опиливая напильниками края, а затем сваривают встык или соединяют фальцем. По мере выколотки и сборки изделия элементы модели удаляются, а само изделие укрепляется (если

Рис. 132. Молотки для
дифовки

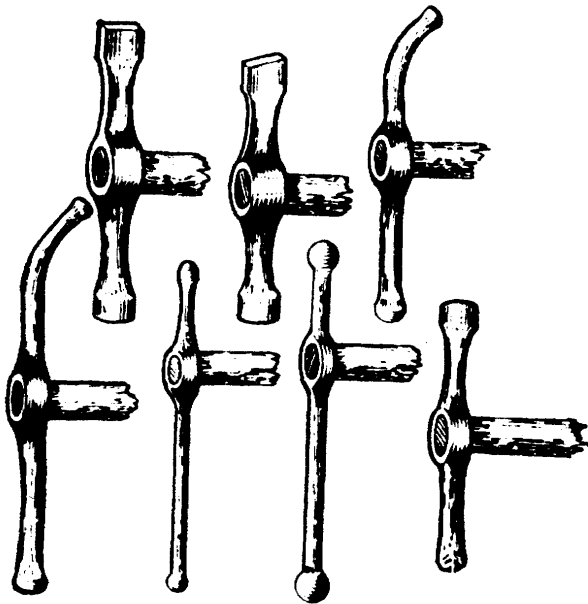


Рис. 133. Вертикальные
стойна

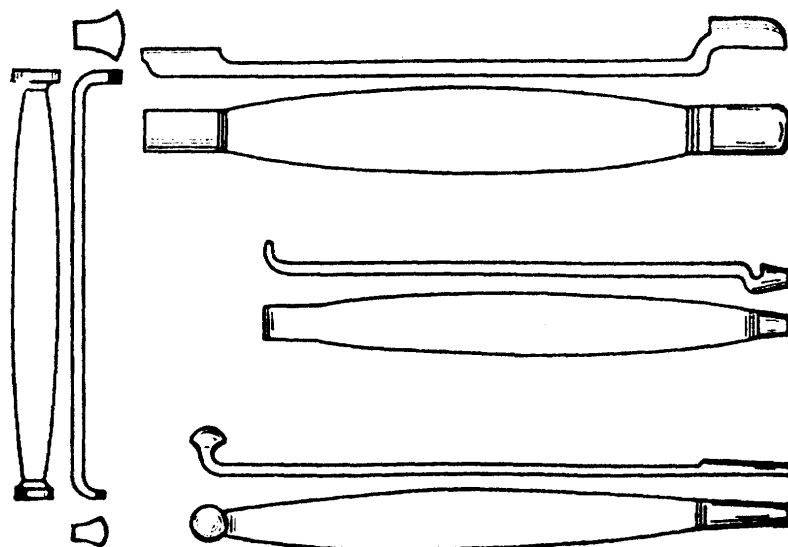
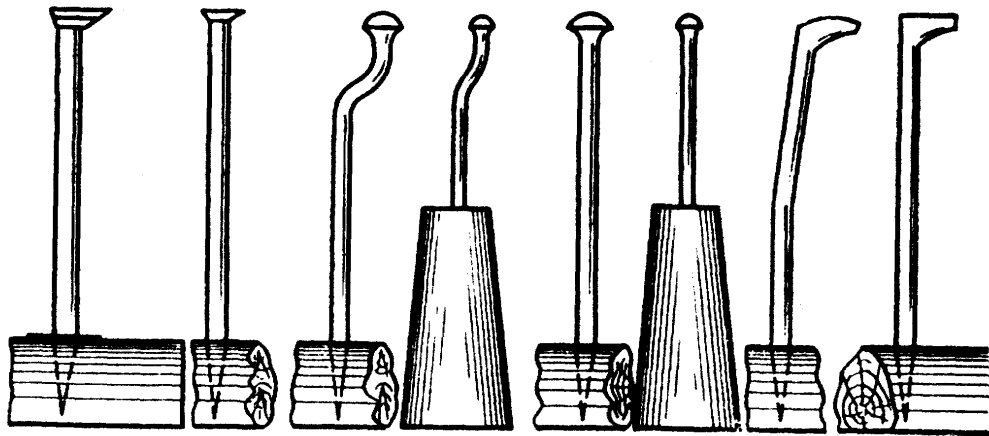


Рис. 134. Горизонтальные кобылины

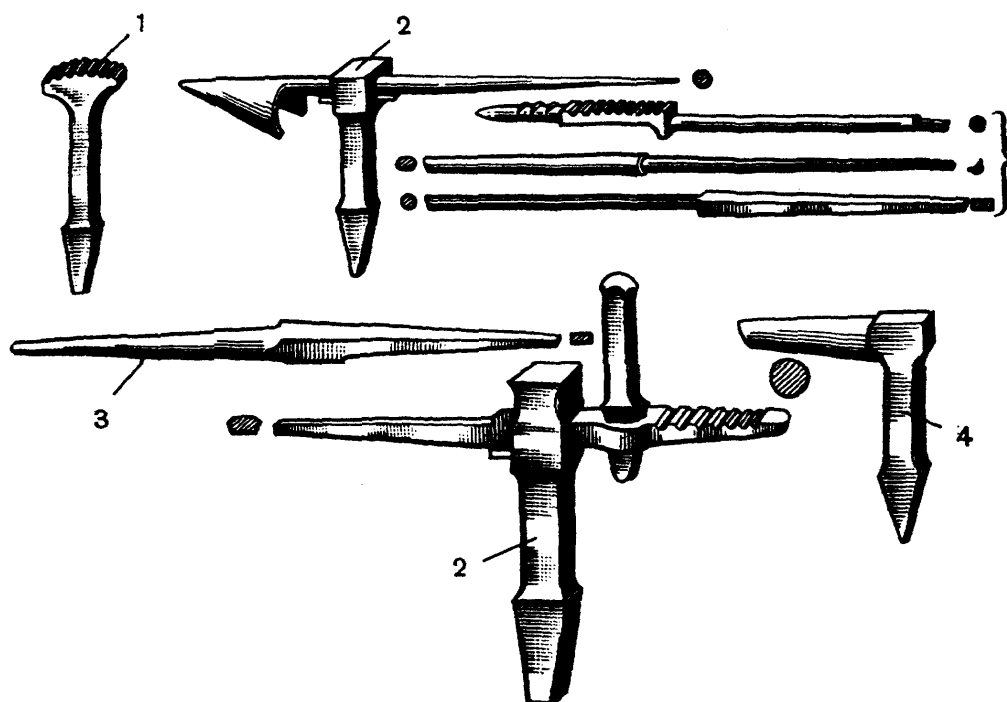


Рис. 135. Различные виды шпераков и приспособлений к ним:
1 — шперак рубчатый; 2 — шперак с вкладышами; 3 — типы вкладышей; 4 —
однорогий шперак

это монументальная скульптура) специальным каркасом. Следует отметить, что после окончания всей сборки необходимо обработать напильником все швы и довести поверхность до высокого качества.

Выколоткой изготовлялись в старину и корпуса самоваров. Основными центрами по изготовлению самоваров были Тульская область с г. Тулой — «самоварной столицей», Пермская, Московская области, некоторые районы Урала и Кавказа.

В начале XX в. в Туле самовары выпускали 50 фабрик, которые изготовляли около 660 тыс. шт. в год.

Чтобы рассмотреть технологию изготовления самоваров, необходимо знать наименование основных частей самовара (по терминологии XIX в.).

Самовар состоит из стенки или тулова (центральная часть), крышки, круга, внутреннего кувшина, шейки, поддона, конфорки, ручек, крана, стебла, ветки, репеек, а также из колпачка, донышка с вертушком, душничка, подшишек с малинками (рис. 136).

Наиболее ответственной и сложной работой было изготовление стенки — выполнение ее доверялось самым опытным мастерам высшей квалификации. Специалистов по отковке стенок называли «наводильщиками». Они по-

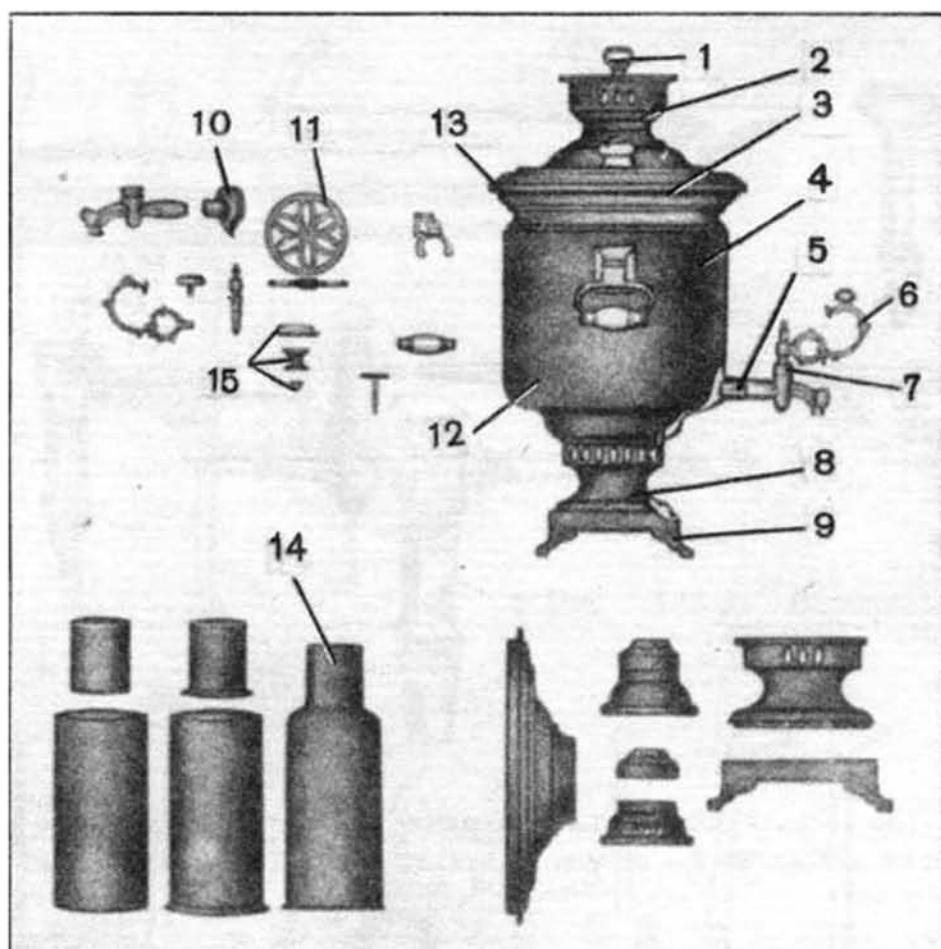


Рис. 136. Основные части самовара:

1 — колпачок; 2 — конфорка; 3 — крышка; 4 — тулово (стенка, банка); 5 — ключ (стебло); 6 — ветка; 7 — кран; 8 — шейка; 9 — поддон; 10 — личинка; 11 — решетка; 12 — ручка; 13 — круг; 14 — кувшин; 15 — мелкие детали

лучали прямоугольные листы латуни (так называемые «карты») и начинали «наводить стенку» по следующей технологии: отжигали лист, а затем свортывали в цилиндр, конус и т. д. и края спаивали. Затем форму надевали на чугунную оправку и под ударами молотков различных конфигураций ей придавали заданную форму. Сама оправка крепилась на кобылине — длинном железном стержне с утолщениями на концах, на один из которых садится мастер, а на другой надевается чугунная оправка (рис. 137). Форма оправки стенки самовара делалась гладкой или граненой, со сложными замысловатыми рисунками.

В зависимости от формы тулова различают и название самоваров: банка — имеет простую цилиндрическую форму без рисунка; рюмка — коническую форму; другие — ваза, шар и т. п. А если поверхность формы имеет ребра и грани, то к основному названию самовара до-

Рис. 137. Чугунные оправки



бавляют слово «гранные». Например: рюмка гранная или двугранная.

В настоящее время размер самоваров определяют объемом воды в нем, а раньше — длиной окружности в вершках на уровне ручек. Если длина составляет 15 вершков, то и самовар — пятнадцати вершковый и т. д.

Кувшин — внутренняя труба самовара — состоит из двух частей: цилиндрического низа и горла с заплечками, которые сваривают между собой в единое целое.

Крышку и шейку изготавливают из листовой латуни на давилых станках.

Поддон, круг, детали краника (корпус крана, стебло, ветка, репейка), ручки — все эти детали раньше изготавливали литьем. Литые детали имели красивые оригинальные формы и украшали самовар. Круги оформлялись кружевными свесами и назывались «цветными», поддоны имели стойки в виде массивных звериных лап, и каждый самовар украшался своей веткой, форма которой практически не повторялась.

После изготовления всех необходимых деталей самовара проводят их очистку от оксидов и жиров, т. е. их «квасят» в слабом растворе серной кислоты, лудят и передают на сборку.

Лудильный цех обычно имел несколько открытых горнов со слабым дутьем или вообще без дутья, а в качестве полуды применялся сплав, состоящий из 80 частей олова и 20 частей свинца.

Собранный самовар поступал в разборный цех, где его полностью разбирали, проверяли качество изготовления, сборки и подгонки всех деталей, проверяли на герметичность и при необходимости устраняли имеющиеся дефекты. И только после этого направляли самовар на полировку и далее на никелировку.

Технология изготовления медной посуды (тазов, чайников, мисок, подносов, кувшинов и кумганов) значительно проще, чем самоваров.

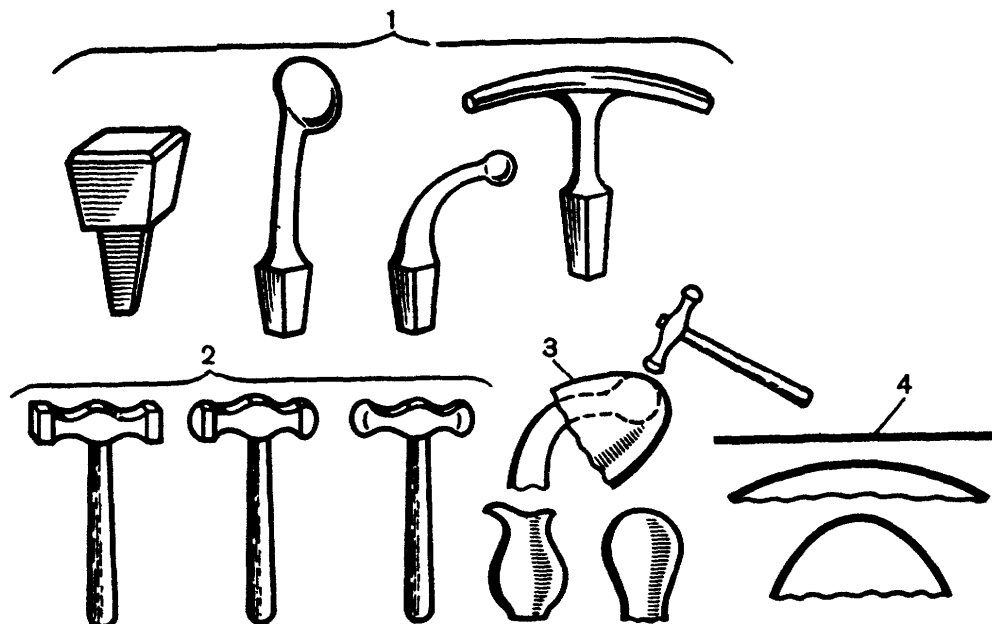


Рис. 138. Инструмент для изготовления посуды:
1 — подкладной инструмент; 2 — молотки; 3 — процесс выколотки; 4 — технологические переходы

Изделия с неглубокой вытяжкой изготовляют при помощи разнообразных молотков и оправок без применения пайки (рис. 138), а сложные, такие, как кувшины, кумганы, кубки, требуют еще и пайки.

Для изготовления изделий из листа применяли опорный инструмент: «стойно» — толстый металлический стержень, вбиваемый в деревянный чурбак или землю, и на нем загибались края изделия; «желобильню» — чугунная плита с углублением для выгиба краев дна у чайников, ведер и других подобных изделий; «осадку» и «ожимку» — толстые металлические стержни длиной 200—250 мм с углублениями на концах для осадки и оформления головок заклепок.

Наряду с ручной технологией изготовления существовал способ обработки листовых материалов из золота, серебра, меди и других пластичных металлов на давяльных станках.

Кроме простых однослойных изделий на давяльных станках изготовлялись даже изделия, имеющие двойную стенку (рис. 139, а, б). На рисунке видно, что наружная стенка кубка вывернута, и огибает на расстоянии 1—2 мм внутреннюю стенку, при этом она постепенно сужается к нижней части и образует ножку. Окончательное оформление кубка проводилось припайкой доньшка и различных металлических частей, украшенных драгоценными камнями.

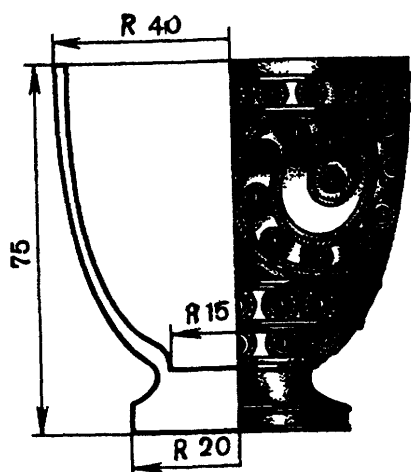
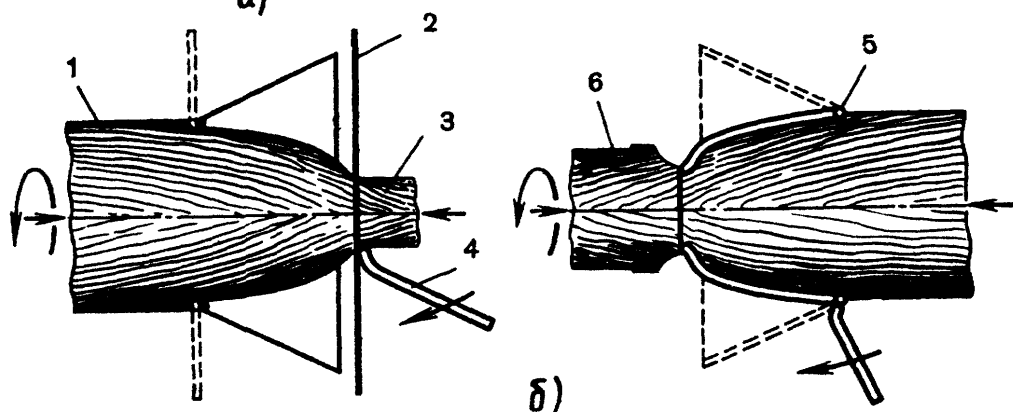


Рис. 139. Техника да-
вильных работ: чаши с
двойной стенкой (а),
способ давления ча-
ши (б):

1 — оправка; 2 — заготовка;
3 — прижим; 4 — давяльник,
5 — отбортовочное кольцо;
6 — прижим-оправка



Для изготовления на давяльных станках изделий, у которых горловина имеет меньший диаметр, чем у основания (или в середине), необходимо применять разборные шаблоны и после окончания работы вынимать поэлементно из сосуда.

Чеканка — художественная обработка листового металла при помощи чеканов — металлических стержней с разнообразными формами рабочей части.

Чеканка по золоту и серебру широко применялась народами Причерноморья и Кавказа задолго до нашей эры. В музеях страны можно встретить изумительные по красоте и технике исполнения чеканные украшения, выполненные скифскими мастерами IV—VII вв. до н. э.

Высокого уровня достигла чеканка в домонгольский период в городах Киевской Руси в IX—XI вв. Наиболее богатую форму орнаментации чеканка получает в ювелирных, культовых, бытовых и декоративно-прикладных произведениях искусств в XVIII—XIX вв., в период широкого дворцового строительства.

Наиболее удобная форма чеканов — шести- или восьмигранного сечения с некоторым утолщением посередине, но могут применяться и чеканы круглого сече-

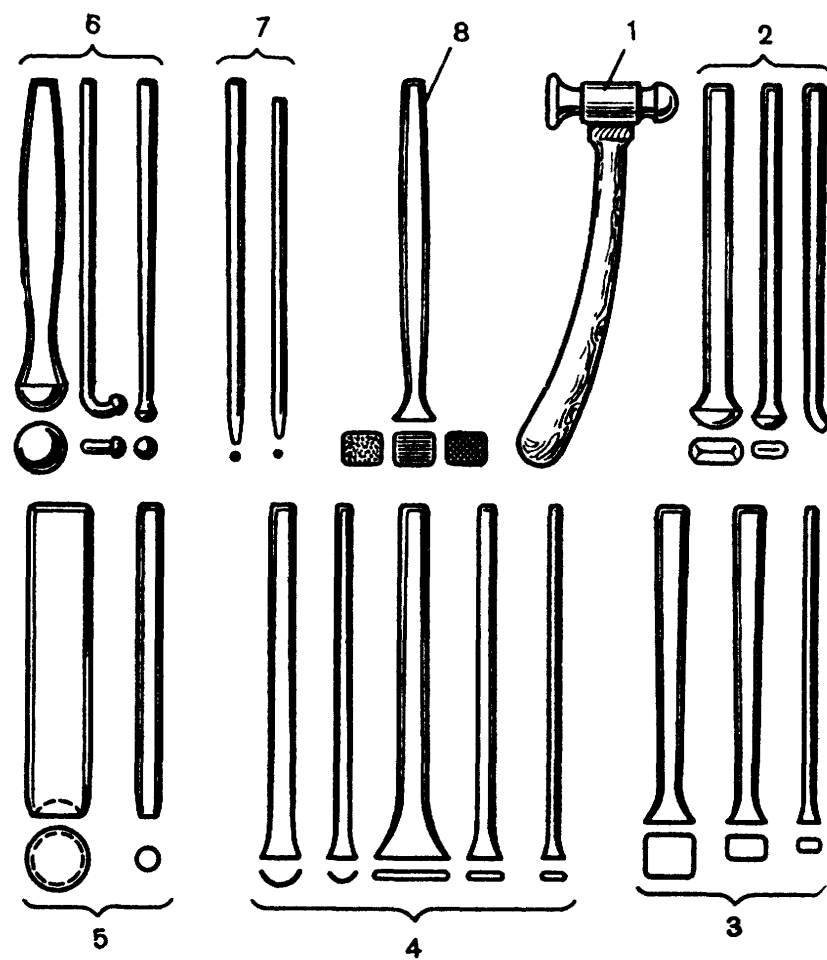


Рис. 140. Инструмент чеканщика:

1 — молоток; 2 — осадочные чеканы; 3 — лощатники; 4 — расходники; 5 — трубочка; 6 — пурошник; 7 — канфарник; 8 — рисунчатый

ния диаметром 10—20 мм. Материал чеканов — инструментальная или углеродистая сталь (У7, У8). Рабочая поверхность чеканов закаляется, а затем отпускается на воздухе.

Канфарники имеют заостренный конец и предназначены для перенесения рисунка с бумаги на металл при помощи точек, а также для отделки фона точками (канфарение) (рис. 140).

Расходники имеют рабочую поверхность в виде прямой или радиусной линии и предназначены для нанесения контуров рисунка.

Лощатники имеют плоский (гладкий или шероховатый) боек и предназначены для выравнивания плоскостей и создания фона.

Пурошник имеет выпуклую сферическую головку и применяется для создания выпуклой (при чеканке с изнанки) или вогнутой поверхности.

Бобошник — разновидность пурошника, но с продолговатой выпуклой поверхностью.

Трубочки имеют вогнутую сферическую поверхность с кольцевым ободком и применяются для создания сферических выступов.

Рисунчатые чеканы аналогичны лошатникам, но имеют линейчатую или точечную структуру на рабочей поверхности и применяются в основном для отделки фона.

«Фигурные» чеканы имеют какой-либо орнамент на рабочей поверхности (завиток, лист, розетка, инициалы, цифры и т. п.) и применяются для ускорения процесса чеканки.

Сечки — острозаточенные чеканы типа зубильцев, применяются для просечки фрагментов в изделии.

Кроме этих чеканов могут применяться различные чеканы для специальных операций. При необходимости используют чеканы, изготовленные из твердых пород дерева.

В зависимости от размера рисунка чеканки применяют чеканы разных размеров, так, например, для мелкой ювелирной пластики используются чеканы из кованых стальных заготовок диаметром 3—4 мм, а для крупных работ — 15—20 мм и более.

В качестве ударного инструмента применяют специальные чеканочные молотки, у которых боек имеет плоскую поверхность (квадратную или круглую в сечении), а задок — сферическую. Бойком наносят удары по чекану, а сферическим задком непосредственно выколачивают различные углубления.

Большое значение при работе имеет форма рукоятки. На основе многолетней практики определено, что наиболее удобна плоская, изогнутая, с утолщением на конце рукоятка, которая не утомляет руку и удобно лежит в ладони.

Для чеканки полых сосудов изнутри применяют так называемую трещотку (рис. 141), которая одним концом забивается в деревянную колоду — стул или зажимается в тисках, а по другому при чеканке наносятся удары молотком. В результате пружинения и вибрации рабочий конец трещотки наносит удары изнутри по стенке сосуда и проводит выколотку рельефа. При выколотке сосудов с тонким горлом, когда затруднен процесс установки рабочего конца трещотки, удобно пользоваться наружным указателем места удара, который находится напротив рабочего конца трещотки.

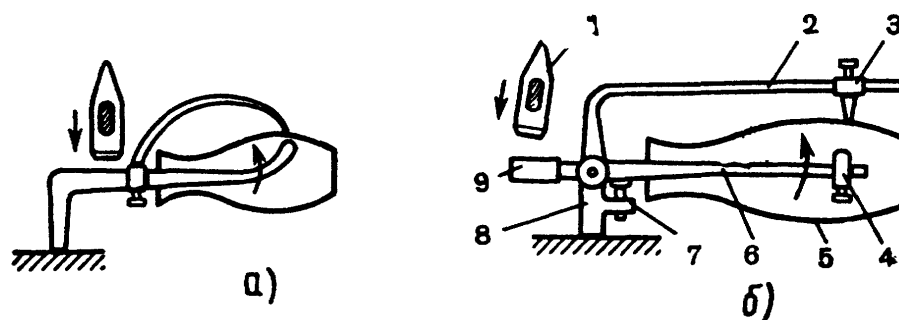


Рис. 141. Приспособления для чеканки изнутри:
a — упругая трещотка; *б* — шарнирная трещотка; 1 — молоток; 2 — линейка;
 3 — указатель; 4 — боек (сменный); 5 — изделие; 6 — штанга; 7 — упор; 8 —
 шарнирная стойка; 9 — площадка для удара

В качестве основы, на которой проводится чеканка, могут быть использованы:

мешки из плотной брезентовой ткани, наполненные песком для предварительной выколотки рельефа;

толстая листовая резина, свинец или войлок — для обработки поверхностей на отдельных участках при мелких работах;

ящики со смесью на основе смолы — для проведения глубокой вытяжки;

стальные, чугунные, каменные или деревянные плиты — для выравнивания фонов и проведения мелких штриховых работ.

Основу изготовляют следующим образом. Смолу загружают в котел и на электрическом нагревателе растапливают (открытый огонь нежелателен, так как смола может загореться), затем добавляют наполнитель — мелкую сухую землю, формовочную смесь, золу и т. п. Для большей вязкости в смолу можно добавить 5—10 % воска, а для большей клейкости и прочности — канифоли. Готовую смесь переливают в ящик и выравнивают скребками.

Процесс чеканки начинается с насмолки подготовленного листа на поверхность смеси. Для этого горелкой или паяльной лампой разогревается поверхность смеси в ящике, на него накладывается лист и плотно прижимается. Края листа (или уголки) можно предварительно отогнуть вниз, чтобы было более плотное прилипание всего листа.

На подготовленный лист наносят тонкий слой белил или меловой смеси и через копировальную бумагу переводят заготовленный рисунок и покрывают его для закрепления прозрачным нитролаком. Для большей на-

дежности контур рисунка пробивается канфарником, а затем обводится расходником.

Следующая операция — выравнивание фона вокруг рисунка при помощи лощатников. Рисунок после этого начинает возвышаться над фоном и ясно определяется.

По мере нагартовки или упрочнения листа его необходимо отжигать, для чего его нагревают паяльной лампой и снимают (клещами) с ящика. В процессе нагрева листа сгорают остатки смолы, а металл листа отпускается и вновь приобретает вязкость и пластичность.

Выколотка — подъем рельефа проводится с обратной стороны на резине или мешке с песком, для чего применяют различные чеканы (в зависимости от рисунка) или используют сферический конец чеканочного молотка. Отдельные участки рельефа для большей четкости выколачивают на деревянной доске или на листовом свинце. После выколотки рельефа и выравнивания фона лист снова отжигают, очищают и готовят к вторичной насмолке. Для чего предварительно всю полость рельефа заполняют расплавленной смесью и после затвердевания заготовку насмаливают на ящик. Если в процессе насмолки на лицевую поверхность попала смола, то ее легко снять тряпочкой, смоченной в керосине.

Окончательная проработка рельефа (с лицевой стороны) заключается в детальной прочеканке всех элементов общей композиции и отделки фактуры всех поверхностей путем сочетания гладких, шероховатых и штриховых чеканов.

Наиболее сложная работа — чеканка объемных форм на чашах, кубках, братинах, кумганах и других подобных предметах.

Если не удастся поднять рельеф изнутри при помощи молотка и чеканов, то пользуются «трещотками» (см. рис. 141). Затем проводят отжиг, заливают сосуд смоляной смесью и начинают вести чеканку с лицевой стороны.

В процессе изготовления изделия может быть несколько пересмолок для чеканки как с внутренней стороны, так и с наружной. Образцами высокохудожественной чеканки могут служить изделия русских мастеров, которые демонстрируются в Оружейной палате, в Государственном историческом музее, а также во многих музеях нашей страны.

Штамповка листовых художественных изделий — стадия в развитии чеканочных операций.

Процесс штамповки может осуществляться при помощи твердых (металлических или каменных) штампов, твердой матрицы и эластичного пуансона, эластичной матрицы и твердого пуансона.

Штамповка эластичным инструментом — древнейшая технологическая операция. Первые штампованные изделия, по мнению археологов, получили в IV—VII вв. до нашей эры, когда скифы применили штампы для изготовления декоративных бляшек из серебра и золота для украшения одежды и сбруи коня.

Нижняя часть штампа (матрица) изготовлялась из камня или отливалась из меди или ее сплавов, а верхняя (пуансон) — представляла собой свинцовый цилиндр, обтянутый железным кольцом, или пакет из кожи, т. е. эластичный пуансон (рис. 142, а).

Тонкий лист из золота, серебра, меди накладывался на матрицу (рис. 142, б) и на него устанавливался эластичный пуансон, по которому наносился сильный удар деревянным молотком. Пуансон деформировался и выдавливал рисунок на заготовке. Изделие снималось, укладывалась новая листовая заготовка и процесс повторялся. Так на одном комплекте инструмента можно было получить несколько сотен одинаковых бляшек. Большое число скифских штампованных золотых бляшек хранится в золотом фонде Эрмитажа.

Академик Б. А. Рыбаков в книге «Ремесло древней Руси» отмечает, что штамповка широко применялась и в Киевской Руси в IX—XI вв. В фондах Казанского краеведческого музея хранится большое число блях, изготовленных Волжскими Болгарами в XII—XIV вв.

На территории древней Руси матрицы для штамповки золотых и серебряных бляшек найдены в Райковецком городище, Княжей Горе, в Сахновке и в Суздальской земле.

Разновидность штамповки с эластичным инструментом — басменное тиснение, которое было известно еще в домонгольский период и широко применялось наряду с чеканкой в г. Новгороде Великом. Наивысшего расцвета техника басмы достигла в конце XVI начале XVII в.

Для тиснения басмы (рис. 143) делают металлические, каменные или деревянные доски (матрицы) с рельефом на одной стороне высотой 2—5 мм. Металлические матрицы изготовляют методом литья из медных

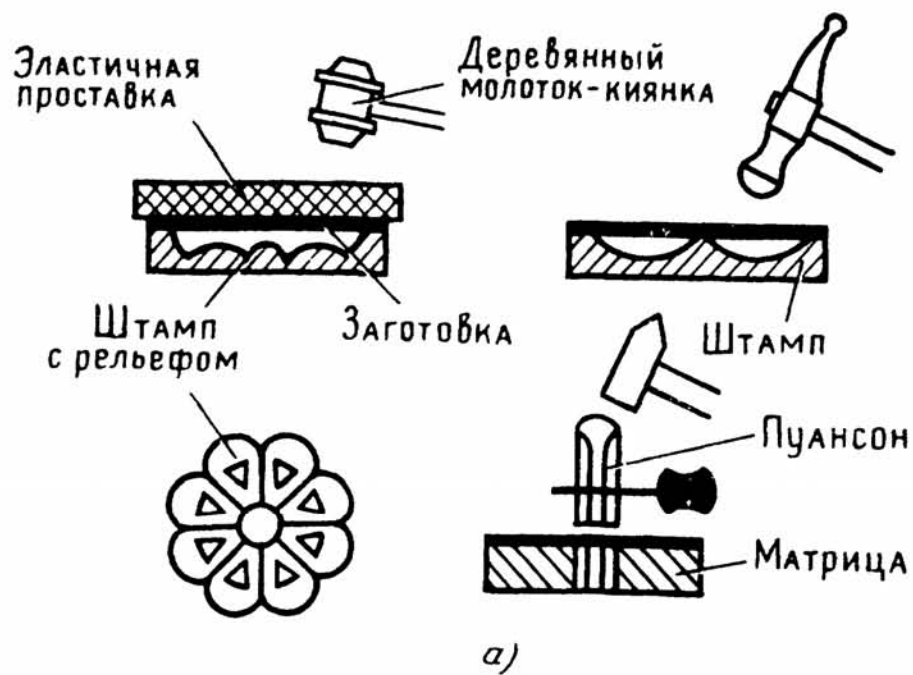


Рис. 142. Листовая штамповка эластичным элементом а-технология, б-штамп



Рис. 143. Басменная доска

сплавов, а затем рельеф тщательно обрабатывают различными чеканами и резцами. Толщина матричных досок обычно составляет 10—12 мм. На деревянных и каменных матричных досках рельеф получают резьбой с помощью различных зубильцев, штихилей, вращающихся бор, сверл и шлифовальных кругов. Затем рельеф тщательно обрабатывают шлифовальной шкуркой и полируют.

Процесс тиснения басмы заключается в следующем: на матрицу накладывают листовой хорошо отоженный материал толщиной 0,2—0,5 мм, сверху кладут лист свинца или листовую резину и наносят удары деревянным молотком (или сжимают этот «слоеный пирог» на винтовом прессе или в мощных тисках). После тиснения заготовку с рельефом снимают и тонкими чеканами дорабатывают рельеф, подправляют углы, образуют и подготавливают к дальнейшей сборке. В древнерусском искусстве басмой украшали переплеты книг, отделявали сундучки и ларцы.

Художественная ковка и технология изготовления изделий. По археологическим данным, первыми коваными изделиями из самородных цветных металлов, относящихся к VIII тысячелетию до н. э., были различные украшения — бусы, кольца, браслеты.

Первыми изделиями из железа были также женские украшения и ценились они дороже золота. Образцы этих изделий были найдены при раскопках древних захоронений на территориях Египта, Сирии и Ирана.

Мастера художественнойковки не только отлично знали технологиюковки, но и обладали большим художественным вкусом. Созданные ими ограды и решетки не терялись на любом фоне, были выразительны в любом архитектурном окружении и производили впечатление вблизи и на расстоянии. Красота этих решеток заключалась в соразмерном сочетании художественных элементов и их ритмичности.

В Московской Руси в XVII в. в силу высокой стоимости металла железные кованные решетки имели очень ограниченное применение. В это время была изготовлена «Золотая решетка» для Кремлевских палат, которая состояла из повторяющихся в каждом квадрате извивов по кругу стержней с различными завитками.

Наибольшего расцвета в России техника художественнойковки достигает в XVIII и начале XIX в. в период небывалых по размаху градостроительных и усадеб-

ных работ. В начале XVIII в. в архитектуре господствуют строгие формы, а начиная с 30—50-х годов XVIII в. — стиль русского барокко. Рисунок решеток богато насыщен декоративными элементами с различными завитками и спиралями.

К этому периоду относятся знаменитые на весь мир кованые решетки г. Ленинграда, над которыми работали такие великие зодчие, как Растрелли, Фельтен, Ринальди, Кваренги, Воронихин, Росси, Стасов и др. Мы можем восхищаться красотой и величайшим мастерством русских кузнецов-художников по дошедшим до нас таким выдающимся произведениям, как «Главные ворота Екатерининского дворца» и «Прозрачная решетка» в г. Пушкино; решетки Летнего сада и Зимней канавки, ограды Мраморного и Воронцовского дворцов, ворот Зимнего и Шереметьевского дворцов и Смольного собора.

Тульские кузнецы-оружейники отковали решетку Летнего сада (рис. 144) и выполняли заказы для Царского села. Решетки и Парадные ворота Екатерининского дворца были собраны из сотен деталей. Каждая деталь расписана тончайшим узором, на бронзовых частях выгравированы стилизованные веточки и розетки различных очертаний. Все они играют, переливаются золотом чеканки.

Узоры из кованого металла украшают архитектурные ансамбли, фасады и интерьеры зданий.

Решетки балконов, перила лестниц и мостиков, ажурные фонарные столбы с вазами и коваными цветами украшают второй этаж центральной линии ГУМа (рис. 145).

Среди наружных украшений зданий и шатровых башен большое место занимают кованые флюгера и навершия. Шатер царской башни Кремлевской стены венчает кованый позолоченный куст со стилизованными птицами, аналогичное навершие (рис. 146) было установлено на Варваровской башне Китайгородской стены (сейчас находится в экспозиции Государственного исторического музея).

На верхушках шатровых башенок храма Василия Блаженного установлены позолоченные навершия в виде стилизованных елочек, а на ряде башен Московского Кремля — вращаются золоченые флажки — прапоры.

Замечательная коллекция светцов представлена в собраниях Исторического, декоративно-прикладных му-

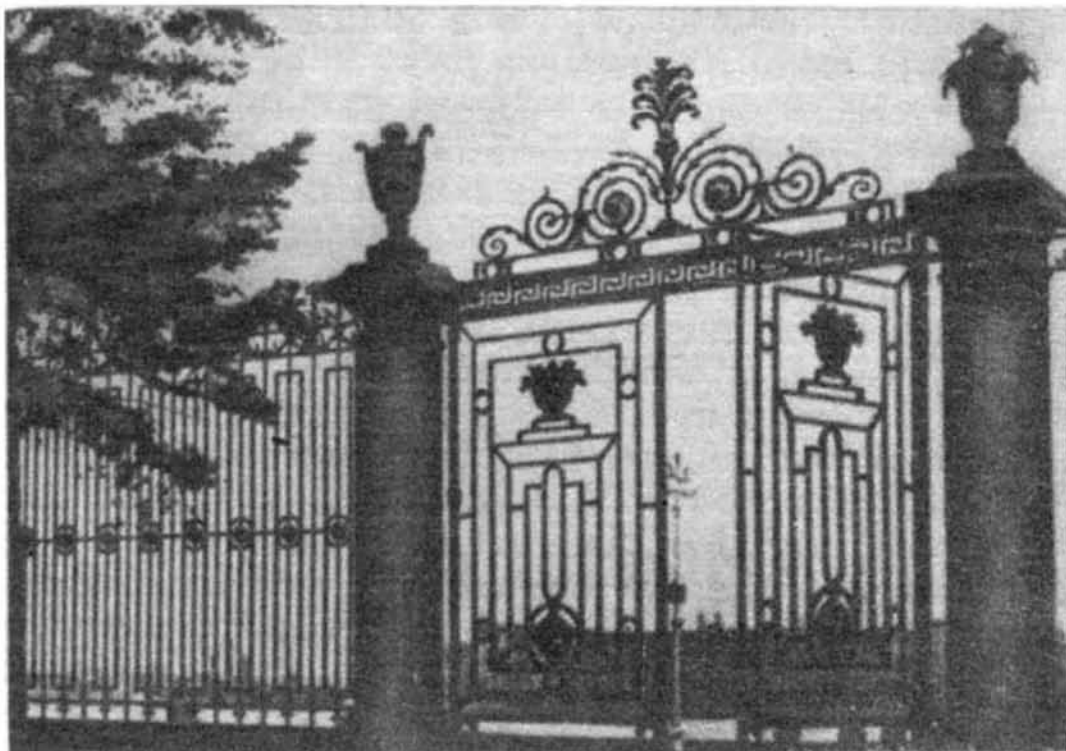


Рис 144 Решетка Летнего сада

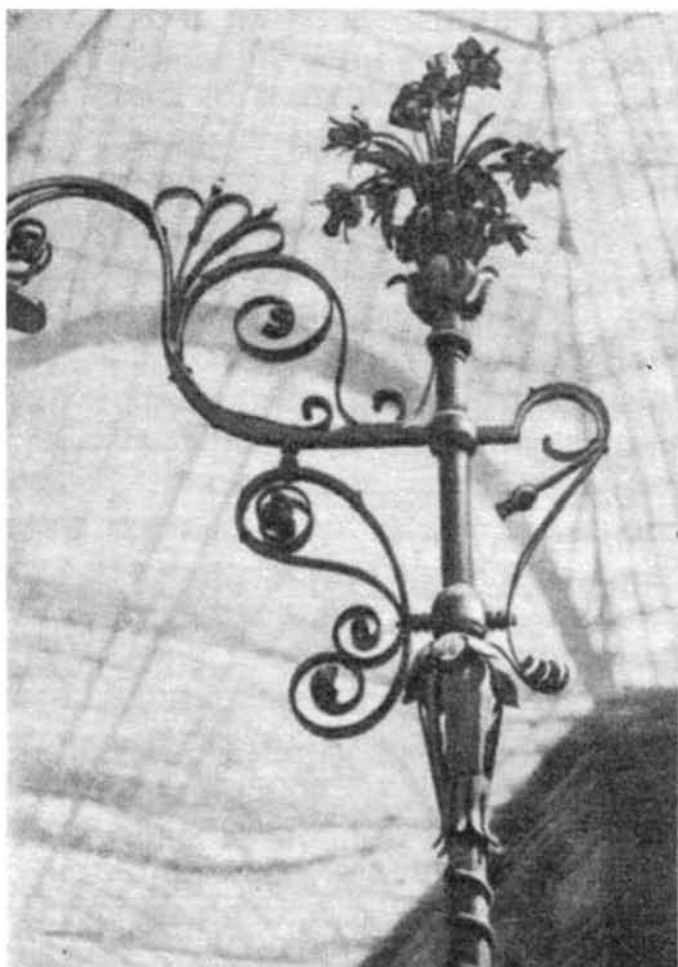


Рис 145 Фонарный столб с вазой и коваными цветами

Рис. 146. Кованый флюгер
(XVII в)

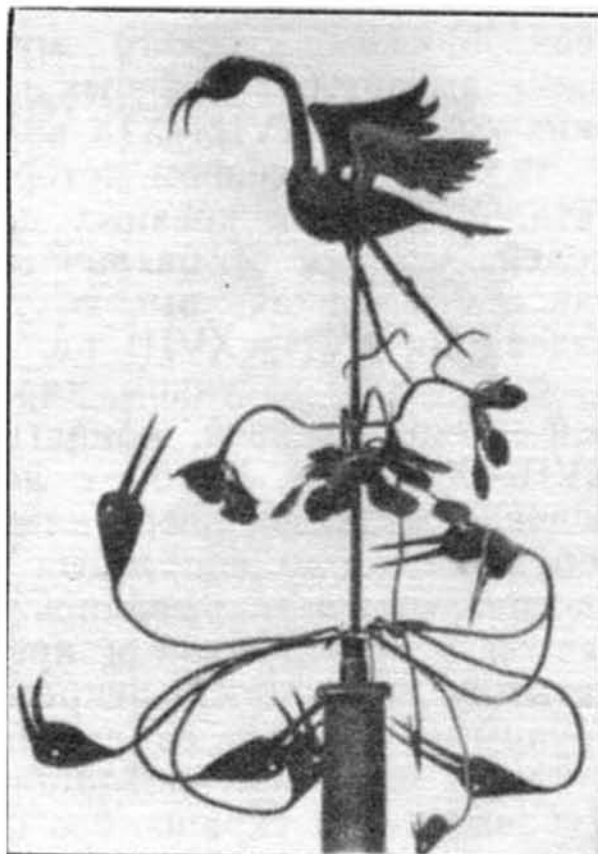
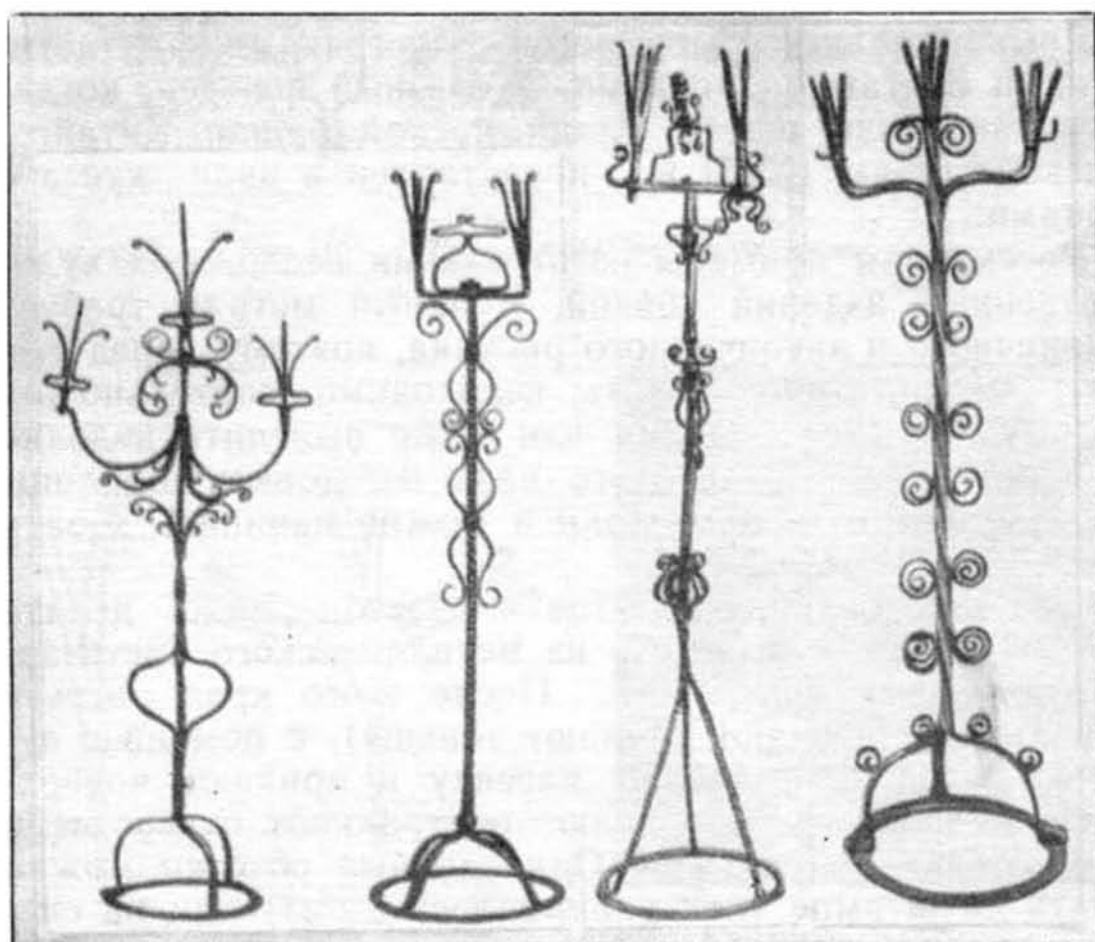


Рис. 147. Светцы XVII—
XVIII вв.



зеев Москвы, Русского музея в Ленинграде, которая рассказывает о различных направлениях и вкусах русских кузнецов XVII—XIX вв. (рис. 147).

В Государственном историческом музее собрана богатая коллекция кованных декоративно-прикладных изделий, начиная от различных предметов сельского хозяйства и кончая высокохудожественными коваными изделиями XVII—XVIII вв. Мы видим оконную решетку с ячеистым рисунком, характерным для решеток дверей и окон церквей, монастырей и каменных домов XVII—XVIII вв. Рядом с легкой и ажурной решеткой кованая железная дверь кажется массивной и тяжелой, собрана она из квадратных железных кованных листов-«досок», стыки закрывались железными полосами с насечкой и гравировкой и крепились гранеными «городчатыми» гвоздями. Перекрещивание полос закрывалось крупными цветами со стрелкой. Такие кованные двери служили одновременно защитой и украшением здания. Дубовые двери украшались при помощи петель — жиковин, дверных ручек и секирных замков с прорезными узорами, под которые подкладывалась слюда на алом или зеленом фоне. Особенно замысловаты по рисунку были различные кронштейны и державы XVIII в., которые выковывались в виде веток с листочками, фантастическими цветами и ягодами. Железный флюгер, когда-то украшавший шатер Владимирской башни Китайгородской стены (XVII в.), представлен в виде куста с птицами.

Рассмотрим примеры изготовления несложных художественных изделий ковкой. Кованый металл требует лаконичного и законченного рисунка, поэтому перед тем как начать что-либо ковать, необходимо тщательно отработать рисунок изделия или даже вылепить изделие из пластилина. После этого надо изготовить шаблоны всех элементов из проволоки и можно начинать ковать отдельные элементы.

Для изготовления цветов и розеток надо делать раскрой, а затем вырезать из металлического листа заданную форму (рис. 148). После этого края листьев несколько оттягивают (делают тоньше), с помощью зубильца и оправок делают насечку и придают поверхности волнистость, пробивают центральное отверстие и собирают их на стержне. Однослойные розетки можно делать на штампе (как указывалось выше) или на специальных оправках. Акантовые листья и завитки изго-

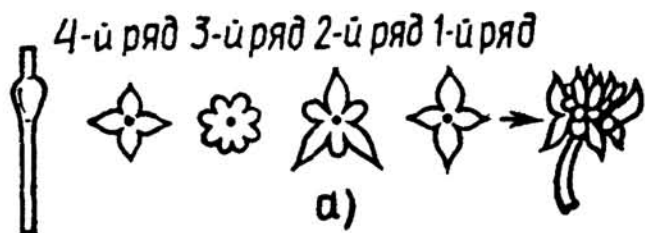


Рис. 148. Технология изготовления цветов (а) и готовое изделие (б)



Рис. 149. Изготовление акантовых листьев

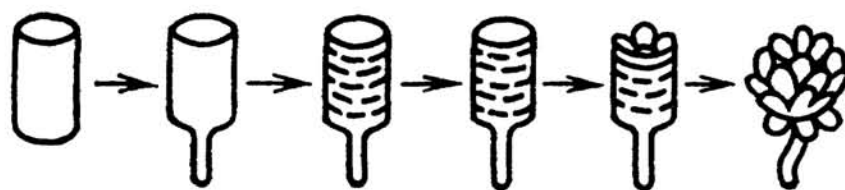


Рис. 150. Ковка цельнокованных цветов

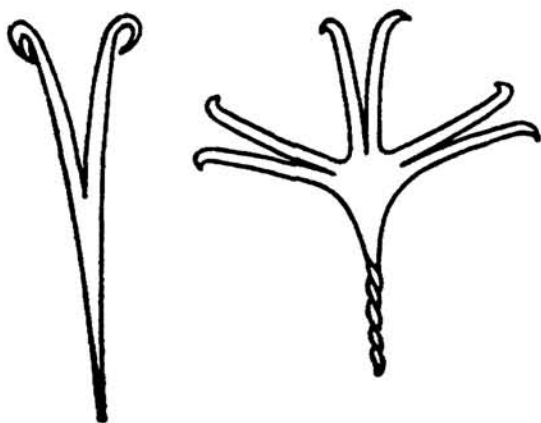


Рис. 151. Светцы втычные



Рис. 152. Светец с корытцем

товляют по аналогичной технологии: делается развертка изделия (рис. 149), вырезается по контуру, затем с помощью специальных молотков и оправок придается заданная форма. Соединяют эти листья с основным стержнем заклепками или кузнечной сваркой. Оформление цельнокованых цветов требует высокой кузнечной квалификации и большого опыта (рис. 150). Вначале от заготовки диаметром 50—60 мм оттягивают тонкий конец — клещевину (диаметром 12—14 мм) для удобного держания клещами, после чего на цилиндрической части большого диаметра делают кольцевые прорубки (рис. 150), а затем последовательно, начиная с верхнего круга вырубает контур цветка, проковывают лепестки и сгибают их по заданной форме. Затем приступают к проработке следующего ряда лепестков.

Наибольшую выдумку и фантазию проявили мастера при ковке светцов — первых осветительных приборов. Первые светцы обычно делали из старых подков: оттягивались, т. е. заострялись концы ветвей подковы и светец готов. Забивали его в деревянную стену, в скобу вставлялась лучина. Более красивыми были светцы, выкованные в виде небольших веточек с завитками и закрученным вдоль оси стержнем (рис. 151), которые вбивались в стену или в специальную подставку. Часто подставки светцов делались за одно целое с корытцем, в которое наливалась вода для тушения огарков (рис. 152). Позднее деревянные стойки делали резными, в виде башен и в их навершие вбивались металлические светцы.

Цельнокованные металлические светцы начинают широко входить в быт с конца XVIII в., в период интенсивного развития железоделательной промышленности в России. Эти светцы были изящнее своих предшественников, выглядели более легкими и нарядными.

При ковке светцов использовались многие технологические приемы, начиная от гибки и кончая кузнечной сваркой. Центральный, основной стержень имел обычно осевую скрутку, снизу он разрубался на три или четыре части, которые отгибались, а затем крепились заклепками к массивному кольцу — основанию. Кроме этого, стержень часто украшался различными завитками, или змейками, которые приклепывались к нему. Основное внимание уделяли кузнецы «навершию» или «голове» светца, т. е. верхней части, в которую вставлялись лучины. Сами расщелины выполнялись в виде завитков, лу-

чей с шишечками или с сережками, которые при легком сотрясении качались, звеня и поблескивая, в отраженном свете пламени лучины.

Постепенно восковые свечи вытесняют лучину и расщепы заменяются «чашечками с блюдечками», а светцы превращаются в подсвечники, которые устанавливаются на столы или на пол, подвешиваются на стены и потолки. Основными декоративными элементами подсвечников остаются завитки, витые стержни, различные спирали, стилизованные цветы и розетки (рис. 153). Втулки для свеч изготавливали путем неполной пробивки и раздачи на специальных конических оправках или на круглом роге наковальни. Более простой способковки втулки заключался в раздаче материала и сворачивании его во втулку.

Например, для изготовления трехрожкового подсвечника (рис. 154) необходимо изготовить три гнутых кронштейна для основания, два кронштейна для свечей, три тарелочки, отковать и скрутить центральный стержень. Тарелочки делают из листового материала путем вырубки и вытяжки. Собирают все детали подсвечника и скрепляют заклепками или кузнечной сваркой.

Очень красиво смотрится вещь, когда центральный стержень имеет структуру из двух или четырех элементов, полученных в результате разрубки стержня вдоль вертикальной оси. Элементы после разрубки разжимают, проковывают, а затем скручивают на небольшой угол. Аналогичный элемент можно получить из нескольких тонких прутков, сваренных по концам. Во время закрутки необходимо ударом молотка несколько осаживать стержень.

Многие кованые изделия можно декорировать стилизованными шишками из витого металла. Завивают такую шишку следующим образом. Вначале оттягивают прут, а затем сворачивают (рис. 155). Затем две свитые фигуры совмещают и после очередного нагрева вся шишка при помощи оправок, молотка и зубила растягивается на определенную длину. Окончательная отделка всего изделия проводится на большой гладкой плите. При помощи гладилок выравнивают различные шероховатости, исправляют искривления стержня, зачищают места соединений, подправляют завитки и розетки.

Кронштейны, на которых подвешивались люстры и паникадила, выполнялись в виде спиралеобразных веточек с листочками и цветами (рис. 156). Довольно

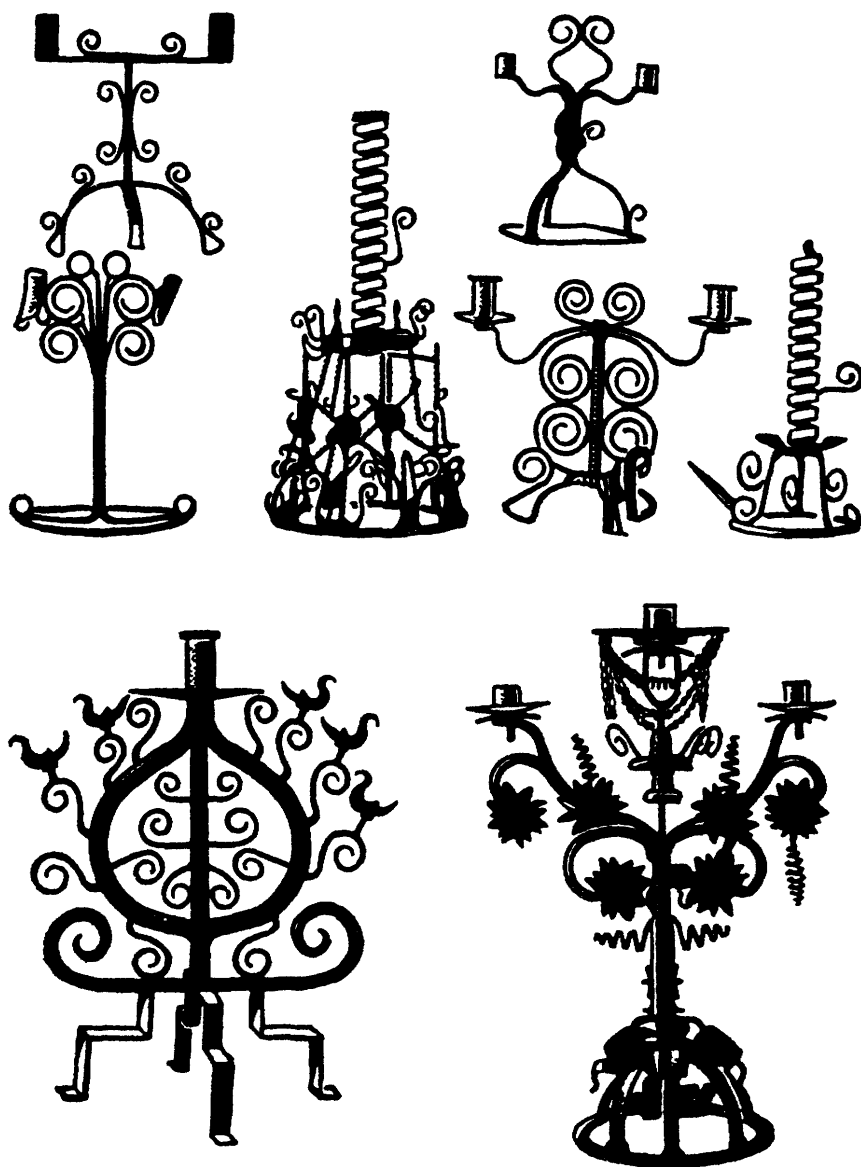


Рис. 153. Кованые подсвечники XVIII—XIX вв.

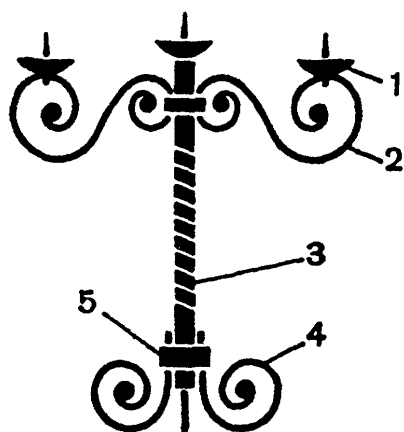


Рис. 154. Трехрожковый подсвечник:
1 — тарелочка; 2 — волюта; 3 — витой стержень;
4 — завитки; 5 — кольца-перехваты

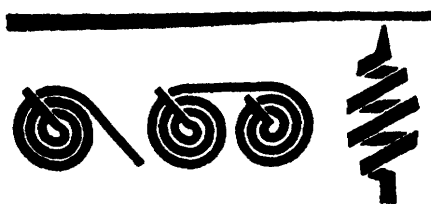


Рис. 155. Изготовление стилизованной шишки

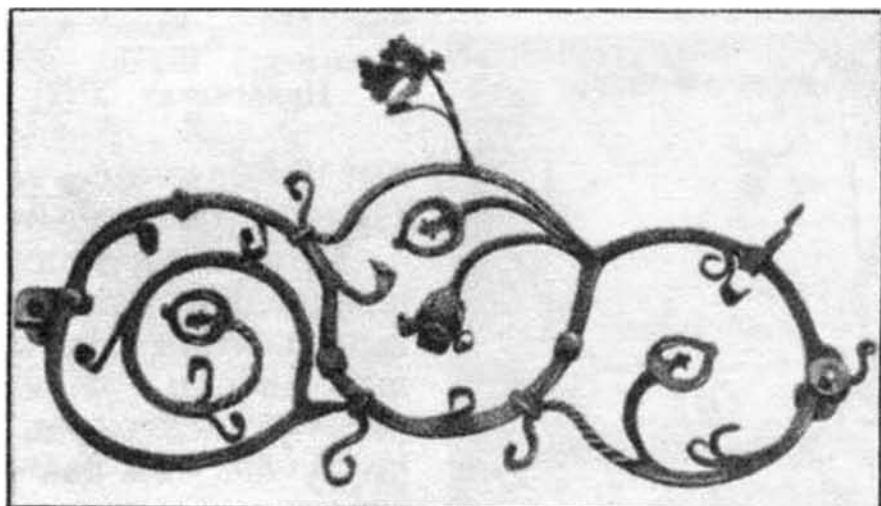


Рис. 156. Кованый
кронштейн XVI в.



Рис. 157. Фрагмент о-
грады «Птица, клюющая
ягоду»



Рис. 158. Звено цепи

часто в кованом рисунке встречаются фрагменты, характерные для вышивки, керамики или резьбы по дереву: различные коньки, уточки или «птица, клюющая ягоду» (рис. 157). Необходимо отметить, что даже цепи для подвески люстр несли на себе элемент декоративности. На рис. 158 показано завершающее звено цепи — фигур-



Рис. 159. Кованая дверь (фрагмент) церкви Троицы в Никитниках XVII в.

ные S-образные элементы поддерживают птицу.

Особое внимание наши предки уделяли входным воротам или наружным дверям. Их старались украсить как можно лучше, так как считалось, что ворота или дверь — «лицо» дома. Основу кованых дверей составляли толстые кованые склепанные полосы, закрытые «досками» — листовым материалом (рис. 159).

Перекрестие полос для красоты закрывалось стилизованными цветами или розетками. В неко-

торых случаях все накладные элементы на дверях гравировали или украшали орнаментом. Жиковины, ручки-стукалы, замки и «личинки» несли на себе элементы декоративности и украшали ворота и двери и, следовательно, весь дом (рис. 160, а, б). Основу решетчатых дверей также составляла мощная рама, а центральная часть «заполнялась» тонкими параллельными или фигурными стержнями круглого или квадратного сечения. Детали между собой скрепляли заклепками с гранеными шляпками. Стыки и перекрестия закрывали красивыми розетками, коваными цветами и различными завитками (рис. 161).

Внутренние или накладные замки кроме выполнения функционального назначения еще и украшали двери и ворота. Металлический лист, или основа, на которой крепились рабочие элементы замка, имел красивую форму, пружины представляли собой завитки и спирали различных размеров. Многие накладки, в том числе и личинка имели красивые формы и покрывались орнаментом. Большое мастерство проявляли кузнецы при изготовлении ключей. Язычок ключа прорезался различными пазами и отверстиями, а стержень — имел различ-

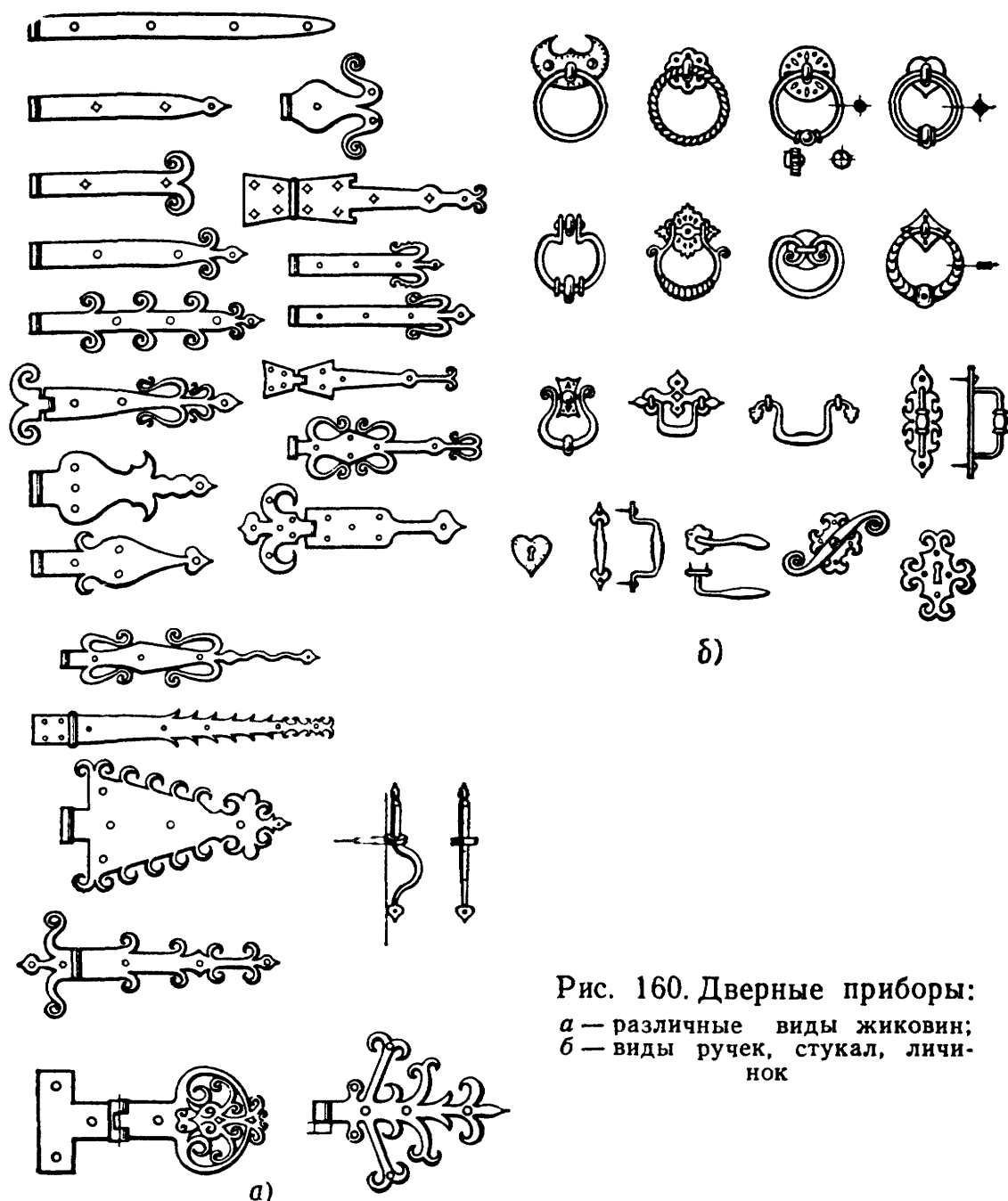


Рис. 160. Дверные приборы:
 а — различные виды жжковин;
 б — виды ручек, стукал, личи-
 нок

ные утолщения и гравировку, но наибольшую декоративность имела «головка».

Вместо обычных петель, двери имели красивые жжковины разнообразной формы и рисунка в зависимости от фантазии и квалификации кузнеца. В большинстве случаев жжковины заканчивались «червонками». Очень часто поверхность жжковин украшалась орнаментом. Оси «подставов» или петель также несли элементы декоративности — наверху осей выковывалось в виде шишечки или пламени свечи, а опорный нижний конец стержня расковывался в фигурную лапку, в которой пробивалось отверстие для гвоздя.

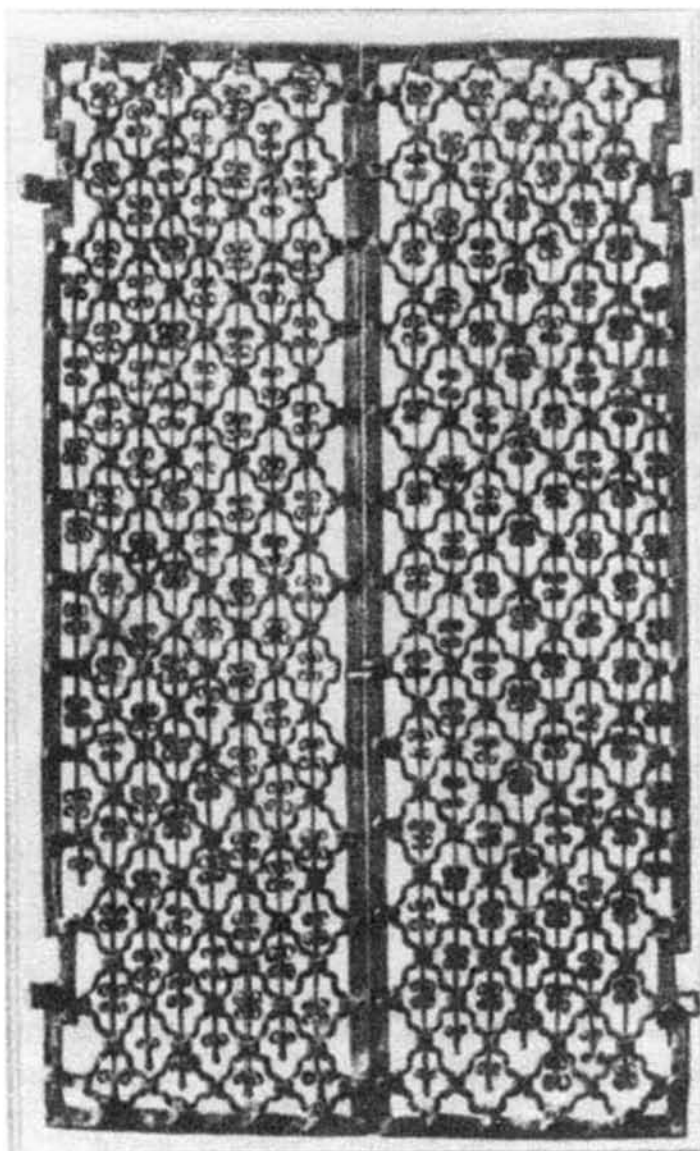


Рис. 161. Решетчатая
кованая дверь

Большую декоративность придают кованые гвозди, болты и заклепки: их шляпки, в зависимости от общей композиции, делались сферическими, конусными или пирамидальными четырех-, шести- или восьмигранными.

На массивных металлических или дубовых дверях рукоятки-стукалы несли основной элемент декоративности: сами рукоятки имели вид кольца из гладкого или витого металла с «бусиной» внизу. Под бусину ставилась круглая пластина — «подстукальник», а под верхнюю петлю часто подкладывали пластинку из просечного железа. Эти массивные красивые рукоятки использовали для стучания в дверь и поэтому их в старину называли «стукалами». Замочная скважина под рукояткой обычно закрывалась «личинкой» из просечного или орнаментированного листового металла.

Кузнечным орнаментом оформлялись и орудия домашнего быта, как, например, основа сечки выковыва-

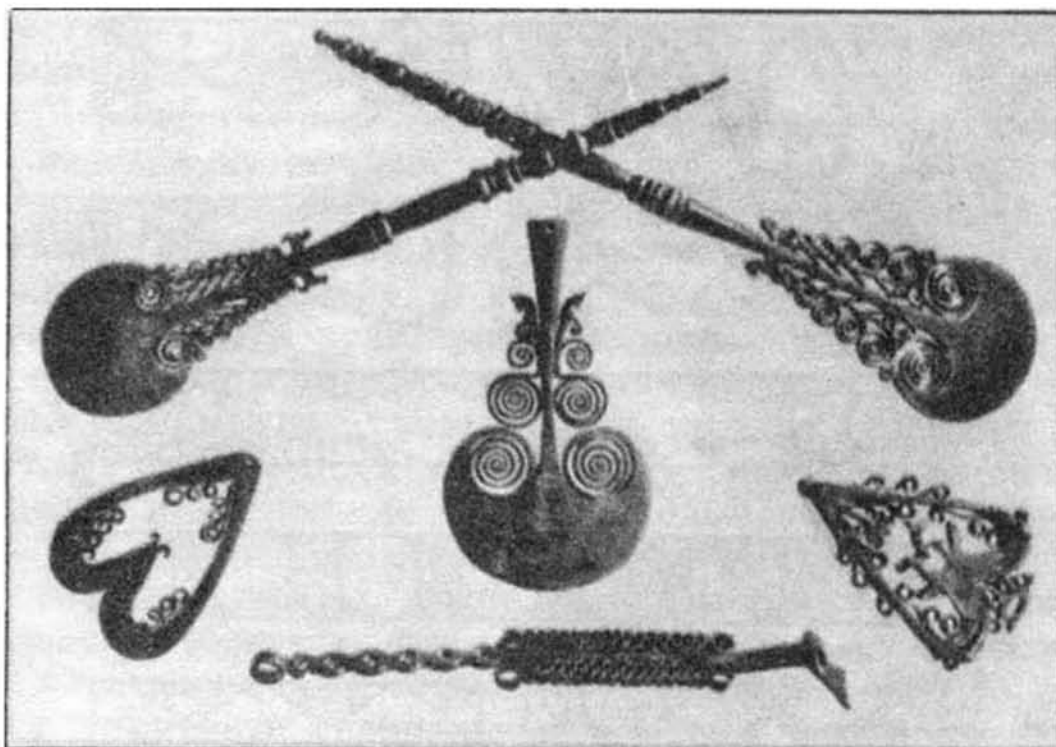


Рис. 162. Кованые изделия

лась из толстого листового материала и имела круглую или эллипсообразную форму режущей части и втулку для ручки. Верхняя часть сечки оформлялась завитками или спиралями (рис. 162), а наиболее нарядные — узором, состоящим из завитков, уменьшающихся по мере подъема вдоль втулки. Деревянные ручки у таких сечек изготавливались фигурными из твердых пород дерева.

С XVIII в. кованый металл начинает применяться при изготовлении мебели, которую украшали различными цветами, завитками и другими элементами.

Как отмечалось выше, практически все кованые предметы имели орнаментацию, поэтому необходимо сказать несколько слов о кузнечных орнаментах. Кузнец в отличие от чеканщика или гравировщика располагает значительно меньшим набором инструмента для орнаментации изделий. Он в основном пользуется своим рабочим инструментом: ручником, гладилками, обжимками, зубилами, пробойниками, а также некоторыми инструментами чеканщика и слесаря. Орнамент может наноситься как на горячую заготовку, так и на холодную. В первом случае орнамент получается объемным, глубоким; во втором — плоскостным, поверхностным (рис. 163).

При помощи ручника кузнец на подготовленной поверхности наносит «огранку», т. е. специальные грани.

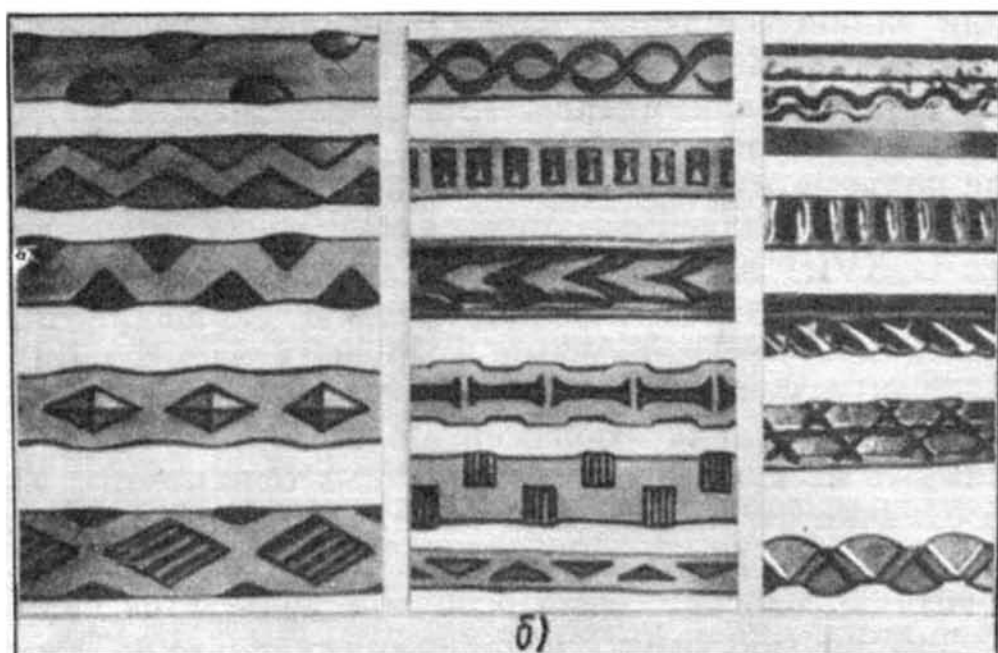
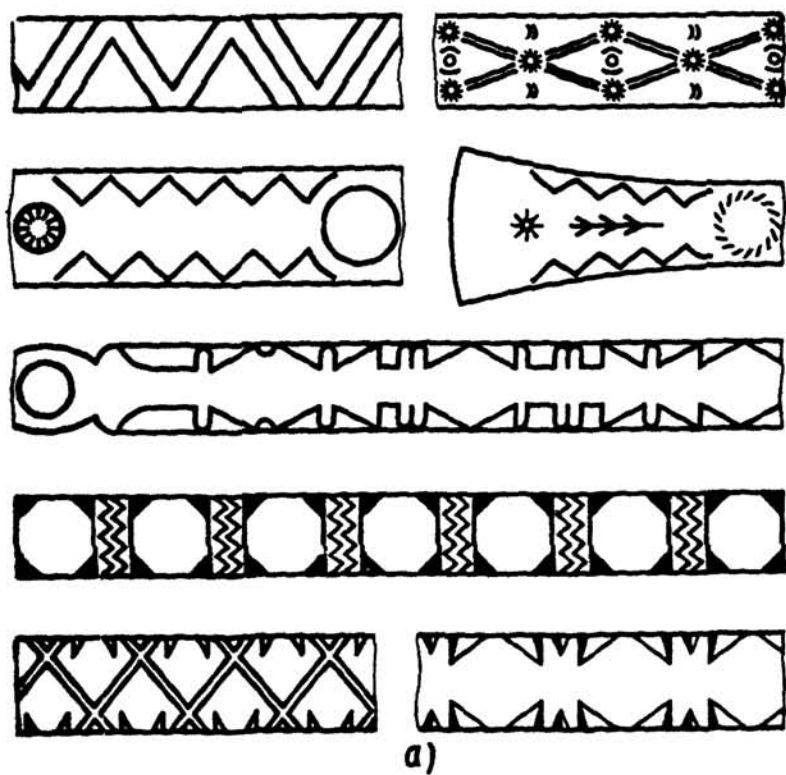


Рис. 163. Кузнечные орнаменты:
 а — штриховой плоскостной орнамент; б — объемный орнамент

Эти грани при различном освещении как бы «играют» и повышают общую декоративность изделия.

Штриховой орнамент или рисунок (насечку) наносят на изделие кузнечным зубилом, при этом для насечки прямых линий пользуются зубилом с прямолинейным лезвием. Если режущая кромка зубила несколько притуплена, то линии будут иметь более мягкие очертания. Сочетая работу зубилами, имеющими различную кривизну лезвия, можно создавать довольно сложные и красивые орнаменты типа цветов, розеток, кружков, волют и т. п. В ряде случаев насечку наносят на элементы изделия и в процессековки: отковывают листочек, затем на его поверхности насекают зубилом различные прожилки и только после этого придают листу натуральную изогнутую форму. Если же насечку необходимо нанести на уже готовое, объемное изделие, то следует применять специальные оправки, чтобы не изменить заданную форму.

Различные точки, углубления (круглые, квадратные, пирамидальные) наносят на откованную поверхность пробойником со специально заточенной поверхностью рабочей части. Кроме этих инструментов кузнецы при орнаментации применяют различные чеканы, пуансоны и другие мелкие инструменты в зависимости от наносимого рисунка.

«Набивка» — нанесение на поверхность углублений, канавок различных геометрических форм. Кузнецы при набивке обычно используют подкладной инструмент: гладилки, протяжки, пробойники, притупленные зубила.

При помощи гладилок можно получить местные треугольные углубления; протяжек — волнистую поверхность; пробойника с различным сечением рабочей части — круглые, квадратные или граненые и конические прямоугольные углубления и декоративные отверстия. Притупленные зубила дают возможность получать различные бороздки и углубления.

Кроме этого при орнаментации изделий можно пользоваться и специальным инструментом: пуансонами, чеканами, молотками со специальными рабочими поверхностями — бучарами.

ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ

Термическая обработка кузнечных изделий. Свойства материала зависят от его структуры (внутреннего строения), а изменить их можно только путем термической обработки, которая включает в себя нагрев, выдержку и охлаждение. Различают четыре основных вида термической обработки: отжиг, нормализацию, закалку и отпуск.

Отжиг предназначен для снятия внутренних напряжений, повышения пластичности и вязкости материала и снижения его твердости. Отжиг осуществляют путем нагрева материала до температуры фазовых превращений, с последующим медленным охлаждением. Различают два типа отжига.

Полный отжиг состоит в нагреве сталей до температуры выше линии A_3 на $30—50^\circ\text{C}$ (рис. 164), выдержки при этой температуре до полного прогрева заготовки и медленном охлаждении вместе с печью.

Неполный отжиг состоит в нагреве поковок до температуры $A_1 + (20 \div 40^\circ\text{C})$ и охлаждении вместе с печью.

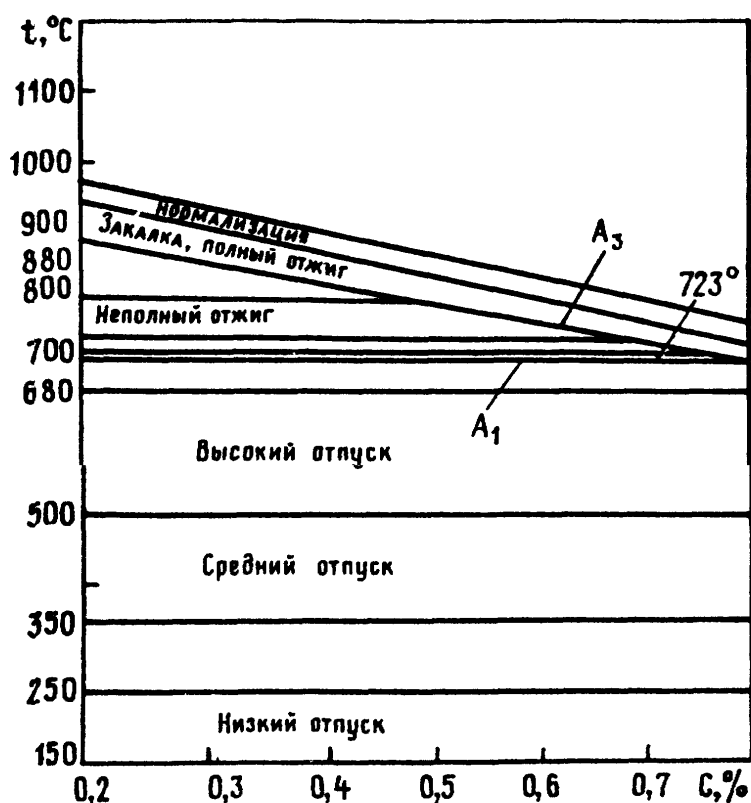
Отжиг применяют для сталей с высоким содержанием углерода и легирующих элементов.

В практической деятельности при холодной обработке металла (чеканке, волочении, дифовке и т. п.) необходимо проводить рекристаллизационный отжиг для устранения наклепа. Для холоднокатаных листов из углеродистой стали отжиг проводят при температуре $680—700^\circ\text{C}$, для холодноотянутых прутков и проволоки из легированных сталей — при $700—730^\circ\text{C}$. Время выдержки 25—30 мин.

Нормализация предназначена для снятия внутренних напряжений, полученных в результате обработки и улучшения структуры. Деталь нагревают на $30—50^\circ$ выше линии A_3 и охлаждают на воздухе.

От полного отжига нормализация отличается скоростью охлаждения. Твердость и прочность металла выше, чем после отжига.

Рис. 164. Участок диаграммы железо — углерод (Fe—C)



Закалка предназначена для повышения твердости и прочности детали. Температура нагрева стали при закалке должна быть так же, как и при полном отжиге, выше линии A_3 на $30—70^\circ\text{C}$.

Время нагрева зависит от размеров детали и теплопроводности стали и обычно определяется экспериментально. Низкоуглеродистые стали (до $0,2\%$ C) практически не закаливаются, т. е. их твердость не повышается.

Скорость охлаждения при закалке зависит от охлаждающей среды и формы изделия. Если при закалке стали 45 в кипящей воде происходит приращение твердости HV только на 15 ед., то при закалке в мыльной воде при температуре 20°C уже на 40 ед., а в воде, насыщенной содой, — на 45 ед.

Закаливаемость — способность стали при закалке принимать высокую твердость.

Под прокаливаемостью понимают глубину проникновения закаленной зоны, т. е. расстояние от поверхности до сырого слоя. Прокаливаемость каждой стали определяется экспериментально. Например, для стали с содержанием углерода $0,8\%$ прокаливаемость составляет $5—6$ мм.

С введением в сталь легирующих элементов закаливаемость и прокаливаемость увеличиваются. Однако

температура нагрева легируемых сталей под закалку по сравнению с углеродистыми сталями выше на 10—20 °С, и следует увеличивать время нагрева.

Различают несколько способов закалки.

Для деталей простой формы закалку проводят в одном охладителе. Нагретую до температуры закалки деталь быстро переносят в охладитель. При этом способе возникают большие термические напряжения, для устранения которых требуется отпуск.

Для деталей более сложной формы часто используют прерывистую закалку в двух средах. Нагретую деталь вначале опускают в воду, а затем для окончательного охлаждения в масло (закалка «через воду в масло»). Этим способом обычно закаливают инструменты из высокоуглеродистых сталей.

Закалку с самоотпуском проводят в одном охладителе и прерывают, когда сердцевина имеет еще значительную температуру. Вследствие этого поверхностные слои снова нагреваются, после чего деталь охлаждают. Этот вид закалки применяют в мелкосерийном производстве при изготовлении инструментов (зубил, плашек, кернов и т. п.).

Часто проводят поверхностную закалку, при которой поверхностный слой становится твердым, а сердцевина остается мягкой. Для этого поверхность детали нагревают до температуры закалки, а затем быстро охлаждают. Нагрев детали осуществляют пламенными горелками или в ваннах с расплавленными металлами или солями.

Пламенную поверхностную закалку применяют для закалки изделий с большой площадью поверхности. Толщина закаленного слоя в этом случае 2—4 мм.

Наиболее равномерный и быстрый нагрев для поверхностной закалки дает нагрев в ваннах с расплавленным металлом или солями. Этим способом пользуются при закалке мелких деталей простой геометрической формы.

При закалке инструментальных сталей используют печи с температурой нагрева 700—800 °С, а для легированных и быстрорежущих сталей — до 1000—1325 °С следующих видов: камерные или пламенные, муфельные и печи-ванны, наполненные расплавами солей или металлом.

Нагрев деталей в солевых растворах происходит в более короткое время, чем в камерных печах, и при

этом точно выдерживается температура нагрева. Так, солевой раствор из хлористого натрия (28 частей) и хлористого калия (72 ч) применяется для нагрева сталей до температуры 540—870°C, а расплав хлористого бария — до температуры 1100—1350°C.

Отпуск — окончательная термическая обработка — применяется для снятия внутренних напряжений в закаленных деталях, повышения вязкости и пластичности, а также уменьшения твердости.

Существуют три вида отпуска: низкотемпературный, среднетемпературный и высокотемпературный.

При низкотемпературном отпуске деталь нагревают до 150—250°C, выдерживают при этой температуре 1—3 ч и охлаждают на воздухе. Этот вид отпуска применяют для инструментальных сталей, в основном после поверхностной закалки. Твердость при этом отпуске практически не снижается.

При среднетемпературном отпуске температура нагрева детали уже повышается до 350—400°C. В этом случае получают изделия сравнительно высокой твердости, хорошей упругости и достаточной вязкости. Среднетемпературному отпуску подвергаются пружины и рессоры.

При высокотемпературном отпуске деталь нагревают до 450—650°C, что существенно повышает ударную вязкость и поверхностную твердость. Поэтому этот отпуск часто называют улучшением и применяют для деталей, работающих при ударных нагрузках.

Для определения температуры при отпуске инструментов в практике часто пользуются цветами побежалости. Очищенное от окалины стальное изделие при нагреве начиная с 210°C образует тонкую пленку оксидов определенного цвета от бледно-желтого до серого (см. приложение 4).

Практически отпуск проводится так: поверхность закаленного инструмента зачищают и кладут его в печь. По мере нагрева на чистой поверхности инструмента появляются цвета побежалости, по которым определяют температуру нагрева. При достижении необходимой температуры деталь вынимают и охлаждают.

Когда требуется высокая твердость только рабочей поверхности, проводят закалку с отпуском следующим образом: нагревают деталь до требуемой температуры, после чего охлаждают только рабочие поверхности. Затем, вынув деталь из воды, быстро зачищают рабочую

поверхность и следят за изменением цветов побежалости. В то время, когда появится определенный цвет, деталь опускают в воду до полного охлаждения.

Чтобы повысить твердость низкоуглеродистых сталей применяют цементацию для насыщения поверхности углеродом.

Наиболее широко распространена газовая цементация, которая впервые была осуществлена известным металлургом П. П. Аносовым на Златоустовском заводе. При газовой цементации деталь нагревают до температуры 930—950 °С в герметичных печах в атмосфере природного газа (92—96 % метана). В этом случае сталь насыщается углеродом до 2 %, глубина слоя зависит от времени выдержки. Обычно скорость цементации составляет 0,1 мм за 1 ч выдержки. Для получения глубины цементации 1—1,5 мм деталь выдерживают 8—12 ч.

Большее распространение получила цементация твердым карбюризатором. Детали помещают в металлический ящик, пересыпают их смесью древесного угля или угля из животных веществ — рогов, копыт, костей (75—85 % объема) с активаторами типа углекислого бария (BaCO_3) или соды (Na_2CO_3). Ящик плотно закрывают, обмазывают огнеупорной глиной и помещают в печь с температурой 900—950 °С. После продолжительной выдержки (12—15 ч) ящик вынимают, охлаждают и извлекают из него детали. Затем все детали подвергают закалке с низким отпуском.

В настоящее время цементацию проводят при помощи пасты, состоящей из смеси сажи (55 %), кальцинированной соды (30 %) и щавелево-кислого натра (15 %), размешанных в воде. Обмазанные детали упаковывают в ящик, который герметизируют и нагревают до 900—920 °С в течение 2—2,5 ч. Этот способ увеличивает производительность, но толщина науглероженного слоя уменьшается до 0,7—0,8 мм. После цементации деталь подвергают закалке с низким отпуском. Это обеспечивает получение высокой твердости на поверхности и мягкой сердцевины.

Художественная отделка кованых изделий. Отделка оружия и предметов — завершающая операция, которая придает изделию законченный товарный вид.

Уже в XI в. кузнецы Киевской Руси владели различными художественными приемами: чеканкой и грави-

ровкой, насечкой и чернением, дамаскированием и инкрустацией, наложением эмалей.

К механическим способам декоративной отделки относят крацевание, шлифование, полирование и др.

Крацевание — обработка изделия металлической щеткой. Для стальных изделий применяются щетки с диаметром стальных проволочек 0,15—0,2 мм, для мягких металлов — 0,1—0,2 мм. Изделия из драгоценных металлов крацуют щетками с латунной проволокой диаметром 0,1 мм. При крацевании изделие можно смачивать слабым раствором поташа (до 3 %), а также пивом и квасом. Для повышения производительности крацевание можно проводить круговыми щетками, закрепив их в патроне ручной дрели.

Шлифование — отделка поверхности путем обработки ее шлифовальными шкурками или абразивными порошками. Для ускорения процесса шлифования можно также применять ручную дрель с приспособлением для закрепления войлочных кругов, на которые столярным клеем наклеивают абразивный материал — корунд, наждак и т. п., а когда он сработается, остатки его удаляют и затем наклеивают новый слой.

Полирование — обработка поверхности до зеркального блеска. Небольшие поверхности полируют кожей, суконными тряпочками, фетровыми или деревянными предметами прямоугольной, круглой или плоской формы, с нанесенными на них мелким абразивным материалом или полировальной пастой. К твердым абразивным материалам относятся корунд, наждак, карбиды кремния и бора, синтетический алмаз разной зернистости. К полировальным пастам относят пасты ГОИ и алмазные пасты, которые также разделяются по зернистости.

Грубая паста ГОИ (крупная) имеет светло-зеленый цвет, и после шлифования ею получается матовая поверхность. Средняя паста ГОИ (зеленый цвет) дает чистую поверхность без штрихов и тонкая паста ГОИ (черного цвета с зеленым оттенком) придает изделию зеркальный блеск.

Алмазные пасты делятся на четыре группы: крупная (красный цвет), средняя (зеленый), мелкая (голубой) и тонкая (желтый).

При полировании мелких изделий из цветных и драгоценных металлов пользуются специальными полировальниками из твердого материала — гематита (красавика), который укрепляется в медной оправке и снаб-

жается деревянной ручкой. Этим полировальником с усилием водят по шлифуемой поверхности и сглаживают неровности. При этом поверхность смачивается раствором соды, мылом или пивом.

Для полирования внутренних поверхностей применяют фетровые насадки в виде шариков и конусных валиков, а труднодоступные места полируют натянутыми нитями, на которые наносится слой пасты. Ускорить процесс полирования можно использованием фетровых или хлопчатобумажных кругов и различных шариков и стержней, укрепленных на шпинделе ручной или электрической дрели или бормашинки.

Химические способы декоративной отделки поверхности состоят в нанесении различных декоративных пленок путем нагрева или обработки изделия различными химическими растворами.

Эти покрытия в ряде случаев выполняют не только декоративные, но и антикоррозийные функции. Для нанесения покрытий изделие тщательно очищают от окалины. Если имеется пескоструйная установка, то снять окалину с изделия дело нетрудное. При отсутствии такой установки, изделие чистят проволочной щеткой, а также молотой пемзой с водой. После просушки деталь готова к дальнейшей обработке.

Оксидирование — покрытие изделия оксидной пленкой при нагреве. В зависимости от температуры нагрева (можно нагревать паяльной лампой) получаются различные цвета побежалости. После того как вся поверхность приобретет одинаковый цвет, ее покрывают слоем пчелиного воска (навощают), а затем тщательно растирают и полируют.

Воронение — покрытие очищенной поверхности изделия различными маслами (льняным, конопляным) и кислотами с последующим медленным прогреванием изделия на огне.

В зависимости от сорта масла, кислоты и степени нагрева поверхность приобретает черный, темно-синий, фиолетовый и другие цвета. Если изделие будет находиться в помещении, то его целесообразно навощить (покрыть слоем воска) и отполировать; а если на улице, то — покрыть цапон-лаком или масляным лаком для наружных покрытий, в который добавлено 20 % воска для устранения блеска. Для получения черно-коричневого цвета, очищенное изделие покрывают натуральной олифой (или другим растительным маслом) и нагрева-

ют до температуры 300—400 °С. Серые тона (светлые и темные) можно получить, если изделие обработать слабым раствором азотной кислоты (1 часть кислоты на 10 частей воды). Синий и синевато-черные тона получают при погружении изделия в кипящий раствор следующего состава: каустическая сода (едкий натр) 700 г, нитрид натрия 250 г и нитрат натрия (натриевая селитра) 200 г на 1 л воды. При погружении в расплавленную натриевую селитру ($t=310\div 350^\circ\text{C}$) на 3—5 мин получают прочную пленку синеватого цвета.

Окрашивание изделий из меди и латуни. Медные кованые вещи можно окрасить в *черный цвет* путем опускания их в раствор с 12—15 г серной печени и 15 г аммиака на 1 л воды. Приготовить серную печень можно так: смешать поташ и серу в отношении 2:1, расплавить на сковороде при постоянном помешивании в течение 20 мин (лучше на электроплитке), вылить на чугунную или керамическую досочку, дать остыть и затем растолочь. Хранить в стеклянной банке с притертой пробкой.

Цвет меди от *красно-бурого* до *темно-бурого* получают в растворе с 2—3 частями серной печени в 1 л воды. При этом чем слабее раствор, тем светлее окраска. Изделия обрабатывают приготовленными растворами, сушат и зачищают латунной щеткой.

Цвет «старой меди» получают путем смачивания изделия в растворе «для чернения», а затем чистят порошком пемзы до желаемого цвета.

Цвет *медной зелени* получают обрабатывая раствором: 120 г тиосульфата натрия и 40 г уксусно-кислого свинца, растворенных в 1 л воды. Раствор нагревают до 60 °С и наблюдают за изменением цвета. В зависимости от времени выдержки получают оттенки от зелено-голубого до серовато-белого.

Коричневый цвет различных тонов можно получить при погружении (или покрытии) нагретого изделия в раствор сернистого аммония (20—25 г сернистого аммония на 1 л воды). В зависимости от температуры предварительного нагрева изделия изменяется тон цвета. Чем температура выше, тем тон темнее.

Темно-бурый цвет поверхности изделия получают в растворе: 30 г сульфата меди, 15 г хлората калия, 10 г перманганата калия на 15 л воды. Раствор нагревают до 100 °С и погруженное изделие слегка трут тампоном.

Цвета от желто-оранжевого до синего можно полу-

чить, обработав изделия из латуни в смеси растворов: 130 г гипосульфата натрия на 1 л воды (первый раствор) и 35 г азотнокислого свинца в 1 л горячей воды (второй раствор). Затем оба раствора сливаются вместе.

Протравленный в азотной кислоте и промытый в воде предмет погружают в нагретую до 80° смесь растворов. При получении желаемого цвета, изделие быстро вынимают из раствора, промывают, просушивают и покрывают бесцветным лаком для закрепления полученной цветной пленки.

Серые и черные цвета получаются при наложении (щеткой или кистью) хлористой сурьмы на готовое изделие. В зависимости от концентрации раствора и времени обработки достигают различных тонов черного цвета. Получив нужный тон, изделие промывают и просушивают.

Более простой способ обработки изделий из меди и латуни — травление поверхности крепкой азотной кислотой. При этом способе необходимо соблюдать особую осторожность и обрабатывать поверхность в хорошо проветриваемом помещении или на улице. На подготовленную поверхность наносят при помощи стержня с ватным тампоном крепкую (или разведенную водой) азотную кислоту, после чего начинается бурная реакция с выделением газов, и поверхность начинает постепенно зеленеть, а потом чернеть. Для получения темных тонов изделие (после прекращения реакции) нагревают и процесс повторяют. Затем изделие охлаждают, промывают в горячей проточной воде и высушивают, изделие окончательно шлифуют и полируют.

Изделия из алюминия, как и из других цветных металлов, можно обрабатывать просто копотью от керосиновой горелки или от горящей бересты, а затем протирая тампоном, смоченным в керосине, те места, в которых необходима пониженная плотность потемнения, создают необходимый колорит всего изделия.

Темно-серый цвет алюминия получают при обработке поверхности раствором соляной кислоты с небольшим добавлением раствора медного купороса и серной кислоты (3—5 %). Цвет изделия зависит от концентрации раствора и марки алюминия.

Отделку изделий из серебра под *«старое серебро»* проводят раствором серной печени из расчета 10—20 г на 1 л воды.

Реакция протекает быстрее и качественнее, если раствор будет свежим и слегка подогретым, а изделие перед погружением нагрето.

К химическим способам можно еще отнести *серебрение* и *меднение*.

Для меднения стальных изделий их опускают в раствор, состоящий из 50 г сернистого оксида меди и 50 г концентрированной серной кислоты на 1 л воды.

После омеднения предмет споласкивают водой и сушат.

Электрохимические (гальванические) способы отделки поверхностей состоят в покрытии поверхности одного металла другим вследствие его осаждения из растворов солей под действием электрического тока, однако эти способы довольно сложны и используются в основном в промышленности.

К декоративной отделке изделий следует отнести и нанесение рисунков и орнаментов при помощи специальных инструментов.

Гравирование — нанесение на подготовленную поверхность изделия рисунка или рельефа при помощи резцов (штихелей). Существует несколько способов гравирования: плоскостное (двухмерное), гравирование под «чернь» и оброчное (трехмерное).

Гравирование разделяется на ручное стальными гравировальными штихелями и ручное — электродрелью.

Наиболее древний способ гравирования — ручное (штихелями). Для нанесения различных по размеру и форме линий штихель имеют различные сечения и размеры. Общая длина штихеля составляет 100—130 мм. Штихель вставляют в короткую деревянную ручку грибовидной формы, срезанную с нижней стороны для удобства работы.

Резцы изготовляют из высококачественных сталей У7, У8. Если необходимо изготовить твердый инструмент, то лучше всего для этого взять высокоуглеродистую или быстрорежущую сталь.

Различают следующие основные типы сечений штихелей (рис. 165).

Острый резец — шпигштихель. Его боковые стороны слегка выгнуты наружу, ширина спинки 1—4 мм. Он служит для выполнения большинства граверных операций: оконтуривания рисунка, подрезки углов в шрифтовых работах.

Рис 165 Сечения различных видов штихелей:
 1 — шпичштихель 2 — мессерштихель 3 — фасетштихель, 4 —
 юстирштихель, 5 — флахштихель 6 — болштихель 7 — фаден
 штихель



Мессерштихель — ножевой резец. В поперечном сечении имеет форму остроугольного треугольника. Им можно наносить тонкие линии большой глубины.

Фасетштихель — фасетный резец. У него боковые стенки параллельны, а режущие поверхности встречаются под углом 100° . Ширина спинки 1,5—3 мм. Им можно проводить линии относительно широкие и незначительной глубины.

Юстирштихель — юстировочный резец. Его выгнутые боковые стороны на поперечном сечении образуют острый овал.

Флахштихель — плоский резец. Спинка и полотно этого резца параллельны; в зависимости от положения боковых сторон спинка может быть шире или уже полотна. Ширина полотна 0,2—5 мм. Они используются не только для нанесения широких и плоских линий, но и для выравнивания плоскостей.

Болштихель — полукруглый резец. Полотно может быть уже или шире спинки, но оно всегда полукруглое; ширина полотна 0,1—5 мм; применяется для строгих шрифтов различной ширины, при гравировании углублений, при круглой и полукруглой выборке.

Фаденштихель — нитяной резец. Похож на плоский резец. У него на полотне устроено множество продольных желобков; его применяют для декоративных поделок и для оживления рисунков.

При работе штихель держат в правой руке, в кулаке, так, чтобы его рукоятка упиралась в ладонь, а большой и указательный пальцы поддерживали штихель в рабочем положении. При этом локоть находится на весу и опорой руки служит только большой палец, который ограничивает проскальзывание штихеля вперед. В то же время указательным пальцем регулируют силу нажима на ребро штихеля и направляют его по линиям рисунка. Штихель ведут всегда только по прямой линии справа налево, проталкивая его вперед.

При гравировании кривых линий и закруглений поворот штихеля допускается лишь в небольших преде-

лах, а все изгибы линий в соответствии с рисунком осуществляют левой рукой, поворачивая его заготовку, закрепленную в шрабкугеле (или колодке).

Штихель должен быть хорошо и правильно заточен. Чем мягче металл, тем угол резания меньше (острее). При резании мягких материалов (дерево) угол равен 45° ; для стали он достигает $60\text{—}65^\circ$. Тупым штихелем работать нельзя — он соскакивает с металла и легко может поранить левую руку, которая постоянно находится перед штихелем. Острый штихель легко режет металл и берет нормальную стружку.

Для плоскостного гравирования пригодны почти все металлы, но лучше всего поддаются гравированию латуни, томпак, пробное серебро, некоторые стали. Хорошо гравятся бронза, цинк, никелевые сплавы; хуже — чистое золото, чистое серебро, а также чистый алюминий.

Обронное гравирование — резцом создают рельеф или даже объемную фигуру. В обронном гравировании выделяют два варианта: выпуклое (позитивное) гравирование — когда рисунок, рельеф выше фона (фон углублен); углубленное (негативное) гравирование — когда рисунок или рельеф ниже фона.

Обронное гравирование — более трудоемкий процесс по сравнению с плоскостным гравированием, так как эта работа требует снятия значительно большей массы металла с заготовки. Поэтому кроме штихелей при обронной работе применяют зубильца, керны, сечки, чеканы и пуансоны.

Рабочий конец зубила отковывают и опиливают по форме того или иного штихеля. Кроме зубил и штихелей к граверному ручному инструменту относятся: керн, применяемый для разметки; сечки — плоские зубила различной ширины с заточкой на одну сторону; чеканы — стальные стержни с различными рабочими концами для выравнивания фона и набивки фактуры, и пуансоны, которые изготовляют обычно из прутков инструментальной стали толщиной 6,7 и 10 мм, с соответствующей длиной 65, 85 и 100 мм.

Процесс обронного гравирования складывается из подготовительных работ и самого гравирования. К подготовительным работам относится перевод рисунка на металл, который осуществляется следующим способом. На поверхность заготовки, покрытую белой краской, наносят тонкий слой воска (или пластилина). Затем под-

готовляют рисунок, выполняя его карандашом на кальке. При переводе рисунка надо учитывать, каким он должен быть на металле, — прямым или обратным (зеркальным). Зеркальный рисунок необходим при гравировании печатей, факсимиле и клише, предназначенных для получения с них оттисков. Скопированный на кальку карандашный рисунок накладывают на заготовку лицевой поверхностью вниз и притирают рукояткой штихеля. Затем осторожно отдирают кальку и на восковой поверхности остается хорошо заметный отпечаток карандашного рисунка. Затем вокруг рисунка выбирают первую стружку. Эту работу проводят так, чтобы неосторожным движением не испортить рисунок.

Следующая операция — выборка фона. При глубокой выборке или при гравировании закруглений применяют болштихель или аналогичной формы зубило. После вырубки всего поля до необходимой глубины приступают к обработке рельефа, который режут или рубят соответствующими штихелями или зубилами, а если надо применяют надфили и чеканы.

Для ускорения работы при гравировании повторяющихся элементов или при выполнении особенно мелких и сложных деталей применяют пуансоны и маточники, которые делают заранее.

При углубленном оброне на отшлифованной поверхности заготовки вычерчивают наружный контур рельефа и обводят его шпигштихелем. После этого приступают к вырубке металла внутри очерченного рисунка. Рубку осуществляют зубилами различной формы. Рубить в глубину следует очень осторожно с частыми проверками и сравнениями с оригиналом. Проверку проводят следующим образом: в предварительно увлажненную вырубленную форму втискивают кусок размягченного пластилина и полученный оттиск сравнивают с оригиналом, по которому ведут работу. Основные глубины измеряют штангенциркулем или проверяют шаблоном.

Углубленный оброн требует от гравера высокой квалификации и навыка, так как работа в основном проводится на глаз. Чем глубже выбирают металл, тем осторожнее надо работать, так как исправить чрезмерно глубокую вырубку очень трудно. Когда рельеф вырублен на необходимую глубину, рубку прекращают и приступают к его отделке штихелями, чеканами и пуансонами.

Часть металла снимают, а часть — уплотняют уда-

рами чеканов и пуансонов. После окончательной отделки (шлифования и полирования отдельных участков) контрольный слепок должен быть тождествен модели.

Для подчистки и подрезки дна углубления рельефа применяют гнутые штихели и рифлевки.

В настоящее время при изготовлении стальных штампов и пресс-форм для облегчения работы можно применять предварительную грубую выборку металла на фрезерных станках или отливку прецизионным (точным) методом всей матрицы или пресс-формы. В последнем случае граверная работа будет сводиться только к зачистке и отделке полости штампа, что значительно ускоряет и облегчает процесс работы.

При *гравировании под чернь* в металле (в основном в серебре) делают углубления при помощи штихелей и зубильцев глубиной 0,3—0,5 мм, а затем проводят окончательную обработку рисунка — выравнивают линии и подрезают углы. После этого углубления заливают черным сургучом и лакокрасочным материалом, а сам металл прогревают и после остывания процесс повторяют.

Рассмотрим старые и современные рецепты черни и способы обработки изделий.

Кавказская чернь (из старых рецептов) состоит из «1 золотника серебра 84 пробы, 1/4 фунта серы, 6 золотников красной меди и 7 золотников свинца». Сплав выливают на чугунную или каменную плиту и после охлаждения толкут, промывают в воде и просушивают. Порошок готов к употреблению. При покрытии чернью необходимо приготовить тесто из порошка черни (10 % раствора буры) и заполнить этим составом углубления на изделии, затем положить его в горн для нагрева и расплавления черни. После нанесения покрытия изделие вынимают, охлаждают и полируют.

Специалисты из ГДР предлагают такой способ чернения: 1 часть серебра и 2 части меди с добавлением небольшого количества буры. Одновременно в стальном тигле расплавляют 3 части свинца, чтобы добавить его к сплаву серебро-медь. Жидкий свинец медленно выливают в серебряно-медный сплав и хорошо перемешивают. Высокий тигель наполняют до половины желтой порошкообразной серой и подогревают; на 1 часть сплава берут 1,2—1,5 части серы (по объему). Полученный тройной сплав при постоянном помешивании выливают

в нагретый серный порошок. Тигель держат подогретым, чтобы смесь не застыла. Сера частично сгорает, ее нужно потом добавить в состав. Энергичным помешиванием достигают хорошего взаимодействия частей, благодаря чему серебро и медь образуют черное соединение с серой, которое выливают в воду. Полученная чернь должна быть твердой и хрупкой, как стекло. Если ее куски еще можно сгибать, то следует ее еще раз расплавить. Однако лишний нагрев или слишком длительное держание в печи может привести к выгоранию серы. Затем в горячей дистиллированной воде растворяют порошок хлористого аммония, который служит флюсом. Его добавляют к кускам черни и смесь растирают в фарфоровой ступке в необходимом количестве, так как только свежую влажную черневую хлористоаммониевую кашу можно наносить на изделие.

Современные кузнецы сначала готовят отдельно сернистое серебро, сернистую медь и сернистый свинец, а затем сплавляют их вместе.

Для приготовления сернистого серебра на 97,8 г чистого серебра в виде измельченной стружки берут 20 г серы в порошке, их смешивают и постепенно нагревают в графитовом тигле до 300—400 °С. Сера диффундирует в металл и образует сернистое серебро. Таким же приемом получают сернистую медь и сернистый свинец. Для этого на 800 г меди берут 250 г серы, а на 400 г свинца 75 г серы.

Полученные сернистые соединения измельчают и смешивают в следующих весовых отношениях: сернистого серебра 111,2 г, сернистой меди 466,6 г и сернистого свинца 422,2 г. В результате получается 1 кг черни, которую насыпают в холодный графитовый тигель, сверху засыпают сухим древесным углем и помещают в муфельную печь, нагревают до 800 °С и через 30—40 мин, когда чернь в тигле нагреется до 600—650 °С, в тигель добавляют хлористый аммоний из расчета 284 г аммония на 1 кг черни. Затем тигель закрывают графитовой крышкой и после полного расплавления выливают в чугунную изложницу, нагретую до 300 °С, в которой сплав медленно остывает.

Существуют и другие рецепты приготовления черни, в которых в качестве флюса применяют хлористый аммоний, поташ с поваренной солью и буру.

Есть два приема наложения черни: сухой и мокрый. *Сухой* способ заключается в том, что поверхность, под-

лежащую чернению, смачивают водным раствором поташа, буры и поваренной соли и на нее насыпают тонко измельченный и просеянный через сито порошок черни; затем изделие осторожно просушивают. В таком виде изделие поступает в обжиг, который проводят в муфельных печах при температуре 300—400 °С.

Мокрый способ отличается тем, что чернь на изделие накладывают в виде сметанообразной кашицы, разведенной водой. При этом очень важно, чтобы углубления были чистыми, свободными от жира. Сырую тонкопорошковую смесь черни, разведенную в хлористоаммониевом растворе, кисточкой или шпателем наносят в углубления. Смесь кладут по возможности густо и слегка утрамбовывают шпателем. Углубления должны быть заполнены до краев; при тонких гравированных рисунках всю поверхность следует покрывать черневой смесью. Заготовку некоторое время подсушивают. Как только вода испарится, заготовку задвигают в печь и при расплавлении черни и заполнении всех углублений, вынимают из печи. Необходимо помнить, что при перекаливании частицы серы выгорают, слой делается пористым и появляются пятна. Маленькие объемы черни можно расплавлять паяльником. При этом необходимо сконцентрировать приток теплоты на основном металле, нагревая его с обратной стороны. Когда масса расплавится, нагрев прекращают. Если расплавленная чернь не заполнила все углубления, добавляют необходимое количество и снова нагревают.

Способы гравирования при помощи бормашинок, дрелей и специальных станков. В качестве основного режущего инструмента применяют разнообразные фрезы, шлифовальные камни всевозможных фасонов, различные шлифовальные диски и шкурки, закрепленные на специальных кругах.

При гравировании при помощи бормашинки требуется определенная сноровка, так как необходимо чувствовать фрезу и металл. Если прилагать большие усилия прижима фрезы к металлу, то скорость фрезы изменяется и обрабатываемая поверхность получается волнистой. Обычно державку держат четырьмя пальцами правой руки, а большим пальцем упираются в боковой торец подставки, на которой происходит гравирование. Бормашинками можно с успехом сверлить, шлифовать, полировать как наружные, так и внутренние поверхности.

Кроме механического гравирования в настоящее время широко внедряется химическое гравирование, т. е. образование рисунка или орнамента путем вытравливания подготовленной поверхности раствором кислоты. Травление может быть позитивным и негативным. В первом случае вытравливается (углубляется) сам узор или рисунок, во втором случае — фон, а узор остается выпуклым.

Перед травлением необходимо подготовить рабочую поверхность — обезжирить и хорошо отполировать ее. Затем на эту поверхность наносят слой кислотостойкой мастики, состоящей из двух частей парафина, двух частей мастиковой смолы и одной части битума. Всю смесь разводят в скипидаре и кистью наносят на изделие. После просушки на подготовленную поверхность иглой наносят рисунок, затем закрывают обратную (нерабочую) сторону воском и изделие опускается в ванну с травильным раствором. В качестве травильных растворов используют разбавленные кислоты. Не забывайте, что при составлении растворов *кислоту надо лить в воду!*

Сталь травят в водном растворе серной кислоты (соотношение 1 : 10). Медь и латунь травят в разбавленной азотной кислоте.

Когда изделие протравится на достаточную глубину, его извлекают из ванны и тщательно промывают в проточной воде. Затем изделие несколько нагревают и слой покрытия снимают скипидаром.

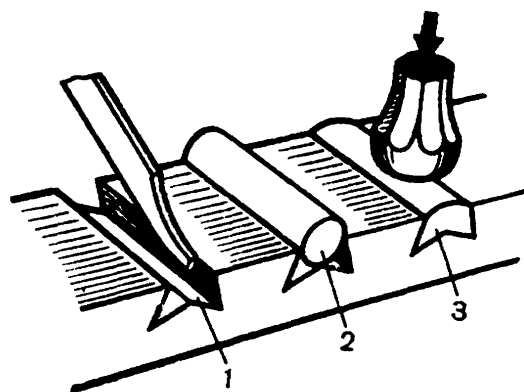
Всечка и насечка — декоративное оформление кованых изделий путем зачеканивания в подготовленную поверхность или в специальные канавки цветного металла (золота, серебра, алюминия, меди и др.).

Этот способ украшения оружия, доспехов, а также бытовых столовых предметов — очень древний и широко применялся у кузнецов-оружейников Киевской Руси, на Кавказе, а позднее на Тульских, Ижевских и Златоустовских оружейных заводах.

Всечка, или врезная инкрустация, проводится путем зачеканивания тонкой проволоки, полосы или фрагмента из листового металла. В первом случае рисунок гравировать (штихелем или зубильцем) по контуру, углубленной канавкой с сечением типа «ласточкин хвост» (рис. 166) и в эту канавку укладывается проволока и зачеканивается. Используя различные способы всечки, можно получать всевозможные рисунки и даже поверх-

Рис. 166. Технология всечки проволоки:

1 — прорезание канавки; 2 — укладка проволоки; 3 — зачеканивание



ности. Проволока может идти в одну нитку (сплошную или штриховую), располагаться рядами, образуя поверхность. Кроме этого, проволоку можно расклепывать до уровня поверхности или оставлять ее несколько выпуклой и на этой поверхности наносить зубильцем насечку, придавая линии характер витых шнуров.

Всечка полосы или фрагмента из листового материала осуществляется в подготовленный углубленный участок основание которого насечено мелкой сеткой. Вырезанный из тонкого листа фрагмент узора (листок, завиток и т. п.) укладывается в углубление на насеченную поверхность и вбивается молотком или чеканом, а затем края рисунка несколько подправляются штихелем. При этом рисунок также может быть вровень с фоном или несколько приподнят. Работа заканчивается общей полировкой изделия.

Насечка не требует оформления углублений, а цветной металл набивается на предварительно подготовленную поверхность изделия, которая имеет углубления в виде мелкой сетки. Насечка наносится специальным зубильцем или сечкой. Затем на поверхность накладывают проволоку или листовую заготовку и, ударяя по ней молоточком, забивают металл в эту поверхность. Иногда для более плотного закрепления рисунка на изделии его дополнительно рассекают притупленным зубилом. Большую декоративность придает насечке последующая «наводка» драгоценным металлом, которая скрывает рядность проволочек и улучшает качество поверхности.

Наводка делается следующим образом: золотая амальгама (смесь золота с ртутью) накладывается на рисунок и изделие нагревается. В результате ртуть испаряется, а золото плотно схватывается с рисунком. Операция может быть повторена несколько раз, в результате наращивается рельеф рисунка и улучшается его качество.

Для приготовления амальгамы берут графитовый тигель с мелко нарезанными кусочками металла (золота или серебра) и накаливают их докрасна, а затем в

тигель заливают нагретую до 300 °С ртуть, взятую в 8-кратном количестве по массе к металлу. Затем все перемешивают графитовым стержнем до полного растворения и получения тестообразной массы. Амальгаму выливают в воду и после остывания отжимают лишнюю ртуть через замшу. Наносят амальгаму медной проводочной кистью на подготовленную поверхность, затем изделие нагревают на слабом огне древесного угля или на горелках с асбестовой сеткой для испарения ртути и восстановления золота. Однако надо помнить, что *все работы с ртутью необходимо проводить осторожно и лучше на открытом воздухе.*

Когда поверхность начнет блестеть, необходимо амальгаму разгладить кистью (или ватой), постепенно ртуть испаряется, а поверхность делается матовой, а затем — желтой.

Золотая и серебряная наводка по красной меди с применением черного лака в России использовалась во времена Киевской Руси. Сохранившиеся до настоящего времени большие входные двери Успенского и Благовещенского соборов Московского Кремля и Васильевские ворота Новгорода показывают высокое искусство мастеров. Технология наводки заключалась в следующем. На отшлифованную пластину из красной меди наносили лак, состоявший из 12 частей скипидара, 8 частей асфальта, 4 частей желтого воска, 2 частей сосновой смолы. Лак варили в водяной бане и тщательно перемешивали. Затем пластину слегка подогревали и наносили на нее лак небольшим слоем как можно ровнее.

Подготовленную поверхность коптили над пламенем бересты до тех пор, пока она не становилась черной, как эмалевая поверхность. После просушки при равномерной температуре на поверхность наносили иглой рисунок. Часть рисунка, которая должна быть наведена, очищалась до основания, а пластину нагревали до почернения меди, а затем отбеливали в горячем растворе серной кислоты. Отбеленный рисунок хорошо промывали и на влажную поверхность наносили золотую амальгаму. После нагрева ртуть улетучивалась, а золото равномерным слоем покрывало весь рисунок.

В настоящее время используют более простой и безвредный способ получения аналогичных поверхностей на латунной основе: после покрытия поверхности черным лаком и выскабливания рисунка изделие покрывают бесцветным или слегка золотистым нитролаком.

Скань и зернь — виды декоративной отделки изделий путем припайки узоров из скрученных проволок или отдельных шариков.

Обычно для скани берут чистые металлы: медь, серебро, золото, так как сплавы обладают меньшей пластичностью и вязкостью. Если нет проволоки требуемого диаметра, то ее подвергают волочению через ряд фильер. Однако надо помнить, что проволока при волочении упрочняется и ее необходимо периодически отжигать, а затем отбеливать в слабом растворе серной кислоты. Свивку скани лучше всего проводить используя электродрель.

Свивка должна быть плотной и ровной. Обычно свивку делают из 2-х проволок, но можно и из 3-х, а также из уже свитых шнуров. Делают скань и плетенкой из 3-х проволок или из канители (толстая проволока обвивается одной или несколькими тонкими проволочками).

Зернь — мелкие шарики — можно изготовить следующим образом: разрубают проволоку на одинаковые части, длина которых равна диаметру проволоки, высыпают на твердую ровную металлическую поверхность и начинают обкатывать их верхней ровной плитой до получения шариков.

Изготовление шариков можно проводить и путем оплавления. Тонкую проволоку навивают (виток к витку) на гладкий цилиндрический стержень небольшого диаметра, а затем рубят эту спираль на отдельные колечки. Смешав колечки с угольным порошком, нагревают их в муфельной печи до оплавления. Колечки, разделенные друг от друга углем, спекаются в правильные шарики одинакового размера. В небольшом количестве зернь можно получить, оплавляя колечки на листовом асбесте, слюде или куске угля.

Набор скани начинают с установки наиболее крупных элементов рисунка, выполненных из толстой скрутки, а затем устанавливают мелкие фрагменты и зерна. Места под зернь обычно намечают легким ударом керна. Перед пайкой набор скани сажают на столярный или вишневый клей, а в настоящее время — на нитролак или клей БФ.

Пайку скани проводят специальными припоями, состоящими из 1 части чистой меди и 2 частей серебра 875 пробы (для меди); 1 части меди и 4 частей серебра (для серебра); 3 частей чистого золота и 8 частей

чистого серебра (для золота). В качестве флюса применяют буру.

Прокаленную и мелко измельченную буру смешивают в отношении 1:1 с припоем и посыпают предварительно смоченное водой (или слабым раствором буры) подготовленное к пайке изделие. Пайку проводят пламенем бензиновой горелки или при помощи «февки» — стеклянной или металлической трубочки. В процессе пайки клей сгорает, а скань плотно соединяется с изделием. Затем изделие отбеливают в горячем 5 %-ном растворе серной кислоты до полного удаления всех следов флюса (буры). В дальнейшем при необходимости скать можно отшлифовать или на крупных элементах сделать насечку.

Рассмотрим теперь некоторые способы украшения кованых изделий при помощи эмали, цветных стекол и камней.

Выемчатая эмаль — заполнение цветной эмалью специальных углублений или выемок. Этот вид техники был широко распространен на территории Руси еще в домонгольский период.

Углубления на изделии делают одним из указанных способов: режут штихелем, вырубает зубилом, высверливают, выфрезеровывают, вычеканивают или вытравливают кислотой. Для непрозрачных эмалей дно может оставаться шероховатым, а для прозрачных — быть гладко зачищенным и отшлифованным, так как оно должно отражать проходящие лучи света.

Перегородчатая эмаль характеризуется специальными перегородками (стенками) из узких металлических ленточек, вальцованных проволочек или скани, которые припаивают к основе.

Эмали представляют собой стекловидный твердый раствор кремнезема, глинозема и некоторых других оксидов, называемых «плавнями». В продажу эмаль поступает в виде плиток, а для эмалирования ее дробят в порошок в стеклянных или каменных ступках. Очень важно, чтобы размер зерен в порошке был одинаковым. Для устранения пыли размолотую эмаль промывают водой.

Размолотую эмаль смешивают с водой и в виде кашицы накладывают узким шпателем на подготовленное место. Желательно обжиг эмали проводить сразу же после ее наложения. Сначала удаляют лишнюю воду, затем изделие просушивают до тех пор, пока порошок

не станет сухим, и переносят изделие в электропечь для окончательного обжига. Температура печи должна быть 600—800 °С. Можно использовать и открытое пламя, но греть изделие надо с обратной стороны, чтобы копоть не попала в эмаль и не испортила цвет. Время обжига зависит от типа эмали и температуры. После того как поверхность эмали делается гладкой и красной, изделие вынимают из печи, осматривают и дают остыть. Затем шлифуют и тщательно промывают. На следующий день эмаль еще раз моют и помещают в печь для устранения шероховатостей от шлифовки. При необходимости изделие можно отбелить в слабом растворе серной кислоты, в квасе или в соке клюквы.

Оконную эмаль и цветное стекло можно с успехом применять в изделиях, которые смотрятся на просвет: в кованых абажурах, фонарях, светцах, оконных решетках.

Замкнутые просветы в изделии заполняются мокрой эмалевой массой и изделие просушивают и обжигают. Эмаль сплавляется с металлом и превращается в прозрачное стекло.

Можно эмаль сплавлять не с самим кованым изделием, а со специальными металлическими рамками разнообразных форм, которые вставляются или подвешиваются на изделие.

Вместо эмалей кованые изделия можно декорировать и цветными стеклами, используя технологию изготовления витражей. В зависимости от общего рисунка изделия, изготавливают цветные стекла необходимых размера и формы, а затем вставляют в изделие и крепят специальными прижимами.

В декоративно-прикладном искусстве России очень широко применялось сочета-



Рис. 167. Эфес шпаги с алмазной гранью

ние металла с драгоценными и поделочными камнями. Украшались доспехи — шлемы и «брони дощатые», рукоятки и ножны кинжалов, мечей и сабель, оклады, различные сундучки и шкатулки.

Полудрагоценными камнями издавна украшают различные декоративные кованые изделия. На темном металлическом фоне блестящие, играющие светом камни подчеркивают красоту всего изделия. Граненые или частично обработанные камни могут вставляться в гнезда или подвешиваться в виде гирлянд или отдельных камней на самом изделии.

Для соединения камня с изделием обычно делают оправу, которая прочно удерживает камень. В качестве оправы для заделки камней используют пластичные металлы, которые оформляют в «глухой каст», т. е. камень по периметру охватывается тонкой полоской металла, толщиной 0,2—0,4 мм. Кроме этого, для крепления камня в «гнезде» применяются сканные и ажурные касты, а также сканные завитки и просто лапки. Опустив камень в гнездо, начинают постепенно прижимать металл к камню во взаимно противоположных местах, а затем и по всему периметру. В процессе закрепления на касте могут появиться острые кромки, которые при дальнейшей обработке устраняются.

В зависимости от задуманной композиции всего изделия возможны различные способы крепления камней: в гнезде, на ножках, на подвесках и т. д.

Алмазная грань — это огранка стальных шариков со сквозным отверстием размером от десятых долей миллиметра до 5÷8 мм и крепление их «гвоздиками» к поверхности изделия для формирования рисунка. «Алмазные» шарики могли собираться в гирлянды на тонких нитях, в результате чего достигался эффект сверкания драгоценных камней. Этим видом украшения «гранеными камнями» в совершенстве владели тульские мастера XVIII — начала XIX вв. Форма гранения была круглой, овальной, грушевидной и другой, число граней от 16 (простая огранка) до 86 («королевская» огранка). Для украшения изделия необходимо было изготовить до 30—40 тыс. разнообразных «каменьев». На рис. 167 показан эфес шпаги, восстановленной московским реставратором Е. Буторовым.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Характеристика твердого, жидкого и газообразного топлива

Виды топлива	Содержание, %		Теплотворная способность, МДж/кг
	углерода	серы	
Твердое			
Дрова	36—42	—	13—19
Торф	40—60	0,4	14—23
Бурый уголь	50—70	1,0	18—28
Каменный уголь	70—90	2,0	27—35
Антрацит	84—95	1	29—34
Древесный уголь	69—72	—	30—34
Кокс	83—90	0,6	27—35
Жидкое			
Нефть	85	0,5—5	41—44
Бензин	85	0,05	42—45
Керосин	86	0,2	42—45
Мазут	84	0,7—1,2	40—43
Газообразное			
Природный газ	—	—	33—50

Приложение 2

Зависимость цвета каления заготовки от температуры нагрева

Цвет каления	Температура, °C	Цвет каления	Температура, °C
Темно-красный	600	Оранжево-желтый	1000
Тускло-красный	650	Светло-желтый	1100
Вишнево-красный	700	Соломенно-желтый	1150
Светло-красный	800	Лимонный	1200
Густо-оранжевый	900	Белый различной яркости	1400

Приложение 3

Определение марок сталей по искре

Марка стали	Цвет искры	Форма искры и звездочек
Ст2, Ст3 Ст4 Сталь 10 Стали 15, 20 Стали 20, 30 У8, У10 У12 Стали 40, 45	Светло-желтый	Разветвлений искр мало, нити тонкие Разветвлений мало, нити гуще, чем у Ст2 Разветвлений мало, нити острые, немного звездочек Разветвлений и звездочек больше, чем у стали 10 Разветвлений и звездочек больше, чем у сталей 15, 20 Разветвлений и звездочек много, концы нитей тонкие Звездочки мелкие, густые Сильное разветвление, звездочки круглые, концы нитей острые
9ХС Р9 Р18	Темно-желтый Светло-малиновый Темно-малиновый	Разветвления и звездочки мелкие Разветвления редкие Без разветвлений

Приложение 4

Определение температуры нагрева по цветам побежалости

Цвет побежалости	Температура, °С	Инструмент, который следует отпускать
Бледно-желтый	210	—
Светло-желтый	220	Токарные и строгальные резцы
Желтый	230	для обработки чугуна и стали
Темно-желтый	240	Чеканы для чеканки по литью
Коричневый	255	—
Коричнево-красный	265	Плашки, метчики, сверла, резцы для обработки меди, латуни, бронзы
Фиолетовый	285	Зубила для обработки стали
Темно-синий	300	Чеканы для чеканки из листовой меди, латуни и серебра
Светло-синий	325	—
Серый	330	—

Словарь малоизвестных металлургических и кузнечных терминов
XVI—XVIII вв.

Баба	— Тяжелая рабочая деталь машин ударного действия, производящая работу при своем падении. Чугунный брус с кольцом для крепления каната; употреблялся при забивании свай
Боевая бочка	— чугунная бочка, одетая на боевой вал, в которой имеются отверстия для крепления пальцев или кулаков для подъема молота
Боевой вал	— вал, приводивший в действие хвостовой молот
Боевое колесо	— колесо, вращаемое водой и приводящее в движение боевой вал
Боевой молот	— молот, которым обрабатывалось железо
Вешняк	— отверстие в плотине для спуска из пруда излишней (вешней), т. е. весенней, воды
Вешнячный двор	— место перед вешнячным и ларевым отверстием в плотине, огражденное сваями служившее для сдерживания напора льда, леса и всякого плывшего по воде сора
Вешнячный мост	— мост через вешняк
Взварные клещи	— клещи, применяемые для захвата криц
Водяное колесо	— колесо, вращаемое водою
Горн (сыродутный горн)	— сооружение у горы — небольшая плавильная печь, в которую вдувают «сырой» атмосферный воздух при помощи мехов Современное понятие: открытая печь для нагрева металла перед ковкой или плавкой металла в тиглях
Глаз	— отверстие фурмы, через которое вдувался воздух из мехов в печь
Домница (доменка)	— небольшая шахтная печь с ручными «раздувальными» мехами для получения криц
Долонь (ладонь)	— деревянный брус или толстая доска, служившая пружиной для отражения ударов хвостового молота
Доменная фабрика	— одна домна или более со всеми вспомогательными мастерскими
Железные ручные заводы	— заводы, на которых обработка железа осуществлялась при помощи ручных молотов
Железцовые кузницы	— кузницы, в которых переплавляли крицы и «секли» их в плашенное железо (из одной крицы, весом 3 пуда получали 2 пуда плашенного железа)
Железо ручное	— железо приготовленное ручным способом, а «не водою», т. е. без использования молотов с колесно-водяным приводом

Запорные стойки	— стойки, устанавливаемые на пороге вешняка, между которыми перемещался запорный ставень
Захаб	— загнутая часть железной доски
Золотник	— старая русская мера массы, равная 4,26575 г
Коленчатый вал	— вал с коленным изгибом в середине
Колесница	— помещение, в виде сруба, в котором находилось водяное колесо. Оно предохраняло в зимнее время колесо от обмерзания
Колотушечная фабрика	— цех железоделательного завода, в котором находилось несколько горнов и небольшие хвостовые молоты для выработки поделочного железа
Колотушечный горн	— вид кузнечного горна, предназначенный для нагревания железа, обрабатываемого на колотушечной фабрике
Колотушечный молот	— хвостовой молот, под которым вырабатывалось поделочное железо
Копщик (ровщик)	— человек, добывающий руду
Конные кузницы	— кузницы, в которых привод молотов и мехов осуществлялся от конной тяги
Кузнечная слобода	— место жительства и работы казенных кузнецов
Казенный кузнец	— кузнец, приписанный к какому-либо государственному заводу
Кузнечные ярыжники (ярыжные кузнецы)	— непашенные крестьяне, помогающие кузнецам
Кузнец-оружейник	— высококвалифицированный кузнец, изготовлявший огнестрельное оружие — пищали, ружья, фузеи
Кузнец-ствольник	— кузнец, ковавший оружейные стволы
Кузнец-замочник (замочный ковщик)	— кузнец, ковавший оружейные замки
Кузнец-черноделец	— кузнец изготовлявший замки, ножи, ножницы, топоры, пилы, кузнечную снасть, фузейные снасти, а также черную крестьянскую крупную и мелкую поделку
Короб	— ящик из плетеных прутьев или дранц для перевозки и измерения объема угля
Косяки	— косые доски, из которых составляются обода водяного колеса, между которыми крепятся перья колеса
Крица	— сыродутная губчатая железная масса
Кричное железо	— железо, полученное путем передела чугуна в железо в кричном горне на древесном угле
Кричная фабрика	— цех, в котором производился передел чугуна в железо
Кричный горн	— разновидность кузнечного горна
Кулак	— небольшой деревянный брус, продетый сквозь вал и окованный толстым железом

Кузнечная снасть	— инструмент кузнецов, молотобойцев и подмастерья
Ларь	— деревянный длинный канал для подвода воды из запруды на водяное колесо
Ларевое окно	— отверстие, через которое вода поступает из ларя в пускные трубы, и далее на водяное колесо
Ларевый прорез	— отверстие в плотине, через которое вода поступает в ларь
Ларевый ставень	— запор из толстых досок, перемещающийся сверху вниз в раме и закрывающий отверстие в ларевых окнах
Лещадь	— под горна — плита из гранита или другого огнестойкого камня, иногда из чугуна, которая клалась на дно плавильной печи или горна
Мельница (колесовая мельница)	— механизированное предприятие, на котором все механизмы приводились в действие от водяного колеса
Меха	— устройства для подачи воздуха в домну или горн
Обойма	— железная скоба для крепления косяков колесного обода
Очеп	— деревянный или металлический стержень (шатун), преобразующий вращательное движение кривошипа в качательное движение коромысла, приводящее в действие мехи
Падун	— струя воды, падающая на наливное колесо
Пищаль	— чугунная вставка с полусферическим углублением, вкладывавшаяся в стойки молотового стана для укрепления и поддержания пятника; огнестрельное оружие
Пуд	— старая русская мера массы, равная 16,3805 кг
Проушина	— отверстие в молоте (и в других инструментах), в которое вставлялась ручка или топориче
Пятник	— ось молота в виде хомутины с двумя остроконечиями или рогами, которые вставлялись в пищали. В хомутину вкладывалась березина молота
Ряж (реж)	— сруб из бревен в форме клетки, составлявший основание плотины
Сок	— шлак, который выделялся при плавке железной руды
Сокол (балда)	— мощная металлическая балка, подвешенная горизонтально для заколачивания шипов и клиньев в валы
Стул	— массивная деревянная или чугунная подставка под наковальню
Тягальные клещи	— клещи для вытягивания кусков железа из горна

Уклад (дельное железо)	— мягкая (сырцовая) сталь, получаемая из кричного железа
Угольные ямы	— ямы, в которых жгли уголь, а иногда и варили железо
Чека	— металлический или деревянный клин, вкладываемый в проушины болтов и других предметов для крепления
Щип (шип)	— прямой металлический стержень, который одним концом вставлялся в вал, а другим — вкладывался в подшипник. В вертикальных валах шип вкладывался в гнездо. Коленчатый шип назывался кривошипом
Шпикарное дело	— гвоздильное производство
Якорная фабрика	— цех железоделательного завода, в котором изготовлялись якоря и другие крупные изделия

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вышневецкий Я. Ф. Технология ручнойковки. М., 1976. 287 с.
2. Беккерт М. Железо. Факты и легенды/пер. с нем. М., 1984. 231 с.
3. Бочаров Г. Н. Художественный металл Древней Руси. М., 1984. 241 с.
4. Колчин Б. А. Черная металлургия и металлообработка в Древней Руси. М., 1953. 242 с.
5. Колмовский А. А. Металлическое кружево Москвы. М., 1984. 141 с.
6. Мезенин Н. А. Занимательно о железе. М., 1972. 200 с.
7. Мезенин Н. А. Повесть о мастерах железного дела. М., 1973. 223 с.
8. Мезенин Н. А. Уральский металл. М., 1981. 111 с.
9. Рыбаков Б. А. Ремесло Древней Руси. М., 1948. 791 с.
10. Семерак Г., Богман К. Художественная ковка и слесарное искусство/Пер. с чеш. М., 1982. 232 с.
11. Сербина К. Н. Крестьянская железоделательная промышленность Центральной России XVI — первой половины XIX вв. Л., 1978. 191 с.
12. Фальковский Н. И. Москва в истории техники. М., 1958. 557 с.
13. Флеров А. В. Материаловедение и технологии художественной обработки металлов. М., 1981. 287 с.
14. Флеров А. В. Художественная обработка металлов. 1976. 223 с.
15. Юсупов З. И. Ручная ковка. М., 1984. 263 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
<i>Введение</i>	4
<i>Глава I. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛЕ, ИНСТРУМЕНТЕ И ОБОРУДОВАНИИ</i>	45
<i>Глава II. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИНСТРУМЕНТА И РАЗЛИЧНЫХ ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ</i> . . .	108
<i>Глава III. ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ</i> . . .	164
<i>Приложения</i>	187
<i>Список литературы</i>	192

65 коп.



« МАШИНОСТРОЕНИЕ »